



Acerca de este libro

Esta es una copia digital de un libro que, durante generaciones, se ha conservado en las estanterías de una biblioteca, hasta que Google ha decidido escanearlo como parte de un proyecto que pretende que sea posible descubrir en línea libros de todo el mundo.

Ha sobrevivido tantos años como para que los derechos de autor hayan expirado y el libro pase a ser de dominio público. El que un libro sea de dominio público significa que nunca ha estado protegido por derechos de autor, o bien que el período legal de estos derechos ya ha expirado. Es posible que una misma obra sea de dominio público en unos países y, sin embargo, no lo sea en otros. Los libros de dominio público son nuestras puertas hacia el pasado, suponen un patrimonio histórico, cultural y de conocimientos que, a menudo, resulta difícil de descubrir.

Todas las anotaciones, marcas y otras señales en los márgenes que estén presentes en el volumen original aparecerán también en este archivo como testimonio del largo viaje que el libro ha recorrido desde el editor hasta la biblioteca y, finalmente, hasta usted.

Normas de uso

Google se enorgullece de poder colaborar con distintas bibliotecas para digitalizar los materiales de dominio público a fin de hacerlos accesibles a todo el mundo. Los libros de dominio público son patrimonio de todos, nosotros somos sus humildes guardianes. No obstante, se trata de un trabajo caro. Por este motivo, y para poder ofrecer este recurso, hemos tomado medidas para evitar que se produzca un abuso por parte de terceros con fines comerciales, y hemos incluido restricciones técnicas sobre las solicitudes automatizadas.

Asimismo, le pedimos que:

- + *Haga un uso exclusivamente no comercial de estos archivos* Hemos diseñado la Búsqueda de libros de Google para el uso de particulares; como tal, le pedimos que utilice estos archivos con fines personales, y no comerciales.
- + *No envíe solicitudes automatizadas* Por favor, no envíe solicitudes automatizadas de ningún tipo al sistema de Google. Si está llevando a cabo una investigación sobre traducción automática, reconocimiento óptico de caracteres u otros campos para los que resulte útil disfrutar de acceso a una gran cantidad de texto, por favor, envíenos un mensaje. Fomentamos el uso de materiales de dominio público con estos propósitos y seguro que podremos ayudarle.
- + *Conserve la atribución* La filigrana de Google que verá en todos los archivos es fundamental para informar a los usuarios sobre este proyecto y ayudarles a encontrar materiales adicionales en la Búsqueda de libros de Google. Por favor, no la elimine.
- + *Manténgase siempre dentro de la legalidad* Sea cual sea el uso que haga de estos materiales, recuerde que es responsable de asegurarse de que todo lo que hace es legal. No dé por sentado que, por el hecho de que una obra se considere de dominio público para los usuarios de los Estados Unidos, lo será también para los usuarios de otros países. La legislación sobre derechos de autor varía de un país a otro, y no podemos facilitar información sobre si está permitido un uso específico de algún libro. Por favor, no suponga que la aparición de un libro en nuestro programa significa que se puede utilizar de igual manera en todo el mundo. La responsabilidad ante la infracción de los derechos de autor puede ser muy grave.

Acerca de la Búsqueda de libros de Google

El objetivo de Google consiste en organizar información procedente de todo el mundo y hacerla accesible y útil de forma universal. El programa de Búsqueda de libros de Google ayuda a los lectores a descubrir los libros de todo el mundo a la vez que ayuda a autores y editores a llegar a nuevas audiencias. Podrá realizar búsquedas en el texto completo de este libro en la web, en la página <http://books.google.com>



Informazioni su questo libro

Si tratta della copia digitale di un libro che per generazioni è stato conservata negli scaffali di una biblioteca prima di essere digitalizzato da Google nell'ambito del progetto volto a rendere disponibili online i libri di tutto il mondo.

Ha sopravvissuto abbastanza per non essere più protetto dai diritti di copyright e diventare di pubblico dominio. Un libro di pubblico dominio è un libro che non è mai stato protetto dal copyright o i cui termini legali di copyright sono scaduti. La classificazione di un libro come di pubblico dominio può variare da paese a paese. I libri di pubblico dominio sono l'anello di congiunzione con il passato, rappresentano un patrimonio storico, culturale e di conoscenza spesso difficile da scoprire.

Commenti, note e altre annotazioni a margine presenti nel volume originale compariranno in questo file, come testimonianza del lungo viaggio percorso dal libro, dall'editore originale alla biblioteca, per giungere fino a te.

Linee guida per l'utilizzo

Google è orgoglioso di essere il partner delle biblioteche per digitalizzare i materiali di pubblico dominio e renderli universalmente disponibili. I libri di pubblico dominio appartengono al pubblico e noi ne siamo solamente i custodi. Tuttavia questo lavoro è oneroso, pertanto, per poter continuare ad offrire questo servizio abbiamo preso alcune iniziative per impedire l'utilizzo illecito da parte di soggetti commerciali, compresa l'imposizione di restrizioni sull'invio di query automatizzate.

Inoltre ti chiediamo di:

- + *Non fare un uso commerciale di questi file* Abbiamo concepito Google Ricerca Libri per l'uso da parte dei singoli utenti privati e ti chiediamo di utilizzare questi file per uso personale e non a fini commerciali.
- + *Non inviare query automatizzate* Non inviare a Google query automatizzate di alcun tipo. Se stai effettuando delle ricerche nel campo della traduzione automatica, del riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) o in altri campi dove necessiti di utilizzare grandi quantità di testo, ti invitiamo a contattarci. Incoraggiamo l'uso dei materiali di pubblico dominio per questi scopi e potremmo esserti di aiuto.
- + *Conserva la filigrana* La "filigrana" (watermark) di Google che compare in ciascun file è essenziale per informare gli utenti su questo progetto e aiutarli a trovare materiali aggiuntivi tramite Google Ricerca Libri. Non rimuoverla.
- + *Fanne un uso legale* Indipendentemente dall'utilizzo che ne farai, ricordati che è tua responsabilità accertarti di farne un uso legale. Non dare per scontato che, poiché un libro è di pubblico dominio per gli utenti degli Stati Uniti, sia di pubblico dominio anche per gli utenti di altri paesi. I criteri che stabiliscono se un libro è protetto da copyright variano da Paese a Paese e non possiamo offrire indicazioni se un determinato uso del libro è consentito. Non dare per scontato che poiché un libro compare in Google Ricerca Libri ciò significhi che può essere utilizzato in qualsiasi modo e in qualsiasi Paese del mondo. Le sanzioni per le violazioni del copyright possono essere molto severe.

Informazioni su Google Ricerca Libri

La missione di Google è organizzare le informazioni a livello mondiale e renderle universalmente accessibili e fruibili. Google Ricerca Libri aiuta i lettori a scoprire i libri di tutto il mondo e consente ad autori ed editori di raggiungere un pubblico più ampio. Puoi effettuare una ricerca sul Web nell'intero testo di questo libro da <http://books.google.com>

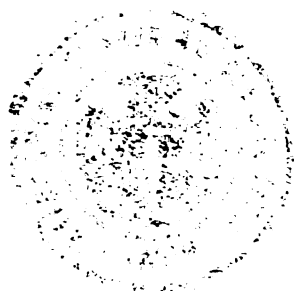
Scatt.G



398-1

Scaff. ~~4~~





5M135

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

VOLUME UNDECIMO

XXVIII DEGLI ATTI



REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE

MILANO — Via S. Paolo, 10

1924

PROPRIETÀ LETTERARIA

È vietato riprodurre articoli della presente Rivista senza citarne la fonte.

I nomi degli Autori in maiuscolo si riferiscono a scritti originali, quelli in corsivo a recensioni.
(A) comunicazione; (D) discussione; (L) lettere alla Redazione; (R) riassunti; (r) recensione di libri.

| | | | |
|---|-----------------|--|------|
| Adams H. H. — Vetture tramviarie leggere a due carrelli . . . | 726 | Carrara N. — Sulla riflessione totale dei raggi X . . . | 995 |
| Alberti E. e Leithäuser G. — Un nuovo metodo per la misura della lunghezza delle onde di servizio nelle stazioni radiotelegrafiche trasmettenti . . . | 572 | CESARI P. E. — Libri e metodi per l'insegnamento professionale (L) . . . | 245 |
| ALESSANDRI E. — Composizione, microstruttura e proprietà della porcellana (A) . . . | 285 | Chaffee E. L. — Studio oscillografico delle caratteristiche dei triodi . . . | 504 |
| ANGELETTI G. B. — Fulminazione e respirazione artificiale (L) . | 175 | Chireix H. — Nuovi metodi per la misura della resistenza di un circuito di corrente oscillatoria . . . | 752 |
| ARIGO G. — La sala prova della Manifattura isolatori vetro di Acqui (A) . . . | 344 | CIAMPI G. — Sull'influenza della illuminazione nella produttività delle officine (A) . . . | 609 |
| Arnold H. D. e Elmen G. W. — Una nuova lega ferromagnetica «Permalloy» . . . | 37 | CIOCCIA D. — In tema di istruzione professionale (L) . . . | 344 |
| Arnold H. D. e Espenchied L. — Radiotelegrafia attraverso l'Atlantico . . . | 84 | — Per la diffusione nelle scuole del pensiero degli uomini (L) . | 902 |
| ASCOLI M. — L'illuminazione elettrica. I progressi compiuti e le possibilità future . . . | 281 | CIVALLERI G. F. — A proposito di lunghe campane (L) . . . | 198 |
| ASTA A. — Le variazioni della tensione nelle reti di distribuzione e la loro influenza sulla economia della luce prodotta con lampade a incandescenza (A) . . . | 650 | CIVITA D. — Legislazione e statistica della illuminazione in Italia (A) . . . | 890 |
| Austin A. O. — Sistemi isolanti studiati per impedire la formazione di archi sulle linee di trasmissione di grande lunghezza e di piccolo scartamento . . . | 64 | CLERICI C. — L'illuminazione nell'industria elettrica . . . | 494 |
| BACCHINI C. — I pirometri termoelettrici . . . | 119 | — Stato attuale della fabbricazione delle lampade ad incandescenza (A) . . . | 546 |
| Bachelery A. — L'elettrificazione della rete ferroviaria del « Midi » in Francia . . . | 103 | — Problemi di illuminazione . . . | 553 |
| Backer W. R. G. — La stazione di radiodiffusione della General Electric Company a Schenectady . . . | 974 | — Di un codice della illuminazione (A) . . . | 599 |
| BARBAGELATA A. — Possibilità di progressi nella tecnica delle misure industriali . . . | 21 | Corbett L. I. — Disposizioni adottate per l'isolamento sui pali di amarraggio . . . | 320 |
| Bartorelli A. — Sulla opportunità di basare i sistemi di unità di misura sopra quattro unità fondamentali . . . | 391 | CORBINO O. M. — Giuseppe Colombo . . . | 237 |
| Bellini E. — Un nuovo radiogoniometro unilaterale . . . | 996 | — Limiti e condizioni di una buona ricezione in radiotelegrafia . | 239 |
| BELLUZZO G. — I gruppi generatori nelle centrali idroelettriche del domani (A) . . . | 376 | CORREGGIARI F. — Sulle targhe dei trasformatori (L) . . . | 295 |
| Bender R. H. — Risultati ottenuti con l'applicazione del metodo Taylor in una officina di costruzioni meccaniche . . . | 249 | Crichton L. N. — Un nuovo relais per sezionare automaticamente le reti di distribuzione . . . | 176 |
| Bergman S. R. — Un generatore a corrente continua per alta tensione . . . | 350 | Dagory A. — Applicazioni della metallizzazione ottenuta col procedimento Schoop . . . | 63 |
| Bernabe P. — La trazione su strada con accumulatori . . . | 17 | D'ANGELO E. — Cavi e condutture per circuiti di illuminazione con lampade in serie (A) . . . | 635 |
| BIANCHI G. — Riassunto di studi su locomotori con motori asincroni (A) . . . | 334-361 | DANTI M. — Sul limite di installabilità delle turbine Francis (L) . | 973 |
| Blondel A. — Note sui triodi . . . | 39 | Darriens G. e Desbarres H. — Nuovo tipo di pali per linee elettriche . . . | 154 |
| Doddie C. A. e Cooke M. W. — I limiti dell'impiego della telefonia mediante correnti ad alta frequenza . . . | 86 | DE FAZI R. — L'energia raggianti nella chimica industriale (A) . | 762 |
| BÖHM M. — Relazione sulla VI sessione della Riunione di Ginevra 21-25 luglio 1924 della Commissione internazionale della Illuminazione (A) . . . | 991 | Dellinger I. H. - Whittemore L. E. - Kruse S. — Uno studio sulla fluttuazione dell'intensità dei segnali radiotelegrafici . . | 680 |
| BOLOGNINI A. — La scarica elettrica non uccide? (L) . . . | 83 | DEL NUNZIO B. — Misure balistiche sui triodi . . . | 413 |
| BORDONI U. — I fenomeni elettrici dell'atmosfera e la protezione degli edifici dalle scariche temporalesche . . . | 190-213-240-261 | DE MARCHI G. — Gli studi tecnici e l'applicazione della riforma Gentile . . . | 290 |
| — Alcune ricerche sopra i fenomeni di abbagliamento (A) . . . | 585 | — Relazione sulle disponibilità ed utilizzazione delle energie del Paese (A) . . . | 922 |
| Borgquist D. W. — Sugli isolatori per linee ad alta tensione . . | 275 | — Organizzazione delle ricerche sul regime dei corsi d'acqua e della utilizzazione (A) . . . | 925 |
| BOSELLI L. — Turbina a due salti (L) . . . | 247 | De Raemy H. — Sottostazione ferroviaria all'aperto . . . | 506 |
| BOTTANI E. — La moderna matematica dei circuiti trifasi 739-768-928-966 . . . | 1013 | DIENA C. — Esposizione radiotelegrafica di Torino (L) . . . | 153 |
| Buffault P. — L'utilizzazione dell'energia idraulica in Francia . . | 459 | Dufour A. - Mesny R. — Studio oscillografico di alcuni generatori a triodi . . . | 785 |
| Byrnes I. F. — Trasmettitore radiotelegrafico e radiotelefonico di piccola potenza . . . | 462 | Dummore W. e Engel H. — Radiotelegrafia direttiva con onde di 10 metri . . . | 63 |
| CAGLI C. - ALBERTI L. — La ricostruzione della centrale del Ponale — Sulle targhe dei trasformatori (L) . . . | 56 | Eckersley P. P. — Recenti progressi della radiotelegrafia in Duplex . | 178 |
| Calas P. — Il telestereografo Belin per la trasmissione a distanza delle fotografie . . . | 229 | Fantoli G. — Intorno ai problemi delle dighe per serbatoi e del loro tipo nelle applicazioni italiane . . . | 784 |
| Campetti A. — Teoria elettrica dell'affinità e della valenza . . . | 202 | FAUCONNIER. — Un nuovo tubo a raggi X auto-protettore (A) . . | 977 |
| CAMPOS G. — Funzionamento di più linee in parallelo (L) . . . | 153 | Fermi E. — Correzione di una contraddizione tra la teoria elettrodinamica e quella relativistica delle masse elettromagnetiche . | 84 |
| CANGIA D. — In materia di distribuzione di energia elettrica (L) . | 502 | — Formazione di immagini coi raggi Röntgen . . . | 99 |
| CAROZZI L. — Sulla igiene della illuminazione (A) . . . | 896 | Ferry A. — La rete di cavi telefonici a lunga distanza in Olanda . | 248 |
| Carpentier H. — Il motore sincro, per regolare il fattore di potenza e regolare la tensione di una linea . . . | 567 | FIACHETTI M. — Applicazioni di relais sintonizzati per differenziazione . . . | 1023 |
| | | FILIPPINI G. — Contributo alla teoria degli amplificatori a reazione . | 915 |
| | | FOCACIA B. — Sulla determinazione del fattore di potenza nei circuiti trifasi squilibrati (A) . . . | 292 |
| | | — Sulla maniera di attenuare i battimenti prodotti dai dispositivi a derivazione induttiva dissonanti (A) . . . | 957 |
| | | Forsythe W. E. — La temperatura e luminosità delle lampade a tungsteno . . . | 908 |

| | | | |
|---|-------------|--|--------|
| S. B. Fortenbanch. — Le economie di esercizio in seguito alla elettrificazione della ferrovia Paulista | 908 | NORSA R. — Una campata di 900 metri in una linea a 130.000 Volt | 142 |
| FRACANZANI G. — Sulla energia reattiva nella economia generale della produzione e della distribuzione dell'energia elettrica | 90 | — A proposito di lunghe campate (L) | 229 |
| GALLO G. — Il problema del combustibile liquido (A) | 465 | — Sviluppo e limiti dei collegamenti e dei paralleli tra grandi sistemi elettrici (A) | 989 |
| GASPARONI — Gli impianti della « Interregionale Cisalpina » (L) | 782 | OCCHIALINI A. — Istruzione industriale | 149 |
| GHERARDI A. — I tubi luminosi a gas rarefatto e le loro applicazioni pratiche | 679 | Osborne H. S. — Comunicazioni telefoniche a grande distanza | 1027 |
| GINORI CONTI P. — La centrale geotermica di Larderello (A) | 901 | PARIS M. — Sui cicli asimmetrici di isteresi magnetica in un campo di direzione costante (A) | 370 |
| Giulietti G. e Pugno-Vanoni E. — Uso del tubo di Braun per prove sui dielettrici | 614 | — Variazioni di temperatura e di emissione elettronica di un filamento di tungsteno reso incandescente da corrente alternata (A) | 673 |
| GOLA G. — Sul « Transverter » (L) | 503 | — Misure balistiche di valori massimi per mezzo dei diodi (A) | 686 |
| Gruschke G. — Lo sviluppo degli amplificatori telefonici | 232 | Parodi H. — Nuovi locomotori elettrici a corrente continua a 650 volt, da 200, H. P. della Compagnia d'Orléans | 15 |
| Gullino A. C. — Il nuovo trattato di commercio italo-spagnolo | 18 | PASSERINI L. — Le linee elettriche in Sardegna (A) | 718 |
| Hanff F. — Posa di cavi sottomarini ad alta tensione in Norvegia | 231 | PELLÒ L. F. — L'occhio umano e l'illuminazione (A) | 548 |
| L. A. Hawkins. — La luce della conoscenza e la conoscenza della luce | 908 | — Effetti del colore delle pareti e dei soffitti sull'illuminazione risultante (A) | 551 |
| Hayden I. L. e Eddy W. L. — Rapporto fra i valori della rigidità dielettrica con tensioni alternate e continue | 61 | PEREGO A. — Telefonia ad onde convogliate (L) | 125 |
| Hellmüt S. — Misure di vuoto mediante tubi elettronici usati come manometri a ionizzazione | 569 | PERI A. — Tariffe e cos ϕ (L) | 125 |
| Helms H. — Effetto dell'emissione elettronica sulla distribuzione della temperatura nei filamenti di tungsteno dei tubi a vuoto | 566 | PERI G. — Alcuni rilievi sperimentali sulla illuminazione di interni (A) | 558 |
| Hudson J. — Sviluppo dei grandi forni elettrici per fusioni | 102 | — La nostra situazione in illuminazione, a che punto siamo e dove dobbiamo tendere (A) | 629 |
| Hoffman O. — Contributo al calcolo statico delle condotte forzate | 783 | Persico E. — Sulle correnti rotanti | 83 |
| Horton C. E. — Radiogoniometria a bordo di navi in ferro' | 154 | PETRITSCH F. — La telefonia con cavi subacquei dalle origini fino ad oggi | 454 |
| Jüngmichl H. — Forma della curva di corrente e fattore di potenza nei raddrizzatori a mercurio | 645 | PICKER G. — La regolazione automatica delle piccole centrali elettriche col regolatore rapido sistema « Mes » (A) | 660 |
| LABOCCETTA L. — Un metodo per la rappresentazione analitica sotto forma finita delle funzioni periodiche poligonali o comunque irregolari | 442-471-496 | PIERINI P. — Di un sistema assai semplice per la misura di piccole capacità e di grandi resistenze (L) | 700 |
| LANA P. — Interruttore elettro-sintonico Bruné | 452 | Pierucci M. — Ricerche sperimentali sull'arco elettrico | 126 |
| lange H. T. — Osservazioni di temperatura ambiente | 248 | PIVA A. C. — Il selettore « lum » e le sue applicazioni negli impianti elettrici | 141 |
| Leboucher M. — Le linee di contatto per grandi velocità | 321 | PIZZUTI M. — Calcolo economico delle reti agricole | 79 |
| Léeros L. — Dati di confronto per l'uso di alluminio e rame nelle linee aeree | 460 | Pomerol L. — Rapporto sugli isolatori sospesi | 231 |
| Lejay P. — Contributo allo studio degli amplificatori a bassissima frequenza | 155 | Pontremoli A. — Sulla scarica dei gas rarefatti | 783 |
| L'ÉPLATTENIER. — Sul numero delle rotture e sulle camere di compressione negli interruttori (L) | 58 | Poulsen A. — Sopra una nuova definizione dell'attenuazione nei circuiti telefonici | 423 |
| — Interruttori automatici in olio | 222 | Puccianti L. — La determinazione geometrica della lunghezza d'onda dei raggi Röntgen | 480 |
| Lequerler G. — Sulla sicurezza alla perforazione di una catena d'isolatori a sospensione | 275 | PUGNO-VANONI E. — Oscillografo elettrostatico trasportabile per lo studio dei generatori di raggi Roentgen | 389 |
| Lo PRESTI M. — Una speciale unità idraulica di riserva | 114 | — Alcune prove su di un moderno impianto per Roentgenterapia | 528 |
| — Ruote Pelton moderne | 169 | — Chilovoltmetro elettrostatico di cresta per alte ed altissime tensioni | 766 |
| Turbina a due salti (L) | 319 | — Uso del tubo di Braun per prove sui dielettrici a varie tensioni e temperature | 995 |
| Luke G. E. — Il raffreddamento delle macchine elettriche | 346 | Razous P. — Le distribuzioni rurali di elettricità in Francia | 205 |
| — Temperature limiti di motori elettrici per trazione e loro determinazione | 203 | REBECCHINI S. — Riflettori e diffusori esaminati in rapporto alla illuminazione degli ambienti interni (A) | 695 |
| Lussana S. — Influenza della pressione sulla conducibilità calorifica ed elettrica dei metalli e la legge Wiedemann-Franz | 378 | REBORA G. — Misura delle frecce | 49 |
| MAGRINI A. — In tema di istruzione industriale (L) | 198 | — Le targhe dei trasformatori (L) | 126 |
| — Sulla organizzazione dei Politecnici (L) | 390 | Reichl W. — Attraverso la Svezia con locomotive a corrente alternata | 250 |
| Malgouze M. — Per ricevere le onde molto corte | 997 | RENZI R. — A proposito delle Norme Internazionali per gli Oli (L) | 700 |
| MANFREDI F. — Su di una linea a 135.000 volt recentemente costruita in Italia a grande altezza sul livello del mare | 50 | REVESSI G. — Il controllo sperimentale delle correnti vaganti | 271 |
| — Regolamenti e norme per le grandi linee elettriche, alla conferenza internazionale di Parigi | 313 | — In tema di lampade e di scarti di tensione (A) | 641 |
| MANGIAGALLI L. — Sviluppo recente nella costruzione delle dighe italiane (A) | 1006 | RICCI L. — Le centrali termoelettriche con combustibili nazionali ed il problema dell'azoto (A) | 195 |
| Marchand H. — Nuove applicazioni dei tubi a gas rari | 505 | RODOCANACHI D. — Sul rifasamento delle reti (L) | 57-229 |
| Marconi G. — Radiotelegrafia direzionale a onde corte | 907 | Rüdenberg R. — Perdite addizionali nelle macchine sincrone, e loro misura | 298 |
| MARIETTI S. — Brevi note sui « getters » usati nella fabbricazione delle lampadine elettriche (A) | 643 | SALOM G. — Esperienze di trasmissione radio su onde corte (L) | 151 |
| MATTEINI C. — Progetto di tubi elettronici per radiotelegrafia (A) | 621 | Salomon B. — Sulle analogie giroscopiche delle macchine elettriche sincrone e asincrone | 350 |
| Mayer R. — Auto avviamento dei motori in corto circuito | 379 | SANDONNINI L. — Nuove vedute in materia di distribuzione di energia elettrica (A) | 385 |
| Mc. Eachron K. B. — Due metodi fotografici per studiare le scariche ad alta tensione | 296 | San Nicolò R. — Rassegna economica 40-106-182-251-326-394-488-576-728-940-1000 | 993 |
| Meissner A. — Uso dell'ondometro come oscillografo | 540 | — La mostra dell'illuminazione alla XXIX riunione dell'A. E. I. | 521 |
| MEDICI A. — Variazioni di temperatura e di splendore di un filamento di tungsteno reso incandescente da corrente alternata (A) | 677 | SARTORI G. — Motore asincrono auto-compensato (A) | 521 |
| Mesnard G. — La grafite e il suo uso nella industria | 420 | Saulsbury R. J. — Il funzionamento in derivazione delle convertitrici rotanti nelle sottostazioni per servizio di trazione | 480 |
| Mesny P. — Le onde cortissime | 571 | Schmidt H. — Un nuovo tipo di moltiplicatore di frequenza per apparati radiotelegrafici | 937 |
| Meyjath G. L. — Alcuni locomotori monofasi delle Ferrovie Federali svizzere | 787 | Schurig O. R. — Determinazione sperimentale delle correnti di corto circuito nelle reti di conduttori | 60 |
| Michaud F. — Al confine superiore della scala delle frequenze | 378 | Sellerio A. — Effetto galvanomagnetico di nuovo tipo | 84 |
| MILANI A. — Segnali ferroviari ed illuminazione elettrica | 276 | SELMO L. — Contributo agli studi sulla portata dei cavi ad alta tensione | 165 |
| MONTEFINALE G. — Sulla tecnica degli alti vuoti per tubi elettronici (A) | 618 | SEMEZIO G. — Alcune considerazioni sul problema degli scambi di energia fra reti elettriche (A) | 309 |
| Montsinger V. M. — Effetti della durata e della frequenza sulle prove di isolamento dei trasformatori | 1026 | SEMEZIO M. — La trazione elettrica ferroviaria in Italia e all'estero | 95 |
| Morrison G. — Le lampade elettriche ad incandescenza dal 1907 al 1922 | 902 | Scott-Taggart J. — Riduzione dell'interferenza fra le radiocomunicazioni e migliore utilizzazione dei ricevitori a triodi | 202 |
| MOTTA G. — Sulla coesistenza di centrali idrauliche e termiche con speciale riguardo all'economia della produzione e alla necessità dell'integrazione e della riserva (A) | 964 | Slee J. A. — Recenti progressi nell'applicazione della radiotelegrafia alle navi | 86 |
| Nather E. — Influenza elettrostatica delle linee trifasi, senza neutro a terra, su quelle a correnti deboli | 503 | Sleeper F. P. — Sistema di relais a selezione per l'anello a 66.000 Volt della Duquesne Light Co. | 59 |
| NERI F. — Alcune osservazioni intorno alla regolazione della tensione (A) | 689 | Smith M. W. — Generatori e condensatori sincroni per lunghe linee di trasmissione | 323 |
| Neumann E. — Messa a terra del neutro in reti di cavi | 379 | | |
| NOBILI D. — Folgore globulari (L) | 418 | | |

| | | | |
|---|------|---|------|
| SOLERI E. — Sui cavi ad alta tensione | 54 | TREVES S. R. — Dimostrazione mediante la teoria del potenziale di uno dei teoremi fondamentali dell'elettrotecnica | 174 |
| — Sulla elettrificazione delle ferrovie e delle tramvie (L.) | 724 | UCELLI G. — Ruote Pelton moderne (L) | 247 |
| SOMEDA G. — Alcuni dati sperimentali sulla illuminazione degli ambienti interni (A) | 665 | — La tecnica moderna delle turbine idrauliche italiane (A) | 775 |
| Stefanini A. — Il fonometro di Zwaardemaker e la misura fisiologica del suono | 783 | VALLAURI G. — Il centro radiotelegrafico di Coltano | 2-27 |
| Steinert. — Compensazione delle dilatazioni negli strumenti termici . . | 645 | Valle G. — Sull'effetto dell'aumento della temperatura sulle scariche elettriche discontinue | 18 |
| Steinmetz W. R. — L'elettrificazione è principalmente un problema finanziario | 39 | — Fotografie di scariche elettriche con la colonna positiva in moto . . | 974 |
| Sterzel K. A. — Voltmetro elettrostatico per alte tensioni alternate . . | 276 | VANDEPERRE G. F. — Sulle scariche atmosferiche di forma globulare . . | 270 |
| STORCHI G. — Illuminazione dei segnali ferroviari (L) | 319 | VANNOTTI E. — Scala delle tensioni normali per le macchine e gli apparecchi ad alta tensione | 13 |
| — Sui sistemi di distribuzione della corrente per pubblica illuminazione (A) | 565 | VENTURINI G. P. — Prova degli isolatori in esercizio col «fiochetto acustico» | 45 |
| Strand E. B. — Limiti di portata di un impianto con lunghe linee di trasmissione | 704 | — Servizio di vendita di energia elettrica, lettura dei contatori, fatturazione ed esazione in una azienda di distribuzione di energia elettrica a piccoli utenti (A) | 535 |
| Stumpner W. — Lo sviluppo dei contatori | 200 | Wagner R. — Proprietà generali delle catene di conduttori | 702 |
| Tagliaferri L. — Studi per perfezionare la tecnica della costruzione e dell'esercizio dei forni metallurgici | 177 | Warner J. C. — Recenti progressi nei tubi elettronici riceventi ad alto vuoto | 705 |
| Thomas P. H. — Le trasmissioni ultrapotenti - Convenienza e limiti delle trasmissioni elettriche a grandissime distanze | 753 | Weinberger J. — Registrazioni di segnali ad alta velocità nella radiotelegrafia | 422 |
| Thomson E. — Il quarzo fuso | 903 | Wilkins R. — Uno studio dell'irregolarità della reazione nelle turbine Francis | 302 |
| TOMASICCHIO R. — Sul rifasamento delle reti (L) | 152 | ZEVI G. — Classifichiamo le lampade in «Lumen» e non in «candele» (A) | 612 |
| Topping V. — Campi d'azione rispettivi di alcuni mezzi di trasporto urbano | 1028 | | |

INDICE DELLE MATERIE

SOMMARIO: 1. A. E. I. — 2. Accumulatori ed accumulazione dell'energia — 3. Apparecchi di manovra, regolazione, protezione, ecc. — 4. Applicazioni agricole — 5. Applicazioni termiche — 6. Applicazioni varie — 7. Bilanci, Dividendi e Notizie delle Società elettriche — 8. Brevetti — 9. Condutture — 10. Costruzioni elettromeccaniche — 11. Decreti, leggi, norme e regolamenti — 13. Elettrochimica ed elettrometallurgia — 14. Elettrofisica — 15. Elettrotecnica generale — 16. Fisica e chimica — 17. Generatori elettrici e pile — 18. Idraulica — 19. Illuminazione e fotometria — 20. Impianti — 21. Indice bibliografico — 22. Industria nazionale — 23. Insegnamento, istituti, scuole e laboratori — 24. Libri e pubblicazioni — 25. Magnetofisica — 26. Materiali — 27. Meccanica — 28. Misure: metodi ed istrumenti — 29. Motori elettrici — 30. Motori primi, caldaie, ecc. — 31. Necrologie — 32. Note e questioni economiche, finanziarie e politiche — 33. Note e questioni legali — 34. Radiotelegrafia e radiotelefonica — 35. Società scientifiche, associazioni, concorsi, ecc. — 37. Tarifficazione e vendita — 38. Telefonica, telegrafia, segnalazioni — 39. Trasformatori, convertitori, raddrizzatori, ecc. — 40. Trasmissione e distribuzione — 41. Trazione e propulsione — 42. Varie.

1. - A. E. I.

a) Comunicati.

| | |
|---|--------------|
| Nuovo progetto di legge sull'elettrodotto | 398 |
| Partecipazione italiana alla 3 ^a Conferenza internazionale a Parigi sulle reti ad altissima tensione | 411-584-1032 |

b) Consiglio Generale.

| | |
|---|-----|
| Per l'organizzazione della riunione annuale | 161 |
| Il Consiglio Generale e la Riunione annuale | 189 |
| Consiglio generale | 206 |
| Assemblea generale dell'A. E. I. | 438 |

c) Riunioni annuali.

| | |
|---|-------------------------------------|
| Rendiconti della riunione annuale | 44 |
| Per l'organizzazione della Riunione annuale | 161 |
| La XXIX Riunione Sociale: | |
| Note di redazione | 189-213-465-493-545-585-617-649-685 |
| Programmi | 234-541-583-615-648-681 |
| Cronaca | 707-732 |
| La riunione dello scorso autunno a Venezia: | |
| Nota di redazione | 333 |
| Verballi | 353-381-400-433 |
| La «prossima» riunione annuale a Napoli | 709 |
| La mostra dell'Illuminazione alla XXIX riunione dell'A. E. I. | 993 |

d) Sezioni.

| | |
|-----------------|---|
| Sezione di Bari | 20-186-281-542-584 |
| » » Bologna | 88-111-161-210-360-411-440-616 |
| » » Catania | 140-234-308-584 |
| » » Firenze | 236 |
| » » Genova | 211-308-732 |
| » » Milano | 44-88-140-161-210-234-277-303-329-357-384-440-1004-1032 |
| » » Napoli | 138-186-235-518 |
| » » Palermo | 188-236 |
| » » Roma | 259-542 |
| » » Torino | 20-464-517-760 |
| » » Trento | 308 |
| » Sarda, | 44 |
| » di Trieste | 360 |
| » Veneta | 384-464 |

e) Commissioni e Comitati.

| | |
|---|----------------|
| Commissione elettrotecnica internazionale | 19-508-521-537 |
| Comitato elettrotecnico italiano | 140 |
| Comitato nazionale per l'illuminazione ed il riscaldamento | 140 |
| Norme per gli oli, per le tubazioni, per le macchine | 113 |
| Norme per la fornitura e il controllo degli oli per trasformatori ed apparecchi elettrici | 131 |
| Osservazioni sulle norme per la costruzione ed il collaudo delle condotte metalliche | 135 |
| Norme per gli oli | 160 |
| Comitato elettrotecnico, italiano | 161-759 |
| Comitato Nazionale Italiano per l'illuminazione ed il riscaldamento | 259 |
| La prossima riunione internazionale a Londra | 411 |
| La prossima riunione di Spezia ed il Vocabolario della Illuminazione | 465 |
| Vocabolario della Illuminazione | 482 |
| Norme per gli Impianti di bordo | 491 |

| | |
|--|--------------|
| La terza Conferenza internazionale sulle reti ad alta tensione | 545-584-1032 |
| Le «Norme, Oli» e la Commissione governativa | 615 |
| Commissioni e Comitati dell'A.E.I. | 682 |
| La riunione di Spezia e la Commissione internazionale dell'Illuminazione | 977 |
| VI Sessione. - Riunione di Ginevra, 21-25 luglio 1924, della Commissione internazionale della Illuminazione: | |
| Note di redazione | 977 |
| Cronaca | 991 |

f) Votazioni - Statuto - Regolamento.

| | |
|---------------------------------|-------|
| Referendum ed elezioni generali | 1 |
| Votazione e scrutinio | 20 |
| Elezioni e referendum | 44-67 |
| La nuova Presidenza | 45 |
| Verbale dello scrutinio | 67 |

g) Varie.

| | |
|--|--------------------------------------|
| Anno nuovo | 1 |
| I primi atti della nuova Presidenza | 68 |
| La nuova «Agenda dell'A.E.I.» | 69 |
| Necrologio - Angelo Bianchi | 110 |
| Personalità | 140-236-260-284-440-464-616-976-1032 |
| Il catalogo della Biblioteca Centrale dell'A.E.I. | 141-162 |
| Gli articoli monografici e la funzione della stampa tecnica | 189 |
| Il nuovo Presidente generale dell'A.E.I. | 206 |
| Il discorso del Ministro Corbino a Milano | 237 |
| Giuseppe Colombo - O. M. Corbino | 237 |
| La continuità dell'esercizio dei grandi impianti alla Conferenza di Parigi | 261 |
| Consoci onorevoli | 303 |
| Partecipazione italiana alla III conferenza internazionale sulle reti ad alta tensione | 411 |
| La «World Power Conference»: | |
| Note di redazione | 413-441-465-493 |
| Cronaca | 424-481-507 |
| Associazione elettrotecnica italiana | 682 |
| Il nuovo Annuario dell'A.E.I. | 709 |
| Il Congresso dell'Associazione Nazionale Ingegneri e l'interconnessione degli impianti elettrici | 726-788 |
| Il nuovo Consiglio Superiore dei LL. PP. | 909 |
| Le pubblicazioni dell'A. E. I. | 913 |
| L'annuario dell'A. E. I. | 1005 |

2. - Accumulatori ed accumulazione dell'energia.

Note di redazione.

| | |
|---------------------------------|-----|
| Norme per gli impianti di bordo | 493 |
|---------------------------------|-----|

Sunti e sommari.

| | |
|--|-----|
| La trazione su strada con accumulatori P. Bernabe | 17 |
| Forma della curva di corrente e fattore di potenza nei raddrizzatori a mercurio H. Jüngnickl | 645 |

Norme - leggi - decreti.

| | |
|--|-----|
| Schema di norme per gli impianti elettrici a bordo | 508 |
|--|-----|

Libri e pubblicazioni.

| | |
|--|-----|
| Gli accumulatori elettrici - P. Del Guasta | 160 |
|--|-----|

3. - Apparecchi di manovra, protezione, regolazione, ecc.*Note di redazione.*

| | |
|--|------|
| La unificazione delle alte tensioni | 1 |
| Costruzione ed esercizio delle grandi linee aeree | 45 |
| Norme per gli oli, per le tubazioni, per le macchine | 113 |
| La protezione contro le sovracorrenti e il nuovo selettore Jum | 141 |
| Gli articoli monografici e la funzione della stampa tecnica | 189 |
| Sui fenomeni dell'elettricità atmosferica | 213 |
| La tecnica dei moderni interruttori | 213 |
| I danni del fulmine alle cose e alle persone | 237 |
| Parafulmini e folgori globulari | 261 |
| Comando a distanza degli interruttori per l'illuminazione pubblica | 441 |
| Norme per gli impianti di bordo | 493 |
| La regolazione della tensione | 649 |
| Regolazione di tensione e riflettori per lampade | 685 |
| La protezione contro le sovracorrenti nelle moderne centrali | 737 |
| La bobina di Petersen ed i problemi relativi | 945 |
| Relais differenziali sintonizzati | 1005 |

Articoli e comunicazioni.

| | |
|---|-----------------|
| Scala delle tensioni normali per le macchine e gli apparecchi ad alta tensione - E. Vannotti | 13 |
| Prova degli isolatori in esercizio col «fioretto acustico» - P. G. Venturini | 45 |
| Il selettore «Jum» e le sue applicazioni negli impianti elettrici - A. C. Piva | 141 |
| I fenomeni elettrici dell'atmosfera e la protezione degli edifici dalle scariche temporalesche - U. Bordoni | 190-213-240-261 |
| Interruttore elettro-sintonico Bruné - P. Lana | 452 |
| La regolazione automatica delle piccole centrali elettriche col regolatore rapido sistema «Mes» - G. Picker | 660 |
| Alcune osservazioni intorno alla regolazione della tensione - F. Neri | 689 |
| Riflettori e diffusori esaminati in rapporto alla illuminazione degli ambienti interni - S. Rebecchini | 695 |
| L'impianto di Temù in Valle Camonica della Società gen. Elettrica dell'Adamello | 710-746 |
| Sulla maniera di attenuare i battimenti prodotti dai dispositivi a derivazione induttiva dissonanti - B. Focaccia | 957 |
| Applicazione di relais sintonizzati per differenziazione - M. Fiachetti | 1023 |

Riassunti.

| | |
|--|-----|
| Interruttori automatici in olio - O. L'Eplattenier | 222 |
|--|-----|

Lettere alla redazione.

| | |
|---|-----|
| Sul numero delle rotture e sulle camere di compressione negli interruttori - O. L'Eplattenier | 58 |
| A proposito delle Norme internazionali per gli Oli - R. Renzi | 700 |

Sunti e sommari.

| | |
|--|-----|
| Sistema di relais a selezione per l'anello a 66.000 V della Duquesne Light Co. - F. P. Sleeper | 59 |
| Un nuovo relais per sezionare automaticamente le reti di distribuzione - L. N. Crichton | 176 |
| Nuovo scaricatore a corno della Metropolitan Vickers Electrical Company | 347 |

Cronaca.

| | |
|---|-----|
| Le «Norme Oli» e la Commissione governativa | 615 |
|---|-----|

Norme - leggi - decreti.

| | |
|--|---------|
| Norme per la fornitura ed il controllo degli oli per trasformatori ed apparecchi elettrici | 131-398 |
| Schema di Norme per gli impianti elettrici a bordo | 508 |

Libri e pubblicazioni.

| | |
|---|---------|
| Costruzioni elettromeccaniche - E. Morelli | 19-1004 |
| Descrizione del brevetto «Forster» per innesto elettromagnetico - Co. Generale di Elettricità | 159 |
| Resistenze e reostati - Teoria, calcolo, costruzione - G. Chierchia | 517 |

La nostra industria.

| | |
|--|-----|
| Il regolatore d'efflusso della «Tubi Togni» | 419 |
| Alcune notizie sugli impianti elettrici originali «Zois» | 644 |

4. - Applicazioni agricole.*Libri e pubblicazioni.*

| | |
|---|------|
| Le applicazioni dell'energia elettrica all'agricoltura - Giachetti A. | 1004 |
| L'elettricità nell'agricoltura - Mayer G. D. | 1004 |

5. - Applicazioni termiche.*Note di redazione.*

| | |
|---|-----|
| La luce e le industrie chimiche | 761 |
|---|-----|

Articoli e comunicazioni.

| | |
|--|-----|
| L'energia raggiante nella chimica industriale - R. de Fazi | 762 |
|--|-----|

Sunti e sommari.

| | |
|---|-----|
| Sviluppo dei grandi forni elettrici per fusioni - J. Hodson | 102 |
|---|-----|

Cronaca.

| | |
|--|-----|
| Comitato nazionale per l'illuminazione ed il riscaldamento | 140 |
| Dispositivo economizzatore per ferro da stiro | 648 |

Norme - leggi - decreti.

| | |
|---|-----|
| Comitato Nazionale Italiano della Illuminazione e del Riscaldamento | 259 |
|---|-----|

Libri e pubblicazioni.

| | |
|--|-----|
| Riscaldamento elettrico domestico e industriale - D. Franceschelli | 160 |
| L'altoforno elettrico - F. Pagliano | 516 |
| «Elettrotecnica» - Trattato teorico-pratico ad uso dei capitecnici e costruttori di apparecchi di riscaldamento - R. Venturi | 516 |

6. - Applicazioni varie.*Note di redazione.*

| | |
|---------------------------|-----|
| Roentgenterapia | 521 |
|---------------------------|-----|

Articoli e comunicazioni.

| | |
|---|-----|
| Alcune prove di un moderno impianto per Roentgenterapia - E. Pugno-Vanoni | 528 |
|---|-----|

La nostra industria.

| | |
|---|-----|
| L'anticipo automatico dell'accensione nei moderni motori d'automobile | 199 |
|---|-----|

7. - Bilanci, Dividendi e Notizie delle Società elettriche.

40-182-251-326-394-488-576-728-940

8. - Brevetti.

67

9. - Condutture.*Note di redazione.*

| | |
|--|-----|
| Costruzione ed esercizio delle grandi linee aeree | 45 |
| La moderna tecnica costruttiva dei cavi ad alta tensione | 45 |
| Sul calcolo delle reti di distribuzione | 69 |
| Una grande campata attraverso il Po | 141 |
| Per le norme sui cavi | 164 |
| Elettrotecnica internazionale | 309 |
| Norme per gli impianti di bordo | 493 |
| La terza conferenza internazionale sulle reti ad alta tensione | 545 |
| Problemi di illuminazione | 617 |
| Linee ed impianti in Sardegna | 709 |

Articoli e comunicazioni.

| | |
|---|-----|
| Prova degli isolatori in esercizio col «fioretto acustico» - G. P. Venturini | 45 |
| Misura delle frecce - G. Rebora | 49 |
| Sui cavi ad alta tensione - E. Soleri | 54 |
| Calcolo economico delle reti agricole - M. Pizzuti | 79 |
| Una campata di 900 metri in una linea a 130.000 Volt - R. Norsa | 142 |
| Contributo agli studi sulla portata dei cavi ad alta tensione - L. Selmo | 165 |
| Regolamenti e norme per le grandi linee elettriche alla conferenza internazionale di Parigi - F. Manfredi | 313 |
| Cavi e conduttori per circuiti di illuminazione con lampade in serie - E. D'Angelo | 635 |
| Le linee elettriche in Sardegna - L. Passerini | 718 |

Lettere alla redazione.

| | |
|---|-----|
| A proposito di lunghe campate - G. F. Civalieri | 198 |
| A proposito di lunghe campate - R. Norsa | 229 |

Sunti e sommari.

| | |
|---|-----|
| Nuovo tipo di pali per linee elettriche - G. Darriens - H. Desbarres | 154 |
| Posa di cavi sottomarini ad alta tensione in Norvegia - J. Hanff | 231 |
| Rapporto sugli isolatori sospesi - L. Pomerol | 231 |
| Sulla sicurezza alla perforazione di una catena d'isolatori e sospensione - G. Lequerier | 275 |
| Sugli isolatori per linee ad alta tensione - D. W. Borgquist | 275 |
| Disposizioni adottate per l'isolamento sui pali d'amaraggio e portanti per la campata di 1450 metri della linea a 210.000 V nell'attraversamento dello Stretto di Carquinez - L. J. Corbett | 320 |
| Le linee di contatto per grandi velocità - M. Leboucher | 321 |
| Dati di confronto per l'uso di alluminio e rame nelle linee aeree - L. Légres | 460 |
| Influenza elettrostatica delle linee trifasi, senza neutro a terra, su quelle a correnti deboli - E. Nather | 503 |
| Presenza di correnti intense per locomotori a 95 km. l'ora | 574 |
| Proprietà generali delle catene di conduttori - R. Wagner | 702 |

Cronaca.

| | |
|---|-----|
| Una bella affermazione dell'industria italiana all'estero | 87 |
| Comitato ordinatore della partecipazione italiana alla III conferenza internazionale di Parigi sulle reti ad altissima tensione | 584 |

Norme - leggi - decreti.

| | |
|--|-----|
| Attraversamento delle Ferrovie dello Stato con condutture elettriche | 255 |
| Schema di Norme per gli impianti elettrici di bordo | 508 |

Libri e pubblicazioni.

| | |
|--|----|
| Studio sulla capacità dei cavi ad un conduttori cordati - E. Sacchetto | 67 |
|--|----|

10. - Costruzioni elettromeccaniche.

Note di redazione.

| | |
|--|---------|
| Le unificazioni delle alte tensioni | 1 |
| Norme per gli oli, per le tubazioni, per le macchine | 113 |
| Il « transverter » | 333 |
| Locomotori trifasi | 333-361 |
| Commissione elettrotecnica internazionale | 521 |
| Motore asincrono compensato Sartori | 521 |

Articoli e comunicazioni.

| | |
|--|---------|
| Scala delle tensioni normali per le macchine e gli apparecchi ad alta tensione - E. Vannotti | 13 |
| Riassunto di studi su locomotori con motori asincroni - G. Bianchi | 334-361 |
| Il « transverter » | 341 |
| Motore asincrono auto-compensato - G. Sartori | 521 |

Lettere alla redazione.

| | |
|---|-----|
| Le targhe dei trasformatori - G. Reborà | 126 |
| Sulle targhe dei trasformatori - C. Cagli | 229 |
| Sulle targhe dei trasformatori - F. Correggiari | 296 |
| Sul « transverter » - G. Gola | 503 |

Sunti e sommari

| | |
|---|-----|
| L'avviamento dei motori sincroni ed il loro funzionamento | 99 |
| Temperatura limiti dei motori elettrici per trazione e loro determinazione - G. E. Luke | 203 |
| Perdite addizionali nelle macchine sincrone e loro misura - R. Rüdeberg | 298 |
| Il raffreddamento delle macchine elettriche - G. E. Luke | 346 |
| Un generatore a corrente continua per alta tensione - S. R. Bergman | 356 |
| Auto avviamento dei motori in c. c. - R. Mayer | 379 |

Cronaca.

| | |
|---|-----|
| Un nuovo motore elettrico ed impulsione per il comando di apparecchi registratori | 158 |
|---|-----|

Norme - leggi - decreti.

| | |
|--|-----|
| La riunione di Londra dei comitati di studio della Commissione elettrotecnica internazionale | 537 |
|--|-----|

Libri e pubblicazioni.

| | |
|--|---------|
| Costruzioni elettromeccaniche - E. Morelli | 19-1004 |
| La macchina ad induzione a campo rotante - T. Jervis | 19 |
| Macchine elettriche - Costruzione, funzionamento e prove - A. Bagelata | 159-206 |
| Etude mécanique et usinage des machines électriques - H. De Pistoye | 206 |
| Resistenze e reostati - Teoria, calcolo, costruzione - G. Chierchia | 517 |
| Tavole di costruzioni elettromeccaniche - G. Reborà | 582 |
| Teoria, calcolo, costruzione dei piccoli trasformatori monofasi e trifasi - G. Chierchia | 1032 |
| Teoria, calcolo, costruzione dei motori a campo rotante - G. Chierchia | 1032 |

11. - Decreti, leggi, norme e regolamenti.

Note di redazione.

| | |
|---|---------|
| Norme per gli oli, per le tubazioni, per le macchine | 113 |
| Per le norme sui cavi | 165 |
| Elettrotecnica internazionale | 309 |
| La nuova legge sull'elettrodotto e le grandi reti nazionali | 385-413 |
| La prossima riunione di Spezia ed il « Vocabolario dell'Illuminazione » | 465 |
| Norme per gli impianti di bordo | 493 |
| Commissione elettrotecnica internazionale | 521 |
| La Riunione di Spezia ed i problemi dell'illuminazione | 545 |
| Problemi di illuminazione | 585 |
| Regime fiscale e sviluppo dell'illuminazione elettrica | 889 |

Articoli e comunicazioni.

| | |
|---|-----|
| Contributo agli studi sulla portata dei cavi ad alta tensione - L. Selmo | 165 |
| Regolamenti e norme per le grandi linee elettriche alla conferenza internazionale di Parigi - F. Manfredi | 313 |
| Nuove vedute in materia di distribuzione di energia elettrica - L. Sandonini | 385 |
| Problemi di illuminazione - C. Clerici | 553 |
| Di un codice della illuminazione - C. Clerici | 599 |
| Legislazione e statistica della illuminazione in Italia - D. Civita | 889 |

Lettere alla redazione.

| | |
|---|-----|
| Le targhe dei trasformatori - G. Reborà | 126 |
| Sulle targhe dei trasformatori - C. Cagli | 229 |
| Sulle targhe dei trasformatori - F. Correggiari | 296 |
| A proposito delle Norme internazionali per gli Oli - R. Renzi | 700 |

Sunti e sommari

| | |
|---|-----|
| Rapporto sugli isolatori sospesi - L. Pomerol | 231 |
|---|-----|

Cronaca.

| | |
|---|-----|
| Decreto per l'istituzione d'una commissione per lo studio d'un programma di elettrificazione in Francia | 182 |
| Nuovo regime delle acque in Romania | 303 |
| Politica delle radiocomunicazioni in Inghilterra | 303 |
| Commissione Elettrotecnica Internazionale | 508 |
| Le « Norme Oli » e la Commissione governativa | 615 |
| Provvedimenti per l'elettrificazione delle ferrovie in regime di concessione e delle tramvie extra-urbane | 727 |
| Norme tecniche del Ministero dei Lavori Pubblici di Francia per la costruzione delle dighe a gravità | 788 |

Norme - leggi - decreti.

| | |
|--|---------|
| Norme per la fornitura ed il controllo degli oli per trasformatori ed apparecchi elettrici | 131-398 |
| Osservazioni sulle norme per la costruzione ed il collaudo delle condotte metalliche | 135 |
| Norme per gli oli | 160 |
| Decreto e Regolamento emanati in Francia per le Stazioni radio-telegrafiche e radiotelefoniche private | 160 |
| Attraversamenti delle Ferrovie dello Stato con condutture elettriche | 255 |
| Schema di disegno di legge sulla trasmissione a distanza e sulla distribuzione dell'energia elettrica | 425 |
| Per la regolamentazione delle radiotrasmissioni | 439 |
| Vocabolario della Illuminazione | 482-517 |
| Schema di Norme per gli impianti elettrici a bordo | 508 |
| La riunione di Londra dei Comitati di studio della Commissione elettrotecnica internazionale | 537 |
| Aumento delle entrate demaniali | 580 |
| Associazione per le Acque Pubbliche | 581 |
| Testo unico delle disposizioni per l'imposta sul consumo del gas e dell'energia elettrica | 1029 |

13. - Elettrochimica ed elettrometallurgia.

Note di redazione.

| | |
|---------------------------------|-----|
| La luce e le industrie chimiche | 761 |
|---------------------------------|-----|

Articoli e comunicazioni.

| | |
|--|-----|
| L'energia raggianti nella chimica industriale - R. de Fazi | 762 |
|--|-----|

Sunti e sommari

| | |
|--|-----|
| Sviluppo dei grandi forni elettrici per fusioni - F. Hodson | 102 |
| Studi per perfezionare la tecnica della costruzione e dell'esercizio dei forni metallurgici - L. Tagliaferri | 177 |

14. - Elettrofisica.

Note di redazione.

| | |
|---|-----|
| Gli articoli monografici e la funzione della stampa tecnica | 189 |
| Sui fenomeni dell'elettricità atmosferica | 213 |
| I danni del fulmine alle cose ed alle persone | 237 |

| | |
|--|-----|
| Parafulmini e folgori globulari | 261 |
| Oscillografo elettrostatico | 385 |
| Roentgenterapia | 521 |
| Variazioni di temperatura dei filamenti delle lampade ad incandescenza | 649 |
| La Riunione di Spezia e la Commissione Internazionale dell'Illuminazione | 977 |

Articoli e comunicazioni.

| | |
|---|-----------------|
| I fenomeni elettrici dell'atmosfera e la protezione degli edifici dalle scariche temporalesche - U. Bordoni | 190-213-240-261 |
| Sulle scariche atmosferiche a forma globulare - G. F. Vandepierre | 270 |
| Oscillografo elettrostatico trasportabile per lo studio dei generatori di raggi Roentgen - E. Pugno-Vanoni | 388 |
| Alcune prove su di un moderno impianto per Roentgenterapia - E. Pugno-Vanoni | 528 |
| Variazione di temperatura e di emissione elettronica di un filamento di tungsteno reso incandescente da corrente alternata - M. Paris | 673 |
| Variazione di temperatura e di splendore di un filamento di tungsteno reso incandescente da corrente alternata - A. Mendici | 677 |
| Un nuovo tubo a raggi X auto-protettore - Fauconnier | 977 |

Lettere alla redazione.

| | |
|---|-----|
| Folgori globulari - D. Nobili | 418 |
|---|-----|

Sunti e sommari

| | |
|---|-----|
| Sull'effetto dell'aumento della temperatura sulle scariche elettriche discontinue - G. Valle | 18 |
| Sulle correnti rotanti - E. Persico | 83 |
| Formazioni di immagini coi raggi Röntgen - B. Fermi | 99 |
| Ricerche sperimentali sull'arco elettrico - M. Pierucci | 126 |
| Due metodi fotografici per studiare le scariche ad alta tensione - K. B. Mc. Eachron | 296 |
| Influenza della pressione sulla conducibilità calorifica ed elettrica dei metalli e la legge Wiedemann-Franz - S. Lussana | 378 |
| Al confine superiore della scala delle frequenze - F. Michaud | 378 |
| La determinazione geometrica della lunghezza d'onda dei raggi Röntgen - L. Puccianti | 480 |
| Effetto dell'emissione elettronica sulla distribuzione della temperatura nei filamenti di tungsteno dei tubi a vuoto - H. Helms | 566 |
| Uso del tubo di Braun per prove sui dielettrici - G. Giulietti e P. Vanoni | 614 |
| Sulla scarica nei gas rarefatti - A. Pontremoli | 783 |
| Fotografie di scariche elettriche con la colonna positiva in moto - G. Valle | 974 |
| — Sulla riflessione totale dei raggi X - N. Carrara | 995 |

Cronaca.

| | |
|---|-----|
| Il raggio ardente | 380 |
| Aurora boreale e radiocomunicazioni | 574 |
| Recenti studi sui disturbi atmosferici nelle radiocomunicazioni | 976 |

Libri e pubblicazioni.

| | |
|--|-----|
| La decomposizione delle righe spettrali per effetto del campo elettrico - D'Aquino | 159 |
| Etude des quatre effets galvano et thermomagnétiques généralisés sur même échantillon métallique - A. Sellerio | 206 |
| Effetto galvano-magnetico di nuovo tipo - A. Sellerio | 206 |

La nostra industria.

| | |
|---|-----|
| I tubi luminosi a gas rarefatto e le loro applicazioni pratiche - A. Gherardi | 679 |
|---|-----|

15. - Elettrotecnica generale.

Note di redazione.

| | |
|--|------|
| Fattore di potenza nei circuiti trifasi squilibrati | 285 |
| Le grandezze periodiche | 441 |
| Lo studio dei fenomeni periodici | 465 |
| La definizione e la portata pratica dello squilibrio nei sistemi trifasi | 738 |
| Le nuove concezioni dei sistemi trifasi | 761 |
| L'analisi dei circuiti trifasi | 913 |
| La bobina di Petersen ed i problemi relativi | 945 |
| La tarifficazione dell'energia e gli utenti «squilibrati» | 945 |
| Fattore di potenza e fattore di squilibrio | 1005 |

Articoli e comunicazioni.

| | |
|--|-------------|
| Dimostrazione mediante la teoria del potenziale di uno dei teoremi fondamentali dell'elettrotecnica - S. R. Treves | 174 |
| Sulla determinazione del fattore di potenza nei circuiti trifasi squilibrati - B. Focaccia | 292 |
| Un metodo per la rappresentazione analitica sotto forma finita delle funzioni periodiche poligonali o comunque irregolari - L. Labocchetta | 442-471-496 |

| | |
|---|-----------------|
| La moderna matematica dei circuiti trifasi - E. Bottani | 739-768-928-966 |
| Sulla maniera di attenuare i battimenti prodotti dai dispositivi a derivazione induttiva dissonanti - B. Focaccia | 957 |

Sunti e sommari

| | |
|---|-----|
| Influenza elettrostatica delle linee trifasi, senza neutro a terra, su quelle a correnti deboli - E. Nather | 503 |
| Proprietà generali delle catene di accumulatori - R. Wagner | 702 |

Libri e pubblicazioni.

| | |
|--|------|
| Elettrotecnica pratica - P. E. Cesari | 66 |
| Come si diventa elettricisti - E. Marengo | 67 |
| Teoria generale della commutazione - C. La Greca | 1004 |

16. - Fisica e chimica.

Note di redazione.

| | |
|--|-----|
| La riunione di Spezia ed i problemi dell'illuminazione | 545 |
| Problemi di illuminazione | 585 |

Articoli e comunicazioni.

| | |
|--|-----|
| L'occhio umano e l'illuminazione - L. F. Pellò | 548 |
| Effetti del colore delle pareti e dei soffitti sull'illuminazione risultante - L. F. Pello | 551 |
| Alcune ricerche sopra i fenomeni di abbagliamento - U. Bordoni | 585 |
| Classifichiamo le lampade in «lumen» e non in «candele» - G. Zevi | 612 |

Sunti e sommari

| | |
|--|-----|
| Teoria elettrica dell'affinità e della valenza - A. Campetti | 37 |
| Effetto galvanomagnetico di nuovo tipo - A. Sellerio | 84 |
| Correzione di una contraddizione tra la teoria elettrodinamica e quella relativistica delle masse elettromagnetiche - E. Fermi | 84 |
| Sulla opportunità di basare i sistemi di unità di misura sopra quattro unità fondamentali - A. Bartorelli | 391 |
| Il fonometro di Zwaardemaker e la misura fisiologica del suono - A. Stefanini | 783 |

Libri e pubblicazioni.

| | |
|---|------|
| Sul principio delle energie di moto e sulle sue conseguenze - G. Ivaldi | 19 |
| Corso di fisica sperimentale (Acustica e Ottica) - M. Cantone | 19 |
| Zeileitungsbau Ortsnetzbau - F. Happer | 19 |
| Trattato di chimica generale ed applicata all'industria - E. Molinari | 160 |
| Un suggerimento di tecnica spettroscopica e osservazioni relative - A. Sellerio | 206 |
| Il problema delle zone di silenzio - A. Sellerio | 516 |
| Lezioni di chimica, mineralogia e geologia - G. Ortoleva - L. Sartori | 516 |
| Teoria della relatività - P. Strancc | 582 |
| Smithsonian psycal tables - F. E. Fowle | 1004 |

17. - Generatori elettrici e pile.

Note di redazione.

| | |
|---|-----|
| La unificazione delle alte tensioni | 1 |
| Norme per gli impianti di bordo | 493 |
| Commissione elettrotecnica internazionale | 521 |

Articoli e comunicazioni.

| | |
|--|----|
| Scala delle tensioni normali per le macchine e gli apparecchi ad alta tensione - E. Vannotti | 13 |
|--|----|

Sunti e sommari

| | |
|---|-----|
| L'impiego dell'anidride carbonica per spegnere gl'incendi delle macchine elettriche | 129 |
| Perdite addizionali nelle macchine sincrone e loro misura - R. Rüdenberg | 298 |
| Generatori e condensatori sincroni per lunghe linee di trasmissione - M. W. Smith | 323 |
| Il raffreddamento delle macchine elettriche - G. E. Luke | 346 |
| Un generatore a corrente continua per alta tensione - S. R. Bergman | 350 |
| Sul macchinario dell'a centrale del Temù in Valcamonica | 898 |

Norme - leggi - decreti.

| | |
|--|-----|
| Schema di norme per gli impianti elettrici a bordo | 508 |
| La riunione di Londra dei comitati di studio della commissione elettrotecnica internazionale | 537 |

Libri e pubblicazioni.

| | |
|---|---------|
| Costruzioni Elettro-meccaniche - E. Morelli | 19-1004 |
| Macchine elettriche - Costruzione - funzionamento e prove - A. Bagelata | 159-206 |

| | |
|---|-----------|
| Etude mécanique et usinage des machines électriques - H. De Pistoie | 206 |
| Tavole di costruzioni elettromeccaniche - G. Rëbora | 582 |
| Aufgaben aus der Maschinen Kunde und Elektrotechnik. - F. Süchting | 1004 |
| Teoria generale della commutazione - C. La Greca | 1004-1031 |

18. - Idraulica.*Note di redazione.*

| | |
|---|------|
| Centrali a due salti | 113 |
| Norme per gli oli, per le tubazioni, per le macchine | 113 |
| Progressi nella costruzione delle turbine | 165 |
| Gruppi idroelettrici dell'avvenire | 361 |
| L'impianto di Temù in Valcamonica | 709 |
| La protezione contro le sovracorrenti nelle moderne centrali | 737 |
| L'industria italiana delle turbine idrauliche alla World Power Conference | 761 |
| Le riserve italiane di energia e l'opera del « Servizio idrografico » | 913 |
| Gli Impianti della « Dinamo » al Sempione | 945 |
| Dighe di sbarramento | 1005 |

Articoli e comunicazioni.

| | |
|---|---------|
| Una speciale unità idraulica di riserva - M. Lo Presti | 114 |
| Ruote Pelton moderne - M. Lo Presti | 169 |
| I gruppi generatori nelle centrali idroelettriche del domani - G. Belluzzo | 376 |
| L'impianto del Temù in Valle Camonica della Società Gen. Elettrica dell'Adamello | 710-746 |
| La tecnica moderna delle turbine idrauliche italiane - G. Ucelli | 775 |
| Relazione sulle disponibilità ed utilizzazione delle energie del Paese - G. De Marchi | 922 |
| Organizzazione delle ricerche sul regime dei corsi d'acqua e della loro organizzazione - G. De Marchi | 925 |
| Utilizzazione delle forze idrauliche dei torrenti Diveria e Cairasca | 946-979 |
| Sviluppo recente nella costruzione delle dighe in Italia - L. Manzi | 1006 |

Lettere alla redazione.

| | |
|---|-----|
| Ruote Pelton moderne - G. Ucelli | 247 |
| Turbina a due salti - L. Boselli | 247 |
| Turbina a due salti - M. Lo Presti | 319 |
| Sul limite di installabilità delle turbine Francis - M. Danti | 972 |

Sunti e sommari

| | |
|---|-----|
| L'utilizzazione dell'energia idraulica in Francia - P. Buffault | 459 |
| Contributo al calcolo statico delle condotte forzate - O. Hoffman | 783 |
| Intorno ai problemi delle dighe per serbatoi e del loro tipo nelle applicazioni italiane - G. Fantoli | 784 |

Cronaca.

| | |
|--|-----|
| Nuovo regime delle acque in Romania | 303 |
| Imprese idro-elettriche in Irlanda | 381 |
| Le irrigazioni in Egitto | 394 |
| La bonifica delle valli di Comacchio | 463 |
| Diga ad archi multipli sul fiume Hudson | 544 |
| Perizia su la rovina della diga del Gleno | 647 |
| Norme tecniche del Ministero dei Lavori Pubblici di Francia per la costruzione delle dighe a gravità | 788 |
| Nuovi studi sul corpo d'ariete | 909 |
| Centrali costruite nelle dighe | 910 |
| Sifoni autolivellatori | 939 |

Norme - leggi - decreti.

| | |
|--|-----|
| Osservazioni sulle norme per la costruzione ed il collaudo delle condotte metalliche | 135 |
| Aumento delle entrate demaniali | 580 |
| Associazione per le Acque Pubbliche | 581 |

Libri e pubblicazioni.

| | |
|---|-----|
| Le calcul rationnel des éléments d'une conduite forgée en metal sur la théorie de son rendement économique maximum - P. Santo Rini | 19 |
| Sul problema delle gallerie e dei pozzi scavati in roccia per condotte forzate d'acqua - G. Fantoli | 19 |
| Relazione sopra una stazione idrometrica sperimentale per l'esecuzione di ricerche sul tempo di corrivazione e sugli indici di scabrezza relativi ai canali di bonifica - G. Veronese | 159 |
| Le forze idrauliche della Carinzia - F. Marzolo | 160 |
| Di un organico piano regolatore delle vie d'acqua di grande navigazione nell'Italia Settentrionale - M. Beretta | 160 |
| Annali dei lavori pubblici | 258 |
| Relazione dell'Ente Autonomo per l'Acquedotto Pugliese | 517 |
| Memorie e studi idrografici con appendice sulla produzione dell'Energia Elettrica nel 1922 - Min. Lav. Pubbl. | 517 |

| | |
|--|------|
| Concessioni di derivazioni d'acqua per produzione di forza motrice accordate dal 1917 al 1922 e potenza relativa - C. Bonomi | 1004 |
| Annuali delle utilizzazioni delle acque | 1004 |
| L'energia elettrica | 1032 |
| Le bonifiche idrauliche - V. Fornari | 1032 |
| Sui muri diritti di ritenute d'acqua - L. Conti | 1032 |

La nostra industria.

| | |
|---|-----|
| Regolatore di efflusso della « Tubi Togni » | 419 |
|---|-----|

19. - Illuminazione e fotometria.*Note di redazione.*

| | |
|--|-----|
| Comando a distanza degli interruttori per l'illuminazione pubblica | 441 |
| La prossima riunione di Spezia ed il « Vocabolario dell'Illuminazione » | 465 |
| I problemi dell'Illuminazione ed il prossimo Congresso alla Spezia | 493 |
| Norme per gli impianti di bordo | 493 |
| L'organizzazione della vendita dell'energia per luce | 521 |
| Röntgenterapia | 521 |
| La riunione di Spezia ed i problemi dell'illuminazione | 545 |
| Problemi di illuminazione | 585 |
| L'esposizione e la sala di dimostrazione alla Spezia | 617 |
| Problemi di illuminazione | 617 |
| Lampade a incandescenza e tubi elettronici | 617 |
| La XXIX Riunione sociale alla Spezia | 649 |
| La regolazione della tensione | 649 |
| L'illuminazione pubblica a Milano | 649 |
| Illuminazione di interni | 649 |
| Variazioni di temperatura dei filamenti delle lampade ad incandescenza | 649 |
| Regolazione di tensione e riflettori per lampade | 685 |
| La luce e le industrie chimiche | 761 |
| Regime fiscale e sviluppo dell'illuminazione elettrica | 889 |
| L'igiene dell'illuminazione | 889 |
| La riunione di Spezia e la Commissione Internazionale dell'Illuminazione | 977 |

Articoli e comunicazioni.

| | |
|---|---------|
| Illuminazione elettrica dei segnali ferroviari | 160 |
| L'illuminazione elettrica. I progressi compiuti e le possibilità future - M. Ascoli | 281 |
| Interruttore elettro-sintonico - P. Lana | 452 |
| L'illuminazione nell'industria elettrica - C. Clerici | 494 |
| Servizio di vendita di energia elettrica, lettura dei contatori, fatturazione ed esazione in una azienda di distribuzione di energia elettrica a piccoli utenti - P. G. Venturini | 535 |
| Alcune prove su di un moderno impianto di Roentgenterapia - E. Pugno-Vanoni | 528 |
| L'occhio umano e l'illuminazione - L. F. Pellò | 548 |
| Stato attuale della fabbricazione delle lampade ad incandescenza - C. Clerici | 546 |
| Effetti del colore delle pareti e dei soffitti sull'illuminazione risultante - L. F. Pellò | 551 |
| Problemi di illuminazione - C. Clerici | 553 |
| Alcuni rilievi sperimentali sulla illuminazione di interni - G. Peri | 559 |
| Sui sistemi di distribuzione della corrente per pubblica illuminazione - G. Storchi | 564 |
| Alcune ricerche sopra i fenomeni di abbagliamento - U. Bordoni | 585 |
| Di un codice dell'illuminazione - C. Clerici | 599-609 |
| Sull'influenza dell'illuminazione nella produttività delle officine - G. Ciampi | 609 |
| Classifichiamo le lampade in « lumen » e non in « candele » - G. Zevi | 612 |
| Sulla tecnica degli alti vuoti per tubi elettronici - G. Montefinale | 618 |
| Progetti di tubi elettronici per radiotelegrafia - C. Matteini | 621 |
| La nostra situazione in illuminazione, a che punto siamo e dove dobbiamo tendere - G. Peri | 629 |
| Cavi e conduttori per circuiti di illuminazione con lampade in serie - E. D'Angelo | 635 |
| In tema di lampade e di scarti di tensione - G. Revessi | 641 |
| Brevi note sui « getters » usati nella fabbricazione delle lampadine elettriche - S. Marietti | 643 |
| Le variazioni della tensione nelle reti di distribuzione e la loro influenza sulla economia della luce prodotta con lampade ad incandescenza - A. Asta | 650 |
| Alcuni dati sperimentali sulla illuminazione degli ambienti interni - G. Sameda | 664 |
| L'impianto di illuminazione pubblica di Milano | 667 |
| Variazioni di temperatura e di emissione elettronica di un filamento di tungsteno reso incandescente da corrente alternata - M. Paris | 673 |
| Variazioni di temperatura e di splendore di un filamento di tungsteno reso incandescente da corrente alternata - A. Mendici | 677 |
| Alcune osservazioni intorno alla regolazione di tensione - F. Neri | 689 |
| Riflettori e diffusori esaminati in rapporto alla illuminazione degli ambienti interni - S. Rebecchini | 695 |
| L'energia raggiante nella chimica industriale - R. de Fazi | 762 |
| Legislazione e statistica della illuminazione in Italia - D. Civita | 889 |
| Sull'igiene dell'illuminazione - L. Carozzi | 896 |
| Un nuovo tubo a raggi X auto-protettore - Fauconnier | 977 |

| | |
|--|-----|
| VI sessione - Riunione di Ginevra 21-25 luglio 1924 della Commissione Internazionale della Illuminazione - M. Böhm . . . | 991 |
| La mostra dell'Illuminazione alla XXIX riunione dell'A. E. I. . . | 993 |

Lettere alla redazione.

| | |
|--|-----|
| Illuminazione dei segnali ferroviari - G. Storch . . . | 319 |
| <i>Sunti e sommari.</i> | |
| Ricerche sperimentali sull'arco elettrico - M. Pierucci . . . | 126 |
| La temperatura e luminosità delle lampade a tungsteno - W. E. Forsythe . . . | 724 |
| Le lampade elettriche ad incandescenza dal 1907 al 1922 - G. Morrison . . . | 902 |

Cronaca.

| | |
|---|---------|
| Comitato nazionale per l'illuminazione ed il riscaldamento . . . | 140-482 |
| Vocabolario della Illuminazione . . . | 482-517 |
| XXIX riunione dell'A. E. I. . . | 541 |
| Le «Norme oli» e la Commissione governativa . . . | 615 |
| Comportamento delle lampade a filamento di tungsteno sotto corrente alternata e sotto corrente continua . . . | 681 |

Norme - leggi - decreti.

| | |
|---|-----|
| Comitato Nazionale Italiano della Illuminazione e del Riscaldamento . . . | 259 |
|---|-----|

Libri e pubblicazioni.

| | |
|--|------|
| Lampadine a luminescenza - A. Sellerio . . . | 160 |
| L'illuminazione elettrica - G. Peri . . . | 1032 |

La nostra industria.

| | |
|--|-----|
| Segnali ferroviari ed illuminazione elettrica - A. Milani . . . | 274 |
| Alcune notizie sugli impianti elettrici originali «Zois» . . . | 645 |
| I tubi luminesci a gas rarefatto e le loro applicazioni pratiche - A. Gherardi . . . | 679 |

20. - Impianti.

Note di redazione.

| | |
|---|---------|
| La unitizzazione delle alte tensioni . . . | 1 |
| L'impianto di Gressoney-La Trinité . . . | 69 |
| Centrali a due salti . . . | 113 |
| Norme per gli oli, per le tubazioni, per le macchine . . . | 113 |
| La protezione contro le sovaccorrenti e il nuovo selettore «lum» . . . | 141 |
| Progressi nella costruzione delle turbine . . . | 165 |
| La questione dei combustibili nazionali e il problema dell'azoto . . . | 189 |
| La tecnica dei moderni interruttori . . . | 213 |
| La continuità dell'esercizio dei grandi impianti alla Conferenza di Parigi . . . | 261 |
| Fattore di potenza nei circuiti trifasi squilibrati . . . | 285 |
| Elettrotecnica internazionale . . . | 309 |
| Il «transverter» . . . | 333 |
| Gruppi idroelettrici dell'avvenire . . . | 361 |
| La «World Power Conference» . . . | 413-441 |
| Il problema dei combustibili liquidi . . . | 465 |
| La conferenza dell'Energia Mondiale . . . | 465 |
| Dopo la «World Power Conference» . . . | 491 |
| Norme per gli impianti di bordo . . . | 491 |
| Motore asincrono compensato Sartori . . . | 521 |
| La 3ª conferenza internazionale sulle reti ad alta tensione . . . | 545 |
| Problemi di illuminazione . . . | 617 |
| La regolazione della tensione . . . | 649 |
| L'illuminazione pubblica a Milano . . . | 649 |
| Regolazione di tensione e riflettori per lampade . . . | 685 |
| L'impianto di Temù in Valcamonica . . . | 709 |
| La definizione e la portata pratica dello squilibrio nei sistemi trifasi . . . | 737 |
| La protezione contro le sovaccorrenti nelle moderne centrali . . . | 737 |
| Le nuove concezioni dei sistemi trifasi . . . | 761 |
| L'industria italiana delle turbine idrauliche alla «World Power Conference» . . . | 761 |
| L'impianto di Lardarello alla «World Power Conference» . . . | 889 |
| L'analisi dei circuiti trifasi . . . | 913 |
| Le riserve italiane di energia e l'opera del «Servizio idrografico» . . . | 913 |
| La bobina di Petersen ed i problemi relativi . . . | 945 |
| La tarifficazione dell'energia e gli utenti «squilibrati» . . . | 945 |
| Le funzioni delle centrali termiche di riserva . . . | 945 |
| Gli impianti della «Dinamo» al Sempione . . . | 945 |
| Dighe di sbarramento . . . | 1005 |
| Relais differenziali sintonizzati . . . | 1005 |
| Fattore di potenza e fattore di squilibrio . . . | 1005 |

Articoli e comunicazioni.

| | |
|--|-----|
| Scala delle tensioni normali per le macchine e gli apparecchi ad alta tensione - E. Vannotti . . . | 13 |
| La ricostruzione della centrale del Ponale - C. Cagli - G. Alberti . . . | 56 |
| Gli impianti della S. I. P. Breda in Valle Lys . . . | 69 |
| Una speciale unità idraulica di riserva - M. Lo Presti . . . | 114 |
| Il selettore «lum» e le sue applicazioni negli impianti elettrici - A. C. Piva . . . | 141 |

| | |
|---|-----------------|
| Ruote Pelton moderne - M. Lo Presti . . . | 169 |
| Le centrali termoelettriche con combustibili nazionali ed il problema dell'azoto - L. Ricci . . . | 195 |
| Sulla determinazione del fattore di potenza nei circuiti trifasi squilibrati - B. Focaccia . . . | 292 |
| Alcune considerazioni sul problema degli scambi d'energia fra reti elettriche - G. Semenza . . . | 309 |
| Il «transverter» . . . | 341 |
| I gruppi generatori nelle centrali idroelettriche del domani - G. Belluzzo . . . | 376 |
| Il problema del combustibile liquido - G. Gallo . . . | 466 |
| Motore asincrono autocompensato - G. Sartori . . . | 521 |
| In tema di lampade e di scarti di tensione - G. Reveresi . . . | 641 |
| La variazione della tensione nelle reti di distribuzione e la loro influenza sulla economia della luce prodotta con lampade a incandescenza - A. Asta . . . | 650 |
| La regolazione automatica delle piccole centrali elettriche col regolatore rapido sistema «Mes» - G. Picker . . . | 660 |
| L'impianto di illuminazione pubblica di Milano . . . | 667 |
| Alcune osservazioni intorno alla regolazione della tensione - F. Neri . . . | 689 |
| L'impianto del Temù in Valle Camonica della Società Generale Elettrica dell'Adamello . . . | 710-746-898 |
| La moderna matematica dei circuiti trifasi - E. Bottani . . . | 738-768-928-966 |
| La tecnica moderna delle turbine idrauliche italiane - G. Uccelli . . . | 775 |
| La centrale geotermica di Lardarello - P. Ginori Conti . . . | 900 |
| Relazione sulle disponibilità ed utilizzazione delle energie del Paese - G. De Marchi . . . | 922 |
| Organizzazione delle ricerche sul regime dei corsi di acqua e della loro organizzazione - G. De Marchi . . . | 925 |
| Sulla maniera di attenuare i battimenti prodotti dai dispositivi a derivazione induttiva dissonanti - B. Focaccia . . . | 957 |
| Utilizzazione delle forze idrauliche dei torrenti Diveria e Cairasca . . . | 946-979 |
| Sulla coesistenza di centrali generatrici idrauliche e termiche con speciale riguardo all'economia della produzione e alla necessità dell'integrazione e della riserva - G. Motta . . . | 964 |
| Sviluppo recente nella costruzione delle dighe italiane - L. Mangiagalli . . . | 1006 |
| Applicazione di relais sintonizzati per differenziazione - M. Fiachetti . . . | 1023 |

Riassunti.

| | |
|--|-----|
| Interruttori automatici in olio - O. L'Eplattenier . . . | 222 |
|--|-----|

Lettere alla redazione.

| | |
|--|-----|
| Sul rifasamento delle reti - D. Rodocanachi . . . | 57 |
| Sul rifasamento delle reti - R. Tomasicchio . . . | 152 |
| Ruote Pelton moderne - G. Uccelli . . . | 247 |
| Turbina a due salti - L. Boselli . . . | 247 |
| Turbina a due salti - M. Lo Presti . . . | 319 |
| Sul «Transverter» - G. Gola . . . | 503 |
| Gli impianti della «Internazionale Cisalpina» - Gasparoni . . . | 782 |
| Sul limite di instabilità delle turbine Francis - M. Danti . . . | 973 |

Sunti e sommari

| | |
|---|-----|
| Sistema di relais a selezione per l'anello a 66.000 V. della Duquesne Light Co. - F. P. Sleeper . . . | 59 |
| Applicazioni della metallizzazione ottenuta col procedimento Schoop - A. Dagory . . . | 62 |
| L'avviamento dei motori sincroni ed il loro funzionamento . . . | 99 |
| L'impiego dell'anidride carbonica per spegnere gli incendi delle macchine elettriche . . . | 129 |
| Nuovo scaricatore a corno della Metropolitan Vickers Electrical Company . . . | 247 |
| La valutazione del fattore di potenza nei contratti di fornitura di energia . . . | 301 |
| Il trasporto del carbone polverizzato nella centrale elettrica di Milwaukee (Wisconsin, S. A.) . . . | 391 |
| L'utilizzazione dell'energia idraulica in Francia - P. Buffault . . . | 459 |
| Dati di confronto per l'uso di alluminio e rame nelle linee aeree - L. Legros . . . | 460 |
| Sottostazione ferroviaria all'aperto - H. De Raemy . . . | 506 |
| Il motore sincrono per regolare il fattore di potenza e regolare la tensione di una linea - H. Carpentier . . . | 567 |
| Limiti di portata di un impianto con lunghe linee di trasmissione - E. B. Strand . . . | 704 |
| L'elettificazione delle linee della «Compagnie des Chemins de Fer du Midi» . . . | 756 |
| Intorno ai problemi delle dighe per serbatoi e del loro tipo nelle applicazioni italiane - G. Fantoli . . . | 784 |

Cronaca.

| | |
|---|---------|
| Imprese idro-elettriche in Irlanda . . . | 381 |
| La Conferenza dell'Energia Mondiale . . . | 424-507 |
| L'inaugurazione della «World Power Conference» a Londra . . . | 481 |
| Comitato ordinatore della partecipazione italiana alla 3ª Conferenza di Parigi sulle reti ad altissima tensione . . . | 584 |
| Diga ad archi multipli sul fiume Hudson . . . | 574 |
| Perizia su la rovina della diga del Gleno . . . | 647 |
| Nuovi studi sul corno d'ariete . . . | 909 |
| Centrali costruite nelle dighe . . . | 910 |

| | |
|--|-----|
| Sifoni autoelevatori | 939 |
| Stazioni di trasformazione dell'avvenire | 976 |

Norme - leggi - decreti.

| | |
|---|-------------|
| Norme per la fornitura ed il controllo degli oli per trasformatori ed apparecchi elettrici | 131 |
| Osservazioni sulle norme per la costruzione ed il collaudo delle condotte metalliche | 135 |
| Sugli impianti ad altissima tensione | 277-303-329 |
| Schema di norme per gli impianti elettrici a bordo | 508 |
| Norme tecniche del Ministero dei lavori pubblici in Francia, per la costruzione delle dighe a gravità | 788 |
| Testo unico delle disposizioni per l'imposta sul consumo del gas e dell'energia elettrica | 1029 |

Libri e pubblicazioni.

| | |
|--|------|
| La produzione e distribuzione dell'energia elettrica nella prima regione elettrica - E. Soleri | 19 |
| Le calcul rationnel des éléments d'une conduite forgée en métal sur la théorie de son rendement économique maximum - P. Santo Rini | 19 |
| Sul problema delle gallerie e dei pozzi scavati in roccia per condotte forzate d'acqua - G. Fantoli | 19 |
| Annali dei lavori pubblici | 258 |
| Ente autonomo per l'Acquedotto Pugliese | 517 |
| Memorie e studi idrografici con appendice sulla produzione di energia elettrica nel 1922 | 517 |
| Concessioni di derivazioni d'acqua per produzione di forza motrice accordate dal 1917 a tutto il 1923 e potenza relativa - C. Bonomi | 1004 |
| Annuali delle utilizzazioni delle acque | 1004 |
| L'energia elettrica | 1032 |
| Sui muri diritti di ritenute d'acqua - L. Conti | 1032 |

La nostra industria.

| | |
|---------------------------------------|-----|
| Il regolatore d'efflusso «Tubi Togni» | 419 |
|---------------------------------------|-----|

21. - Indice bibliografico.

Pubblicazioni ricevute.

| | |
|---|-----|
| La produzione e distribuzione dell'energia elettrica nella prima regione elettrica - E. Soleri | 19 |
| La rivendicazione di una gloria italiana - M. Bianchi | 19 |
| Sul principio delle energie di moto e sulle sue conseguenze - G. Ivaldi | 19 |
| Corso di fisica sperimentale - M. Cantone | 19 |
| A Ercole Marelli - G. Fantoli | 19 |
| Costruzioni elettromeccaniche - E. Morelli | 19 |
| Le calcul rationnel des éléments d'une conduite forgée en métal sur la théorie de son rendement économique maximum - P. Santo Rini | 19 |
| Sul problema delle gallerie e dei pozzi scavati in roccia per condotte forzate d'acqua - G. Fantoli | 19 |
| The Poulsen Arc Generator - C. F. Elwell | 19 |
| Come funziona e come si costruisce una stazione per la ricezione radiotelegrafica e telefonica - C. Monti | 19 |
| Zeileitungsbau Ortsnetzbaü - F. Happer | 19 |
| La macchina a induzione a campo rotante - T. Jervis | 19 |
| Come si diventa elettricisti - E. Marengo | 67 |
| Studio sulla capacità dei cavi ad un conduttore cordati - E. Sacchetto | 67 |
| Catalogo dei periodici italiani e stranieri della Biblioteca Centrale in Roma | 162 |
| Relazione sopra una stazione idrometrica sperimentale per l'esecuzione di ricerche sul tempo di corrivazione e sugli indici di scabrezza relativi ai canali di bonifica - G. Veronese | 159 |
| Descrizione del brevetto «Forster» per innesto elettromagnetico - Co. Generale di Elettricità | 159 |
| Lampadine a luminescenza - A. Sellerio | 160 |
| La termocompressione nell'industria - V. Verners | 160 |
| Le forze idrauliche della Carinzia - F. Marzolo | 160 |
| Gli accumulatori elettrici - P. Del Guasta | 160 |
| Di un organico piano regolatore delle vie d'acqua di grande navigazione nell'Italia settentrionale - M. Beretta | 160 |
| Riscaldamento elettrico domestico ed industriale - D. Franceschelli | 160 |
| Un problema nazionale: L'électrifications générale du territoire - C. Boileau | 160 |
| Trattato di chimica generale ed applicata all'industria - E. Molinari | 160 |
| Il problema nazionale telefonico - U. Bianchi | 206 |
| Etude des quatre effets galvano et termomagnétiques généralisés sur un même échantillon métallique - A. Sellerio | 206 |
| Effetto galvano-magnetico di nuovo tipo - A. Sellerio | 206 |
| Un suggerimento di tecnica spettroscopica e osservazioni relative - A. Sellerio | 206 |
| Flementi di telegrafia e telefonia senza fili - P. Barreca | 206 |
| Radio per tutti - E. Monti | 206 |
| Annual Report of the Smithsonian Institution | 206 |
| Etude mécanique et usinage des machines électriques - H. De Pistoye | 206 |
| Motori a testa calda - Vacuum Oil Co. | 206 |

| | |
|--|------|
| Archivio Tecnico-Scientifico della Sezione Bibliografica del Comitato Nazionale Scientifico-Tecnico per lo sviluppo e l'incremento dell'industria italiana | 206 |
| Macchine elettriche. - Costruzione, funzionamento e prove - A. Barbagelata | 206 |
| Le radio-comunicazioni - E. Gnesutta | 206 |
| Bollettino delle opere tecniche | 464 |
| Contributo alla soluzione di un problema ferroviario - U. Baldini | 516 |
| G. Scaramuzza | 516 |
| Sulla energia reattiva nella economia generale del trasporto e della distribuzione della energia elettrica - G. Fracanzani | 516 |
| Il problema delle zone di silenzio - A. Sellerio | 516 |
| Manuel de télégraphie et téléphonie - A. Leclerc | 516 |
| Die Fernsprechanlagen mit wählbetrieb - F. Lubberger | 516 |
| Sulle unità di misura - P. C. Barberis | 516 |
| L'altofono elettrico - F. Pagliano | 516 |
| I contatori elettrici - Teoria-pratica - I. Clementi | 516 |
| «Elettrotecnica» - Trattato teorico-pratico ad uso dei capitecnici e costruttori di apparecchi a riscaldamento elettrico - R. Venturi | 516 |
| La telefonia moderna - U. Guerra | 516 |
| L'equipaggiamento elettrico delle automobili - U. Guerra | 516 |
| Lezioni di chimica, mineralogia, e geologia - G. Ortoleva - L. Sartori | 517 |
| Relazione dell'Ente Autonomo per l'Acquedotto Pugliese | 517 |
| Appareils et installations téléphoniques - E. Reynaud-Bonin | 517 |
| Memorie e studi idrografici con appendice sulla produzione di energia elettrica nel 1922 - Min. Lav. Pubblici | 517 |
| Resistenze e reostati - Teoria, calcolo, costruzione - G. Chierchia | 517 |
| Le pubblicazioni dell'A. E. I. | 912 |
| Concessioni di derivazioni d'acqua per produzione di forza motrice accordate dal 1917 al 1923 e potenza relativa - C. Bonomi | 1004 |
| Moteurs électriques - traction électrique - M. Strulovici | 1004 |
| Aufgaben aus der Maschinen Kunde und Elektrotechnik - F. Süchting | 1004 |
| Elektro Adressbuches Österreichs | 1004 |
| Costruzioni elettromeccaniche - E. Morelli | 1004 |
| Annuali delle utilizzazioni delle acque | 1004 |
| L'accroissement de la production et son influence sur les variations du change en Roumanie - Angelesco I. N. | 1004 |
| Annual Report of the Director of the Bureau of Standards to the Secretary of Commerce for the fiscal year | 1004 |
| Smithsonian physical tables - F. Fowle | 1004 |
| Teoria generale della commutazione - C. La Greca | 1004 |
| L'annuario dell'A. E. I. | 1005 |
| L'illuminazione elettrica - G. Peri | 1032 |
| Der elektrische Zugbetrieb der Deutschen Reichsbahn - W. Wechmann | 1032 |
| Le bonifiche idrauliche - V. Fornari | 1032 |
| Teoria, calcolo e costruzione dei piccoli trasformatori monofasi e trifasi - G. Chierchia | 1032 |
| Teoria, calcolo, costruzione dei motori a campo rotante - G. Chierchia | 1032 |
| Le frodi nei contatori elettrici - G. Chierchia | 1032 |
| L'equipaggiamento elettrico dell'automobile - B. Brida | 1032 |
| Sui muri diritti di ritenute d'acqua - L. Conti | 1032 |
| Teoria e costruzione dei posti di telefonia senza fili - U. Guerra | 1032 |

22. - Industria nazionale.

Note di redazione.

| | |
|---|-----|
| L'industria italiana delle turbine idrauliche alla «World Power Conference» | 761 |
|---|-----|

Articoli e comunicazioni.

| | |
|--|-----|
| La tecnica moderna delle turbine idrauliche italiane - G. Ucelli | 775 |
|--|-----|

Cronaca.

| | |
|---|-----|
| Una bella affermazione dell'industria italiana all'estero | 87 |
| Nuovo wattmetro registratore a relai, sistema «Arcioni» | 176 |
| L'antico automatico dell'accensione nei moderni motori d'automobile | 199 |
| Segnali ferroviari ed illuminazione elettrica - A. Milani | 274 |
| La sala prova della Manifattura Isolatori Vetro di Acqui - G. Arigo | 344 |
| Per l'industria italiana all'estero | 352 |
| Il regolatore d'efflusso della «Tubi Togni» | 419 |
| Fornitura di macchinario all'estero | 425 |
| La Camera di Commercio e Industria per la Cirenaica, a Bengasi | 463 |
| Alcune notizie sugli impianti elettrici originali «Zois» | 644 |
| I tubi luminosi a gas rarefatto e le loro applicazioni pratiche - A. Gherardi | 679 |

23. - Insegnamento, istituti, scuole e laboratori.

Note di redazione.

| | |
|--|-----|
| Criteri per l'insegnamento professionale | 141 |
| La riorganizzazione dei Politecnici | 285 |

Articoli e comunicazioni.

| | |
|---|-----|
| Istruzione industriale - A. Occhialini | 149 |
| Gli studi tecnici e l'applicazione della riforma Gentile - G. De Marchi | 290 |

Lettere alla redazione.

| | |
|---|---------|
| In tema di istruzione industriale - A. Magrini | 198-344 |
| Libri e metodi per l'insegnamento professionale. - P. E. Cesari | 245 |
| Sulla organizzazione dei Politecnici - A. Magrini | 390 |
| Per la diffusione nelle scuole del pensiero degli uomini grandi - D. Ciocia | 902 |

Cronaca.

| | |
|---|-----|
| Laboratorio - Scuola di radiotrasmissioni | 130 |
| Corso Superiore di Elettrotecnica e Radiotelegrafia | 681 |
| Scuola Radiotecnica in Milano | 727 |
| Comitato autonomo per l'esame delle invenzioni | 788 |

24. - Libri e pubblicazioni.

| | |
|--|------|
| Come funziona e come si costruisce una stazione per la ricezione radio telegrafico-telefonica - C. Montù | 66 |
| Motori Diesel fissi e loro lubrificazione | 66 |
| Elettrotecnica pratica - P. E. Cesari | 66 |
| La T. S. F. per quelli che sanno e per quelli che non sanno - A. Orsi | 159 |
| La decomposizione delle righe spettrali per effetti del campo elettrico - D'Aquino | 159 |
| Macchine elettriche - Costruzione, funzionamento e prove - A. Barbagelata | 159 |
| Le radiocomunicazioni - E. Gnesutta | 206 |
| Annali dei lavori pubblici | 258 |
| Manuel de télégraphie et téléphonie - A. Leclerc | 516 |
| Radiotelegrafia per tutti - R. Brocard | 516 |
| Elementi di telefonia e telegrafia senza fili - P. Barreca | 516 |
| Tavole di costruzioni elettromeccaniche - G. Rèbora | 582 |
| Teoria della relatività - P. Straneo | 582 |
| Sulle unità di misura - P. C. Barberis | 582 |
| Die Fernsprechanlagen mit Wählerbetrieb - F. Lubberger | 1004 |
| Le applicazioni dell'energia elettrica all'agricoltura - A. Giachetti | 1004 |
| L'elettricità nell'agricoltura - G. D. Mayer | 1004 |
| Teoria generale della commutazione - C. La Greca | 1031 |
| Lezioni di meccanica razionale - E. Levi-Civita e U. Amaldi | 1032 |
| L'energia elettrica | 1032 |

25. - Magnetofisica.

Note di redazione.

| | |
|-------------------------------|-----|
| Ricerche magnetiche | 361 |
|-------------------------------|-----|

Articoli e comunicazioni.

| | |
|--|-----|
| Sui cicli asimmetrici di isteresi magnetica in un campo di direzione costante - M. Paris | 370 |
|--|-----|

Sunti e sommari.

| | |
|--|----|
| Una nuova lega ferromagnetica «Permalloy» - H. D. Arnold e G. W. Elmen | 37 |
| Effetto galvanomagnetico di nuovo tipo - A. Sellerio | 84 |

26. - Materiali.

Note di redazione.

| | |
|---|-----|
| Costruzione ed esercizio delle grandi linee aeree | 45 |
| Norme per gli oli, per le tubazioni per le macchine | 113 |
| La microstruttura della porcellana per isolatori | 285 |
| Commissione elettrotecnica internazionale | 521 |

Articoli e comunicazioni.

| | |
|--|-----|
| Prova degli isolatori in esercizio col fioretto acustico - G. P. Venturini | 45 |
| Composizione, microstruttura e proprietà della porcellana - E. Alessandri | 285 |
| Sul macchinario della centrale del Temù in Valcamonica | 898 |

Lettere alla redazione.

| | |
|---|-----|
| A proposito delle norme internazionali per gli oli - R. Renzi | 700 |
|---|-----|

Sunti e sommari.

| | |
|--|-----|
| Temperature limiti dei motori elettrici per trazione e loro determinazione - G. E. Luke | 203 |
| Rapporto sugli isolatori sospesi - L. Pomerol | 231 |
| Sulla sicurezza alla perforazione di una catena d'isolatori a sospensione - G. Lequerler | 275 |
| Sugli isolatori per linee ad alta tensione - D. W. Borgquist | 275 |
| La grafite ed il suo uso nell'industria - G. Mesnard | 420 |
| Il quarzo fuso - E. Thomson | 903 |
| Uso del tubo di Braun per prove sui dielettrici a varie tensioni e temperature - E. Pugno-Vanoni | 995 |

Cronaca.

| | |
|---|-----|
| Le «Norme Oli» e la Commissione governativa | 615 |
|---|-----|

Norme - Leggi - Decreti.

| | |
|--|---------|
| Norme per la fornitura ed il controllo degli oli per trasformatori ed apparecchi elettrici | 131-398 |
| La riunione di Londra dei Comitati di studio della Commissione elettrotecnica internazionale | 537 |

La nostra industria.

| | |
|---|-----|
| La sala prova della Manifattura isolatori vetro di Acqui - G. Arigo | 344 |
|---|-----|

27. - Meccanica.

Libri e pubblicazioni.

| | |
|---|------|
| Lezioni di meccanica razionale - E. Levi-Civita e U. Amaldi | 1032 |
|---|------|

28. - Misure: metodi ed strumenti.

Note di redazione.

| | |
|--|------|
| Esattezza tecnica ed esattezza contabile | 21 |
| Energia reattiva e tarifficazione | 89 |
| Termometri elettrici | 113 |
| La misura delle correnti vaganti | 261 |
| Fattore di potenza nei circuiti trifasi squilibrati | 285 |
| Gruppi idroelettrici dell'avvenire | 361 |
| Ricerche magnetiche | 361 |
| Oscillografo elettrostatico | 385 |
| Prove sui triodi | 413 |
| Norme per gli impianti di bordo | 493 |
| L'organizzazione delle vendite dell'energia per luce | 581 |
| Roentgenterapia | 521 |
| Commissione elettrotecnica internazionale | 521 |
| Misure coi rubi elettronici | 685 |
| Un voltmetro «di cresta» elettrostatico | 761 |
| Fattore di potenza e fattore di squilibrio | 1005 |

Articoli e comunicazioni.

| | |
|--|------|
| Possibilità di progressi nella tecnica delle misure industriali - A. Barbagelata | 21 |
| Sulla energia reattiva nella economia generale della produzione e della distribuzione dell'energia elettrica - G. Fracanzani | 89 |
| I pirometri termoelettrici - C. Bacchini | 119 |
| Il controllo sperimentale delle correnti vaganti - G. Revessi | 271 |
| Sulla determinazione del fattore di potenza nei circuiti trifasi squilibrati - B. Focaccia | 292 |
| I gruppi generatori nelle centrali idroelettriche del domani - G. Belluzzo | 376 |
| Sui cicli asimmetrici di isteresi magnetica in un campo di direzione costante - M. Paris | 370 |
| Oscillografo elettrostatico trasportabile per lo studio dei generatori di raggi Röntgen - E. Pugno-Vanoni | 388 |
| Misure balistiche sui triodi - B. Del Nunzio | 413 |
| Servizio di vendita di energia elettrica, lettura dei contatori fatturazione ed esazione in una azienda di distribuzione di energia elettrica a piccoli utenti - P. G. Venturini | 535 |
| Alcune prove su di un moderno impianto per Roentgenterapia - E. Pugno-Vanoni | 528 |
| Misure balistiche di valori massimi per mezzo dei diodi - M. Paris | 686 |
| Chilovoltmetro elettrostatico di cresta per altissime tensioni - E. Pugno-Vanoni | 766 |
| La moderna matematica dei circuiti trifasi - E. Bottani | 1013 |

Lettere alla redazione.

| | |
|--|-----|
| Di un sistema assai semplice per la misura di piccole capacità e di grandi resistenze - P. Pierini | 700 |
|--|-----|

Sunti o Sommari.

| | |
|---|------|
| Lo sviluppo dei contatori - W. Stumpner | 200 |
| Temperature limiti dei motori elettrici per trazione e loro determinazione - G. E. Luke | 203 |
| Osservazioni di temperatura ambiente - H. T. Lange | 249 |
| Voltmetro elettrostatico per alte tensioni alternate - K. A. Sterzel | 276 |
| Due metodi fotografici per studiare le scariche ad alta tensione - K. B. Mc. Eachron | 296 |
| Perdite addizionali nelle macchine sincrono e loro misura - R. Rüdenberg | 298 |
| La determinazione geometrica della lunghezza d'onda dei raggi Röntgen - L. Puccianti | 480 |
| Effetto dell'emissione elettronica sulla distribuzione della temperatura nei filamenti di tungsteno dei tubi a vuoto - H. Helms | 566 |
| Misure di vuoto mediante tubi elettronici usati come manometri a ionizzazione - S. Hellmut | 569 |
| Uso del tubo di Braun per prove sui dielettrici - G. Giulietti e P. Vanoni | 614 |
| Compensazione delle dilatazioni negli strumenti termici - Steinert | 645 |
| Nuovi metodi per la misura della resistenza di un circuito di corrente oscillatoria - H. Chireix | 752 |
| Il fonometro di Zwaardemaker e la misura fisiologica del suono - A. Stefanini | 783 |
| Uso del tubo di Braun per prove sui dielettrici a varie tensioni e temperature - E. Pugno-Vanoni | 995 |
| Effetti della durata e della frequenza sulle prove di isolamento dei trasformatori - V. M. Montsinger | 1026 |

Cronaca.

| | |
|--|-----|
| Nuovo tipo di potenziometro a corrente alternata | 87 |
| Nuove misure sulle perdite nei dielettrici | 463 |
| Il metodo stroboscopico per la determinazione delle curve di decremento di velocità | 575 |
| Un metodo di compensazione per la misura della capacità e delle perdite dielettriche dei condensatori e dei cavi | 911 |
| Un nuovo tipo di contatore a tariffa multipla | 998 |

Norme - Leggi - Decreti.

| | |
|--|-----|
| Schema di Norme per gli impianti elettrici a bordo | 508 |
| La riunione di Londra dei comitati di studio della Commissione elettrotecnica internazionale | 537 |

Libri e pubblicazioni.

| | |
|---|---------|
| Etude mécanique et usinage des machines électriques - H. De Pistoye | 206 |
| Sulle unità di misura - P. C. Barberis | 516-582 |
| «I contatori elettrici» - Teoria pratica - I. Clementi | 516 |
| Le frodi nei contatori elettrici - G. Chierchia | 1032 |

La nostra industria.

| | |
|---|-----|
| Nuovo wattmetro registratore a relais sistema «Arcioni» | 176 |
| La sala prova della manifattura Isolatori Vetro di Acqui - G. Arigo | 344 |

29. - Motori elettrici.

Note di redazione.

| | |
|---|---------|
| La unificazione delle alte tensioni | 1 |
| Locomotori trifasi | 333-361 |
| Norme per gli impianti di bordo | 493 |
| Motore asincrono compensato Sartori | 521 |
| Commissione elettrotecnica internazionale | 521 |

Articoli e comunicazioni.

| | |
|--|---------|
| Scala delle tensioni normali per le macchine e gli apparecchi ad alta tensione - E. Vannotti | 13 |
| Riassunto di studi su locomotori con motori asincroni - G. Bianchi | 334-361 |
| Motore asincrono autocompensato - G. Sartori | 521 |

Lettere alla redazione.

| | |
|---|--------|
| Sul rifasamento delle reti - D. Rodocanachi | 57-229 |
| Sul rifasamento delle reti - R. Tomasicchio | 152 |

Sunti e sommari.

| | |
|--|-----|
| Nuovi locomotori elettrici a corrente continua a 650 volt, da 2000 HP, della compagnia d'Orléans - H. Parodi | 15 |
| L'avviamento dei motori sincroni ed il loro funzionamento | 99 |
| L'impiego dell'anidride carbonica per spegnere gli incendi delle macchine elettriche | 129 |
| Temperature limiti dei motori elettrici per trazione e loro determinazione - G. E. Luke | 203 |
| Attraverso la Svezia con locomotive a corrente alternata - W. Reichel | 250 |
| Il raffreddamento delle macchine elettriche - G. E. Luke | 346 |
| Auto avviamento dei motori in corto circuito - R. Mayer | 379 |
| Il motore sincrono per regolare il fattore di potenza e regolare la tensione di una linea - H. Carpentier | 567 |
| Nuovi locomotori elettrici | 573 |

Cronaca.

| | |
|---|-----|
| Un nuovo motore elettrico ad impulsione per il comando di apparecchi registratori | 158 |
|---|-----|

Norme - Leggi - Decreti.

| | |
|--|-----|
| Schema di Norme per gli impianti elettrici a bordo | 508 |
| La riunione di Londra dei Comitati di studio della Commissione elettrotecnica internazionale | 537 |

Libri e pubblicazioni.

| | |
|---|---------|
| Costruzioni elettromeccaniche - E. Morelli | 19-1004 |
| La macchina a induzione a campo rotante - T. Jervis | 19 |
| Macchine elettriche - Costruzione, funzionamento e prove - A. Barbagelata | 159-206 |
| Etude mécanique et usinage des machines électriques - H. De Pistoye | 206 |
| Tavole di costruzioni elettromeccaniche - G. Rebora | 582 |
| Moteurs électriques - traction électrique - M. Strulovici | 1004 |
| Aufgaben aus der Maschinen Kunde und Electrotechnik - F. Suchting | 1004 |
| Teoria generale della commutazione - C. La Greca | 1004 |
| Teoria, calcolo, costruzione dei motori a campo rotante - G. Chierchia | 1032 |

30. - Motori primi, caldaie, ecc.

Note di redazione.

| | |
|---|-----|
| Centrali a due salti | 113 |
| Progressi nella costruzione delle turbine | 165 |
| L'industria italiana delle turbine idrauliche alla «World Power Conference» | 761 |
| L'impianto di Lardarello alla «World Power Conference» | 889 |

Articoli e comunicazioni.

| | |
|--|-----|
| Una speciale unità idraulica di riserva - M. Lo Presti | 114 |
| Ruote Pelton moderne - M. Lo Presti | 169 |
| La tecnica moderna delle turbine idrauliche italiane - G. Ucelli | 775 |
| La centrale geotermica di Larderello - P. Ginori Conti | 900 |

Lettere alla redazione.

| | |
|--|-----|
| Ruote Pelton moderne - G. Ucelli | 247 |
| Turbina a due salti - L. Boselli | 247 |
| Turbina a due salti - M. Lo Presti | 319 |
| Sul limite di instabilità delle turbine Francis - M. Danti | 973 |

Santi e sommari.

| | |
|---|-----|
| Il motore a combustione interna ed a vapore, sistema «Still» | 230 |
| Uno studio dell'irregolarità della reazione nelle turbine Francis - R. Wilkins | 302 |
| Locomotiva turbo-elettrica | 325 |
| Applicazione della termo-compressione del vapore all'alimentazione delle caldaie con acqua distillata | 906 |

Cronaca.

| | |
|---|-----|
| Automotrici a motore Diesel ed a trasmissione elettrica | 233 |
|---|-----|

Libri e pubblicazioni.

| | |
|---|----|
| Motori Diesel fissi e loro lubrificazione | 66 |
|---|----|

31. - Necrologie.

| | |
|--|-----|
| Giuseppe Colombo - O. M. Corbino | 237 |
| Dr. Ing. C. E. L. Brown | 440 |
| Pietro Spano | 912 |

32. - Note e questioni economiche, finanziarie e politiche.

Riassunti.

| | |
|---|--|
| Rassegna delle Società Elettriche - R. San Nicolò | 40-106-182-251-326 394-488-576-728-940-1000 |
|---|--|

Lettere alla redazione.

| | |
|--|-----|
| In materia di distribuzione di energia elettrica - D. Cangia | 502 |
|--|-----|

Cronaca.

| | |
|--|----|
| Il nuovo trattato di commercio italo-spagnuolo - A. C. Gullino | 18 |
| Possibilità di esportazione in Cina | 36 |

Libri e pubblicazioni.

| | |
|--|------|
| L'accroissement de la production et son influence sur les variations du change en Roumanie - Angelesco I. N. | 1004 |
| Annual Report of the Director of the Bureau of Standards to the Secretary of Commerce of the fiscal year | 1004 |

33. - Note e questioni legali.

| | |
|---|-----|
| Sull'applicazione della tassa d'esercizio | 186 |
|---|-----|

34. - Radiotelegrafia e radiotelefonica.

Note di redazione.

| | |
|--|-----|
| Radio Coltano | 1 |
| Un'affermazione italiana nel campo r. t. | 21 |
| Lampade a incandescenza e tubi elettronici | 617 |
| Teoria degli amplificatori | 913 |

Articoli e comunicazioni.

| | |
|---|------|
| Il centro radiotelegrafico di Coltano - G. Vallauri | 2-27 |
| Limiti e condizioni di una buona ricezione in radiotelefonica - O. M. Corbino | 239 |

| | |
|---|-----|
| Misure balistiche sui triodi - <i>B. Del Muzio</i> | 413 |
| Sulla tecnica degli alti vuoti per tubi elettronici - <i>G. Montefinale</i> | 618 |
| Progetto di tubi elettronici per radiotelegrafia - <i>C. Matteini</i> | 621 |
| Contributo alla teoria degli amplificatori a reazione - <i>G. Filippini</i> | 914 |

Lettere alla redazione.

| | |
|--|-----|
| Esperienze di trasmissione radio su onde corte - <i>G. Salom</i> | 151 |
| Esposizione radiotelegrafica di Torino - <i>C. Diena</i> | 153 |

Sunti e sommari.

| | |
|--|------|
| Note sui triodi - <i>A. Blondel</i> | 39 |
| Radiotelegrafia direttiva con onde di 10 m. - <i>W. Dummore e H. Engel</i> | 63 |
| Radiotelegrafia attraverso l'Atlantico - <i>H. D. Arnold e Lloyd Espenchied</i> | 84 |
| Recenti progressi nell'applicazione della radiotelegrafia alle navi - <i>J. A. Slee</i> | 86 |
| Radiogoniometria a bordo di navi in ferro - <i>C. E. Horton</i> | 154 |
| Recenti progressi della radiotelegrafia in Duplex - <i>P. P. Eckersley</i> | 178 |
| Riduzione dell'interferenza fra le radiocomunicazioni e migliore utilizzazione dei ricevitori a triodi - <i>J. Scott Taggart</i> | 202 |
| Registrazione di segnali ad alta velocità nella radiotelegrafia - <i>J. Weinberger</i> | 422 |
| Trasmettitore radiotelegrafico e radiotelefonico di piccola potenza - <i>I. F. Byrnes</i> | 462 |
| Studio oscillografico delle caratteristiche dei triodi - <i>E. L. Chaffee</i> | 504 |
| Uso dell'ondometro come oscillografo - <i>A. Meissner</i> | 540 |
| Un nuovo metodo per la misura della lunghezza delle onde di servizio nelle stazioni radiotelegrafiche trasmettenti - <i>E. Alberti - G. Leithäuser</i> | 572 |
| Uno studio sulla fluttuazione dell'intensità dei segnali radiotelegrafici - <i>I. H. Dellinger - L. I. Whittemore - S. Kruse</i> | 680 |
| Recenti progressi nei tubi elettronici ricevuti ad alto vuoto - <i>J. C. Warner</i> | 705 |
| Nuovi metodi per la misura della resistenza di un circuito di corrente oscillatoria - <i>H. Chireix</i> | 752 |
| Studio oscillografico di alcuni generatori a triodi - <i>A. Dufour e R. Mesny</i> | 785 |
| Radiotelegrafia direzionale a onde corte - <i>G. Marconi</i> | 907 |
| Un nuovo tipo di moltiplicatore di frequenza per apparati radiotelegrafici - <i>H. Schmidt</i> | 937 |
| La stazione di radiodiffusione della General Electric Company a Schenectady - <i>W. R. G. Baker</i> | 974 |
| Un nuovo radiogoniometro unilaterale - <i>E. Bellini</i> | 996 |
| Comunicazioni telefoniche a grande distanza - <i>H. S. Osborne</i> | 1027 |

Cronaca.

| | |
|---|-----|
| Stazione ultrapotente nel Belgio | 66 |
| La recente mostra radiotelegrafica di Torino | 87 |
| La nuova stazione radio di Torre Nuova (Roma) | 158 |
| Disturbi reciproci fra telai di ricezione radio | 205 |
| Misura della corrente di saturazione di diodi e triodi | 251 |
| Politica delle radiocomunicazioni in Inghilterra | 303 |
| Efficienza dei collegamenti radiotelegrafici a grandi distanze | 393 |
| Una conferenza internazionale per la radiotelegrafia | 425 |
| Le grandi stazioni radiotelegrafiche Telefunken in corso di costruzione | 464 |
| La rete radiotelegrafica della marina nord-americana | 541 |
| Aurora boreale e radiocomunicazioni | 574 |
| Diodi e triodi a consumo ridotto | 575 |
| Impianto radio dei nuovi dirigibili mercantili tedeschi | 648 |
| Corso superiore di Elettrotecnica e Radiotelegrafia | 681 |
| Le antenne trasmettenti della stazione di Radio-(Virginia-Nord America) | 706 |
| Sullo sviluppo della radiotelegrafia nel prossimo futuro | 758 |
| Gli impianti radio dell'yacht « Elettra » | 999 |

Norme - Leggi - Decreti.

| | |
|---|-----|
| Decreto e Regolamento emanati in Francia per le stazioni radiotelegrafiche e radiotelefoniche private | 160 |
| Per la regolamentazione delle radiotrasmissioni | 440 |

Libri e pubblicazioni.

| | |
|--|---------|
| The Poulsen Arc Generator - <i>C. F. Elwell</i> | 19 |
| Come funziona e come si costruisce una stazione per la ricezione radiotelegrafica-telefonica - <i>E. Montù</i> | 19-66 |
| La T. S. F. per quelli che sanno e per quelli che non sanno - <i>A. Orsi</i> | 159 |
| Elementi di telegrafia e telefonia senza fili - <i>P. Barreca</i> | 206-516 |
| Radio per tutti - <i>E. Gnesutta</i> | 206 |
| Radiotelegrafia per tutti - <i>R. Brorard</i> | 516 |
| L'energia elettrica | 1032 |
| Teoria e costruzione dei posti di telefonia senza fili - <i>U. Guerra</i> | 1032 |

35. - Società scientifiche, associazioni, concorsi, ecc.

Note di redazione.

| | |
|--|-----|
| La continuità dell'esercizio dei grandi impianti alla Conferenza di Parigi | 261 |
| Elettrotecnica internazionale | 309 |

| | |
|---|-----------------|
| La « World Power Conference » | 413-441-465-491 |
| L'impianto di Larderello alla « World Power Conference » | 889 |
| La riunione di Spezia e la Commissione internazionale della Illuminazione | 977 |

Lettere alla redazione.

| | |
|--|-----|
| Esposizione radiotelegrafica di Torino - <i>C. Diena</i> | 153 |
|--|-----|

Cronaca.

| | |
|---|---------|
| Prima mostra italiana di attività Municipali | 66 |
| La recente mostra r. t. di Torino | 87 |
| Concorso al premio della Fondazione Pezzini-Cavalletto | 129 |
| Concorsi a premi proposti dal R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere in Milano | 157 |
| Impianti elettrici nel Lussemburgo | 182 |
| Congresso Nazionale di Chimica industriale | 205 |
| Concorsi a posti di Professore presso la R. Accademia Navale | 205 |
| Associazione Nazionale per i congressi di Navigazione | 233 |
| La « Kelvin's lecture » dell'Ing. Semenza | 303 |
| Il nuovo premio Mascart | 325 |
| Concorso a posto d'ingegnere fisico-elettricista aggiunto nella R. Marina | 325 |
| Concorso alla nomina di tenente nel Genio Navale | 326 |
| Esposizione internazionale del carbone bianco | 352 |
| Congresso internazionale di Matematica | 352 |
| L'A. E. I. alla Fiera Campionaria di Bruxelles | 393 |
| La Conferenza dell'Energia mondiale | 424 |
| Assemblea del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico | 424 |
| Concorso a Borse di Perfezionamento | 463 |
| Fiera Campionaria di Lipsia | 463 |
| La mostra delle invenzioni alla fiera di Napoli | 463 |
| L'inaugurazione della « World Power Conference » a Londra | 481 |
| La prima Conferenza dell'Energia Mondiale | 507 |
| Unione italiana inventori | 576 |
| Associazione per le Acque Pubbliche in Italia | 581 |
| Il Congresso dell'Associazione Nazionale Ingegneri e l'interconnessione degli impianti elettrici | 726-788 |
| Borse di perfezionamento conferite dal Comitato Nazionale scientifico-tecnico di Milano | 911 |
| Congresso della Société Française des Electriciens | 976 |
| Esposizione internazionale del carbone bianco | 976 |
| VI sessione. - Riunione di Ginevra 21-25 luglio 1924 della Commissione internazionale della Illuminazione | 991 |
| La mostra dell'Illuminazione alla XXIX riunione dell'A. E. I. | 993 |
| Congresso di Vercelli | 1028 |

37. - Tarifficazione e vendita.

Note di redazione.

| | |
|---|------|
| Esattezza tecnica ed esattezza contabile | 21 |
| Energia reattiva e tarifficazione | 89 |
| L'organizzazione della vendita dell'energia per luce | 521 |
| Regime fiscale e sviluppo dell'illuminazione elettrica | 889 |
| La tarifficazione dell'energia e gli utenti « squilibrati » | 945 |
| Fattore di potenza e fattore di squilibrio | 1005 |

Articoli e comunicazioni.

| | |
|--|----------|
| Possibilità di progressi nella tecnica delle misure industriali - <i>A. Barbagelata</i> | 21 |
| Sulla energia reattiva nella economia generale della produzione e della distribuzione dell'energia elettrica - <i>G. Fracanzani</i> | 89 |
| Servizio di vendita di energia elettrica, lettura dei contatori, fatturazione ed esazione in una azienda di distribuzione di energia elettrica a piccoli utenti - <i>P. G. Venturini</i> | 535 |
| Legislazione e statistica della illuminazione in Italia - <i>D. Civita</i> | 889 |
| La moderna matematica dei circuiti trifasi - <i>E. Bottani</i> | 966-1013 |

Lettere alla redazione.

| | |
|--|--------|
| Sul rifasamento delle reti - <i>D. Rodocanachi</i> | 57-229 |
| Tariffe e costi - <i>A. Peri</i> | 125 |

Sunti e sommari.

| | |
|---|-----|
| Lo sviluppo dei contatori - <i>W. Stumpner</i> | 100 |
| La valutazione del fattore di potenza nei contratti di fornitura di energia | 301 |
| Il motore sincro, per regolare il fattore di potenza e regolare la tensione di una linea - <i>H. Carpentier</i> | 567 |

Cronaca.

| | |
|---|-----|
| Un nuovo tipo di contatore a tariffa multipla | 998 |
|---|-----|

Norme - leggi - decreti.

| | |
|---|------|
| Testo unico delle disposizioni per l'imposta sul consumo del gas e dell'energia elettrica | 1029 |
|---|------|

Libri e pubblicazioni.

| | |
|--|------|
| L'energia elettrica | 1032 |
| Le frodi nei contatori elettrici - <i>G. Chierchia</i> | 1032 |

38. - Telefonia, telegrafia, segnalazioni.*Note di redazione.*

| | |
|---|-----|
| Norme per gli impianti di bordo | 493 |
|---|-----|

Articoli e comunicazioni.

| | |
|---|-----|
| La telefonia con cavi subacquei dalle origini fino ad oggi - F. Petritsch | 454 |
|---|-----|

Lettere alla redazione.

| | |
|---|-----|
| Telefonia ad onde convogliate - A. Perego | 125 |
|---|-----|

Sunti e sommari.

| | |
|--|-----|
| I limiti dell'impiego della telefonia mediante correnti ad alta frequenza - C. A. Boddie e M. W. Cooke | 86 |
| Contributo allo studio degli amplificatori a bassissima frequenza - P. Lejay | 155 |
| Apparecchio telefonico a pagamento, sistema Hall | 179 |
| Il telestereografo Belin per la trasmissione a distanza delle fotografie - P. Calfas | 202 |
| Lo sviluppo degli amplificatori telefonici - G. Gruschke | 232 |
| La rete di cavi telefonici a lunga distanza in Olanda - A. Ferry | 248 |
| Sopra una nuova definizione dell'attenuazione nei circuiti telefonici - A. Poulsen | 423 |
| Nuove applicazioni dei tubi a gas rari - H. Marchand | 505 |

Cronaca.

| | |
|---|-----|
| Telefonia ad onde convogliate | 19 |
| I progressi della telefonia in Germania — Il catodofono e lo statorfono | 576 |
| Telegrafia multipla su cavi | 759 |
| L'inaugurazione del nuovo cavo telefonico Genova-Milano-Torino | 788 |

Norme - Leggi - Decreti.

| | |
|---|-----|
| Schema di Norme per gli impianti elettrici di bordo | 508 |
|---|-----|

Libri e pubblicazioni.

| | |
|--|----------|
| Il problema nazionale telefonico - U. Bianchi | 206 |
| Manuel de télégraphie et téléphonie - A. Leclerc | 516 |
| Die Fernsprechanlagen mit wählbetrieb (automatische Telephonie) - F. Lubberger | 516-1004 |
| La telefonia moderna - U. Guerra | 516 |
| Appareils et installations téléphoniques - E. Reynaud-Bonin | 517 |
| L'energia elettrica | 1032 |

39. - Trasformatori, convertitori, raddrizzatori, ecc.*Note di redazione.*

| | |
|--|-----|
| La unificazione delle alte tensioni | 1 |
| Norme per gli oli, per le tubazioni, per le macchine | 113 |
| Il «transverter» | 333 |
| Norme per gli impianti di bordo | 493 |
| Commissione elettrotecnica internazionale | 521 |
| Regolazione di tensione e riflettori per lampade | 685 |

Articoli e comunicazioni.

| | |
|--|-----|
| Scala delle tensioni normali per le macchine e gli apparecchi ad alta tensione - E. Vannotti | 13 |
| Il «transverter» | 341 |
| Alcune osservazioni intorno alla regolazione di tensione - F. Neri | 689 |
| Sul macchinario della centrale di Temù in Valcamonica | 898 |

Lettere alla redazione.

| | |
|---|-----|
| Le targhe dei trasformatori - G. Rebora | 126 |
| Sulle targhe dei trasformatori - C. Cagli | 229 |
| Le targhe dei trasformatori - F. Correggiari | 296 |
| Sul «Transverter» - G. Gola | 503 |
| A proposito delle Norme Internazionali per gli oli - R. Renzi | 700 |

Sunti e sommari.

| | |
|--|------|
| L'impiego dell'anidride carbonica per spegnere gli incendi delle macchine elettriche | 129 |
| Il raffreddamento delle macchine elettriche - G. E. Luke | 346 |
| Il funzionamento in derivazione delle convertitrici rotanti nelle sottostazioni per servizio di trazione - R. J. Saulsbury | 480 |
| Forma della curva di corrente e fattore di potenza nei raddrizzatori a mercurio - H. Jüngmichl | 645 |
| Effetti della durata e della frequenza sulle prove di isolamento dei trasformatori - V. M. Montsinger | 1026 |

Cronaca.

| | |
|--|-----|
| Raddrizzatori di grande potenza per la tensione continua di 500 volt | 66 |
| Le norme «Oli» e la Commissione governativa | 615 |

Norme - Leggi - Decreti.

| | |
|--|---------|
| Norme per la fornitura ed il controllo degli oli per trasformatori ed apparecchi elettrici | 131-398 |
| Norme per gli oli | 160 |
| Schema di norme per gli impianti elettrici di bordo | 508 |
| La riunione di Londra dei comitati di studio della Commissione elettrotecnica internazionale | 537 |

Libri e pubblicazioni.

| | |
|--|---------|
| Costruzioni elettromeccaniche - E. Morelli | 19-1004 |
| Macchine elettriche - costruzione - funzionamento e prove - A. Barbagelata | 159-206 |
| Etude mécanique et usinage des machines électriques - H. De Pistoye | 206 |
| Tavole di costruzioni elettromeccaniche - G. Rebora | 582 |
| Aufgaben aus der Maschinen Kunde und Electrotechnik - F. Suchting | 1004 |
| Teoria, calcolo, costruzione dei piccoli trasformatori monofasi e trifasi - G. Chierchia | 1032 |

40. - Trasmissione e distribuzione.*Note di redazione.*

| | |
|--|---------|
| Costruzione ed esercizio delle grandi linee aeree | 45 |
| Sul calcolo delle reti di distribuzione | 69 |
| Energia reattiva e tarifficazione | 89 |
| La protezione contro le sovracorrenti e il nuovo selettore «lum» | 141 |
| Elettrotecnica internazionale | 309 |
| La nuova legge sull'elettrodotto e le grandi reti nazionali | 385-413 |
| Norme per gli impianti di bordo | 493 |
| Motore asincrono compensato Sartori | 521 |
| La riunione di Spezia ed i problemi dell'illuminazione | 545 |
| La terza conferenza internazionale sulle reti ad altissima tensione | 545 |
| Problemi di illuminazione | 617 |
| La regolazione della tensione | 649 |
| L'illuminazione pubblica a Milano | 649 |
| Regolazione di tensione e riflettori per lampade | 685 |
| Linee ed impianti in Sardegna | 709 |
| La definizione e la portata pratica dello squilibrio nei sistemi trifasi | 737 |
| Le nuove concezioni dei sistemi trifasi | 761 |
| L'analisi dei circuiti trifasi | 913 |
| La tarifficazione dell'energia e gli utenti «squilibrati» | 945 |
| Sviluppo e limiti delle interconnessioni | 977 |
| Fattore di potenza e fattore di squilibrio | 1005 |

Articoli e comunicazioni.

| | |
|--|-----------------|
| Prova degli isolatori in esercizio col «fioretto acustico» - G. P. Venturini | 45 |
| Calcolo economico delle reti agricole - M. Pizzuti | 79 |
| Sulla energia reattiva nell'economia generale della produzione e della distribuzione dell'energia elettrica - G. Fracanzani | 90 |
| Il selettore «lum» e le sue applicazioni negli impianti elettrici - A. C. Piva | 141 |
| Alcune considerazioni sul problema degli scambi di energia fra reti elettriche - G. Semenza | 309 |
| Regolamenti e norme per le grandi linee elettriche alla Conferenza internazionale di Parigi - F. Manfredi | 313 |
| Nuove vedute in materia di distribuzione di energia elettrica - L. Sandonni | 385 |
| Motore asincrono autocompensato - G. Sartori | 521 |
| Sui sistemi di distribuzione della corrente per pubblica illuminazione - G. Storch | 564 |
| La nostra situazione in illuminazione, a che punto siamo e dove dobbiamo tendere - G. Peri | 629 |
| Cavi e conduttori per circuiti di illuminazione con lampade a serie - E. D'Angelo | 635 |
| In tema di lampade e di scarti di tensione - G. Revessi | 641 |
| Le variazioni della tensione nelle reti di distribuzione e la loro influenza sull'economia della luce prodotta con lampade a incandescenza - A. Asta | 650 |
| L'impianto di illuminazione pubblica a Milano | 667 |
| Alcune osservazioni intorno alla regolazione della tensione - F. Neri | 689 |
| Le linee elettriche in Sardegna - L. Passerini | 718 |
| La moderna matematica dei circuiti trifasi - E. Bottani | 738-768-928-966 |
| Sviluppo e limiti dei collegamenti e dei paralleli tra grandi sistemi elettrici - R. Norsa | 989 |

Lettere alla redazione.

| | |
|--|--------|
| Sul rifasamento delle reti - D. Rodocanachi | 57-229 |
| Sul rifasamento delle reti - R. Tomasichio | 152 |
| Funzionamento di più linee in parallelo - G. Campos | 153 |
| In materia di distribuzione di energia elettrica - D. Cangia | 502 |

Sunti e sommari.

| | |
|--|----|
| Sistemi isolanti studiati per impedire la formazione di archi sulle linee di trasmissione di grande lunghezza e di piccolo scaricamento - A. O. Austin | 64 |
|--|----|

| | |
|--|-----|
| Un nuovo relais per sezionare automaticamente le reti di distribuzione - <i>L. N. Crichton</i> | 176 |
| Le distribuzioni rurali di elettricità in Francia - <i>P. Razous</i> | 205 |
| Generatori e condensatori sincroni per lunghe linee di trasmissione - <i>M. W. Smith</i> | 323 |
| Messa a terra del neutro in reti di cavi - <i>E. Neumann</i> | 379 |
| Il motore sincrono per regolare il fattore di potenza e regolare la tensione di una linea - <i>H. Carpentier</i> | 567 |
| Limiti di portata di un impianto con lunghe linee di trasmissione - <i>E. B. Stand</i> | 704 |
| L'elettrificazione delle linee della «Compagnie des Chemins de Fer du Midi» | 756 |

Cronaca.

| | |
|--|-----|
| Comitato ordinatore della partecipazione italiana alla 3ª Conferenza internazionale di Parigi sulle reti ad altissima tensione | 584 |
| Impianti di elettrificazione | 648 |

Norme - Leggi - Decreti.

| | |
|---|-----|
| Attraversamenti delle Ferrovie dello Stato con condutture elettriche | 255 |
| Schema di disegno di legge sulla trasmissione a distanza e sulla distribuzione dell'energia elettrica | 425 |
| Schema di Norme per gli impianti elettrici di bordo | 508 |

Libri e pubblicazioni.

| | |
|---|-----|
| La produzione e distribuzione dell'energia elettrica nella 1ª Regione Elettrica - <i>E. Soleri</i> | 19 |
| Sulla energia reattiva nella economia generale del trasporto e distribuzione della energia elettrica - <i>G. Fracanzani</i> | 516 |

41. - Trazione e propulsione.*Note di Redazione.*

| | |
|---|---------|
| La trazione elettrica in Italia ed all'estero | 89 |
| La misura delle correnti vaganti | 261 |
| Locomotori trifasi | 333-361 |
| Commissione elettrotecnica internazionale | 521 |

Articoli e comunicazioni.

| | |
|--|---------|
| La trazione elettrica ferroviaria in Italia ed all'estero - <i>M. Semenza</i> | 95 |
| Illuminazione elettrica dei segnali ferroviari | 150 |
| Il controllo sperimentale delle correnti vaganti - <i>G. Revessi</i> | 271 |
| Riassunto di studi su locomotori con motori asincroni - <i>G. Bianchi</i> | 334-361 |
| La riunione di Londra dei Comitati di studio della Commissione elettrotecnica internazionale | 537 |

Lettere alla redazione.

| | |
|--|-----|
| Illuminazione dei segnali ferroviari - <i>G. Storchi</i> | 319 |
| Sulla elettrificazione delle ferrovie e delle tramvie - <i>E. Soleri</i> | 724 |

Sunti e sommari.

| | |
|---|-----|
| Nuovo tipo di vetture tramviarie usate a Dayton (Ohio) - <i>E. R. J.</i> | 15 |
| Nuovi locomotori elettrici a corrente continua a 650 volt, da 2000 HP, della compagnia d'Orléans - <i>H. Parodi</i> | 15 |
| La trazione su strada con accumulatori - <i>P. Bernabe</i> | 17 |
| L'elettrificazione è principalmente un problema finanziario - <i>W. R. Steinmetz</i> | 39 |
| L'elettrificazione della rete ferroviaria del «Midi» in Francia - <i>A. Bachellery</i> | 103 |
| La trazione elettrica ad accumulatori negli Stati Uniti | 156 |
| Il programma di elettrificazione delle ferrovie della Compagnia d'Orléans | 180 |
| Temperature limiti dei motori elettrici per trazione e loro determinazione - <i>G. E. Luke</i> | 203 |
| Attraverso la Svezia con locomotive a corrente alternata - <i>W. Reichel</i> | 250 |
| Le linee di contatto per grandi velocità - <i>M. Leboucher</i> | 321 |
| Locomotiva turbo-elettrica | 325 |
| Il funzionamento in derivazione delle convertitrici rotanti nelle sottostazioni per servizio di trazione - <i>R. J. Saulsbury</i> | 480 |
| Sottostazione ferroviaria all'aperto - <i>H. De Raemy</i> | 506 |
| Nuovi locomotori elettrici | 573 |
| Presa di correnti intense per locomotori a 95 km. l'ora | 574 |
| Il problema della congestione del traffico nelle vie cittadine | 614 |
| Forma della curva di corrente e fattore di potenza nei raddrizzatori a mercurio - <i>H. Jüngnickl</i> | 645 |
| Vetture tramviarie leggere a due carrelli - <i>H. H. Adams</i> | 726 |
| Le trasmissioni ultrapotenti - Convenienza e limiti delle trasmissioni elettriche a grandissime distanze - <i>Percy Thomas</i> | 753 |
| L'elettrificazione delle linee della «Compagnie des Chemins de Fer du Midi» | 756 |
| Alcuni locomotori monofasi delle Ferrovie Federali Svizzere - <i>G. L. Meyfarth</i> | 787 |

| | |
|--|------|
| Le economie di esercizio in seguito alla elettrificazione della ferrovia Paulista - <i>S. B. Fortenbangh</i> | 908 |
| Campi d'azione rispettivi di alcuni mezzi di trasporto urbano - <i>V. Topping</i> | 1028 |

Cronaca.

| | |
|---|-----|
| Raddrizzatori di grande potenza per la tensione continua di 5000 volt | 66 |
| Nuovo sistema di trasporto passeggeri | 88 |
| L'elettrotrazione in Francia | 88 |
| Progressiva elettrificazione della Parigi-Orléans | 105 |
| Automotrice a motore Diesel ed a trasmissione elettrica | 233 |
| Vetture automotrici leggere per alte velocità | 352 |
| Impianti di elettrificazione | 648 |
| La fotografia dei rumori nell'interno delle vetture tramviarie | 705 |
| La trazione ferroviaria con motori a combustibili liquidi | 911 |

Norme - Leggi - Decreti.

| | |
|---|-----|
| Provvedimenti per l'elettrificazione delle ferrovie in regime di concessione e delle tramvie extra-urbane | 727 |
|---|-----|

Libri e pubblicazioni.

| | |
|---|------|
| Contributo alla soluzione di un problema ferroviario - Treni rapidi e leggeri - <i>U. Baldini - G. Scaramuzza</i> | 516 |
| Moteurs électriques - traction électrique - <i>M. Strulovici</i> | 1004 |
| Der elektrische Zugbetrieb der Deutschen Reichsbahn - <i>W. Wechmann</i> | 1032 |

La nostra industria.

| | |
|--|-----|
| Segnali ferroviari ed illuminazione elettrica - <i>A. Milani</i> | 274 |
|--|-----|

42. - Varie.*Note di Redazione.*

| | |
|--|-----|
| La questione dei combustibili nazionali ed il problema dell'azoto | 189 |
| Il discorso del Ministro Corbino a Milano | 237 |
| Il problema dei combustibili liquidi | 465 |
| I problemi dell'illuminazione ed il prossimo Congresso alla Spezia | 491 |
| La riunione di Spezia ed i problemi dell'illuminazione | 545 |
| Problemi di illuminazione | 585 |
| Illuminazione di interni | 649 |
| L'igiene della illuminazione | 889 |

Articoli e comunicazioni.

| | |
|--|-----|
| Le centrali termoelettriche con combustibili nazionali ed il problema dell'azoto - <i>L. Ricci</i> | 195 |
| Giuseppe Colombo - <i>O. M. Corbino</i> | 237 |
| Il problema del combustibile liquido - <i>G. Gallo</i> | 465 |
| L'illuminazione nell'industria elettrica - <i>C. Clerici</i> | 494 |
| L'occhio umano e l'illuminazione - <i>L. F. Pellò</i> | 548 |
| Effetti del colore delle pareti e dei soffitti sull'illuminazione risultante | 551 |
| Alcuni rilievi sperimentali sulla illuminazione di interni - <i>G. Peri</i> | 558 |
| Sull'influenza dell'illuminazione nella produttività delle officine - <i>G. Ciampi</i> | 609 |
| Alcuni dati sperimentali sulla illuminazione degli ambienti interni - <i>G. Sonmeda</i> | 665 |
| Sulla igiene della illuminazione - <i>L. Carozzi</i> | 896 |

Lettere alla redazione.

| | |
|--|-----|
| La scarica elettrica non uccide? - <i>A. Bolognini</i> | 83 |
| Fulminazioni e respirazioni artificiali - <i>G. B. Angeletti</i> | 175 |

Sunti e sommari.

| | |
|---|-----|
| L'impiego dell'anidride carbonica per spegnere gli incendi delle macchine elettriche | 129 |
| Le distribuzioni rurali di elettricità in Francia - <i>P. Razous</i> | 205 |
| Risultati ottenuti con l'applicazione del metodo Taylor in una officina di costruzioni meccaniche - <i>R. H. Beuder</i> | 249 |
| La luce della conoscenza e la conoscenza della luce - <i>L. A. Hawkins</i> | 908 |

Cronaca.

| | |
|--|-----|
| Inaugurazione del ricordo ad Augusto Righi | 88 |
| Ingegneri ed industriali all'estero | 106 |
| Giovani ingegneri italiani negli Stati Uniti | 130 |
| La prossima conferenza dell'energia mondiale a Londra | 157 |
| Inaugurazione della nuova sede della Società Edison a Milano | 251 |
| Bollettino delle opere tecniche | 464 |
| Réclame commerciale per mezzo della Marina da Guerra | 464 |

Libri e pubblicazioni.

| | |
|---|------|
| L'equipaggiamento elettrico delle automobili - <i>U. Guerra</i> | 516 |
| L'equipaggiamento elettrico delle automobili - <i>B. Brida</i> | 1032 |

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

E' GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPONANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPONANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Anno nuovo...

Iniziando l'undecimo anno di vita dell'*Elettrotecnica*, mentre rinviamo il lettore a quanto in proposito abbiamo scritto nello scorso numero, non possiamo che rinnovare ai Consoci ed a noi stessi l'augurio di una sempre più intensa e stretta collaborazione.

Ricordiamo come negli anni che precedettero la fondazione del giornale, nelle varie occasioni in cui la questione dell'organo sociale fu presa in esame, fosse da più parti sollevato il dubbio che il giornale potesse assorbire a poco a poco tutta l'attività del sodalizio, a danno della vita delle Sezioni e dell'interesse delle riunioni annuali. I fatti hanno trionfalmente distrutto tali dubbi. Il primo effetto della fondazione dell'*Elettrotecnica* fu infatti un notevole aumento del numero dei soci: l'incremento, appena attenuatosi nei primi anni della guerra, non ebbe poi più soste ed ha portato il sodalizio all'attuale forza numerica, che ha consentito e consente riunioni annuali sempre più ricche ed interessanti, mentre l'attività delle Sezioni, almeno delle principali, se non è ancora quale dovrebbe essere, non è certo inferiore a quella di una volta. In tali condizioni l'A. E. I. può e deve intensificare l'opera sua, procedendo rapidamente nella preparazione delle norme, esaminando a fondo tutti i problemi elettrotecnici di interesse generale in modo da acquistare sempre maggiore autorità nella vita del Paese. Nonostante la contraria opinione di qualche scettico, noi siamo d'avviso che lo sviluppo degli impianti elettrici in Italia sia appena al suo inizio e che, in un non lontano avvenire, si potrà assistere ad un movimento imponente verso la completa elettrificazione del Paese. Un intenso lavoro attende quindi l'A.E.I. in tutte le sue estrinsecazioni e ramificazioni, ed il giornale può e deve continuare a sviluppare la sua parte. Se le discussioni orali, verso cui si orientano sempre meglio le riunioni sociali, sono indispensabili per conoscere autorevoli opinioni di molti che difficilmente troverebbero occasione di manifestarle altrimenti, la discussione scritta — che sola può essere veramente ordinata, precisa, esauriente — rimarrà sempre a più efficace per le questioni prevalentemente tecniche. Le colonne dell'*Elettrotecnica* sono dunque aperte per discutervi serenamente i problemi di attualità o per impostarne dei nuovi: e l'afflusso di scritti sopra un dato argomento non potrà che facilitare e rendere più efficaci le discussioni conclusive nelle assemblee e nelle riunioni annuali. Al lavoro, dunque, Consoci e lettori di buona volontà!...

La unificazione delle alte tensioni.

Ecco un primo argomento su cui sarebbe assai utile raccogliere le opinioni dei maggiori esponenti della nostra industria elettrica. L'occasione è offerta dalla relazione dell'Ing. VANNOTTI alla Conferenza di Parigi, che pubblichiamo più avanti.

Non è necessario aggiungere che condividiamo pienamente la tesi del Comitato Elettrotecnico Italiano, dal Vannotti sostenuta. Ci sembra infatti assurda la pretesa di unificare le tensioni degli impianti, quando si è visto, a Parigi, che non si è ancora raggiunto l'accordo neppure sulla definizione di tensione normale di un impianto e, d'altra parte, è presente a tutti come siano finite le discussioni dell'immediato dopo guerra per l'unificazione delle frequenze e delle basse tensioni di distribuzione. Qualunque più razionale soluzione unificatrice si possa escogitare, urterà sempre contro considerevoli interessi pre-costituiti, e dovrà quindi sempre riconoscere il fatto compiuto rinunciando non solo a qualsiasi retroattività, ma anche a qualunque azione direttrice sull'ampliamento delle reti esistenti.

Lo stabilire invece una scala di tensioni, con pochi e ben scelti gradini, per le macchine e per gli apparecchi, porterebbe una enorme semplificazione ed un grande progresso tecnico ed economico nelle industrie elettromeccaniche, che potrebbero

limitarsi a studiare e costruire razionalmente in serie, un numero ristretto di tipi rispondenti a prescrizioni ed esigenze ben determinate. Gli utenti, completamente liberi di scegliere, nella serie, gli apparecchi che essi ritengono meglio adatti alle esigenze dei rispettivi impianti, sarebbero a poco a poco portati, da ovvie considerazioni economiche, ad orientarsi verso le tensioni tipo. V'è chi obietta, che, anche fissate le tensioni normali per gli apparecchi, si troverà sempre l'esercente che chiederà, e il costruttore che, per assicurarsi il lavoro, accetterà di costruire, macchine ed apparecchi fuori serie; ma la cosa, possibile in periodo di crisi industriale, dovrebbe essere ben difficile in tempi normali, per il maggior costo relativo che necessariamente assumerebbero tali speciali apparecchi. D'altronde se si dovessero ascoltare tutte le obiezioni si dovrebbe rinunciare a qualsiasi progresso; e poichè l'unificazione delle alte tensioni costituisce indubbiamente un progresso, sarebbe opportuno che si formasse fra i tecnici una larga opinione favorevole alle proposte del C. E. I. illustrate dall'Ing. Vannotti.

Radio Coltano.

Iniziamo oggi la pubblicazione della monografia sul centro radiotelegrafico di Coltano che il collega VALLAURI ha preparato, per incarico del Ministero della Marina, in occasione dell'inaugurazione ufficiale del centro e del suo passaggio, dopo otto mesi di ininterrotto servizio, alla nuova società concessionaria. Riteniamo che leggendo quanto è stato fatto a Coltano dalla R. Marina, con mezzi modesti, ma con chiara conoscenza degli scopi da raggiungere, i nostri lettori possano provare un senso di legittima soddisfazione al pensiero che tale opera è stata concepita ed eseguita da menti e braccia italiane e col l'appoggio dell'industria nazionale. Di ciò va giustamente dato merito alla nostra Marina, che è stata la principale artefice dello sviluppo della grande radiotelegrafia in Italia.

Oltre alla conclusione, in favore della possibilità per il nostro Paese di fare ragionevolmente da sé anche in questo campo, ci sembra che un'altra se ne possa trarre dall'esame dei progetti e dei lavori per l'impianto di Coltano. Ed è, che veramente la radiotelegrafia entra sempre più, come spirito animatore e come metodi e come mezzi, nell'orbita dell'elettrotecnica ed in quella più vasta dell'ingegneria. L'epoca del miracolismo sembra ormai finita: il numero degli studiosi che operano nel campo della radio è così grande, gli scambi intellettuali sono fra loro così frequenti e molteplici, le varie tendenze e le varie direzioni secondo cui si possono sperare nuovi perfezionamenti e nuovi successi sono così note, il dominio dell'indagine quantitativa si è così allargato, l'impaccio creato dai brevetti troppo generici è così diminuito, che veramente la mentalità dell'ingegnere ha potuto sempre più impadronirsi di questo problema e risolverlo con quell'equilibrio di criteri che costituisce la sua superiorità e che gli altri rami più antichi della tecnica hanno già magnificamente elaborato. Crediamo che molti lettori, scorrendo la descrizione di Coltano, avranno la gradita sensazione di accorgersi, forse con qualche sorpresa, che in fondo, fatte le debite proporzioni, l'impianto di una stazione radio è opera assai più affine alla costruzione di una centrale elettrica, di quanto prima non si credesse. E del riconoscimento di questa affinità sembra giusto a noi elettrotecnici di rallegrarci vivamente.

Referendum ed elezioni generali.

Diamo più avanti le prime cifre sul numero dei votanti nella votazione chiusa al 31 dicembre u. s. Ricordiamo qui che lo scrutinio seguirà il 16 corrente presso l'Ufficio centrale e che ad esso possono presenziare i soci che lo desiderino.

LA REDAZIONE.

□ □ IL CENTRO RADIOTELEGRAFICO DI COLTANO □ □ □ □ □ □ □

G. VALLAURI



:: Comunicazione alle Sezioni di Roma, Torino, Milano ::
:: :: :: :: :: Dicembre 1923 :: :: :: :: ::

1. Cenno storico — 2. Disposizione dei fabbricati — 3. Fabbricato principale — 4. Alimentazione di energia — 5. Schema elettrico principale — 6. Convertitori ad arco — 7. Induttanza di antenna e sistema di manipolazione — 8. Alternatore ad alta frequenza — 9. Distribuzione dei locali della nuova Radio — 10. Impianto idraulico — 11. Sala telegrafica e sale di manipolazione — 12. Antenna — 13. Piloni di 250 m. — 14. Presa di terra — 15. Funzionamento del sistema irradiante — 16. Stazioni minori — 17. Abitazioni ed altri fabbricati — 18. Centro ricevente — 19. Servizio radio — 20. Conclusione.

1. - Cenno storico.

La stazione radio di Coltano fu la prima grande stazione italiana, e una delle primissime nel mondo. La località, a 10 km a sud di Pisa

tardi ceduta all'Opera Nazionale dei Combattenti. Il terreno pianeggiante e acquitrinoso di quella zona fu allora giudicato particolarmente adatto per l'impianto di una grande stazione. Il lavoro fu affidato dall'Amministrazione dei Telegrafi alla Compagnia Marconi, e per effetto di difficoltà tecniche e burocratiche si trascinò dal 1903 al 1911, quando, appena iniziata la guerra libica, la R. Marina assunse il servizio della stazione e la mise in effettivo esercizio.

Durante la guerra mondiale, per assicurare un buon servizio con le colonie del Mar Rosso e dell'Oceano Indiano e per stabilire un primo collegamento con il Nord America, la R. Marina costruì la Radio Roma (S. Paolo) ⁽¹⁾ e, sulla base dell'esperienza ivi raccolta e di una razionale previsione del futuro sviluppo delle radiocomunicazioni, decise, dopo la guerra, di provvedere all'impianto di una più potente stazione, capace di svolgere servizio commerciale con il Nord America (indipendentemente da altri servizi, permanenti od eventuali, di importanza militare e politica) e suscettibile di ulteriori ampliamenti e perfezionamenti in accordo con le esigenze del traffico e con lo sviluppo della tecnica.

Fu stabilito di eseguire il nuovo impianto a Coltano e di coordinarlo con la trasformazione ed il rimodernamento della vecchia stazione, e ciò per obbedire a parecchie ragioni concordi, fra cui giova citare le più importanti: 1) la munificenza del Sovrano concesse subito l'uso di un altro notevole tratto di terreno; 2) la posizione di Coltano, all'incirca equidistante dalla capitale e dalla grande zona 'n-

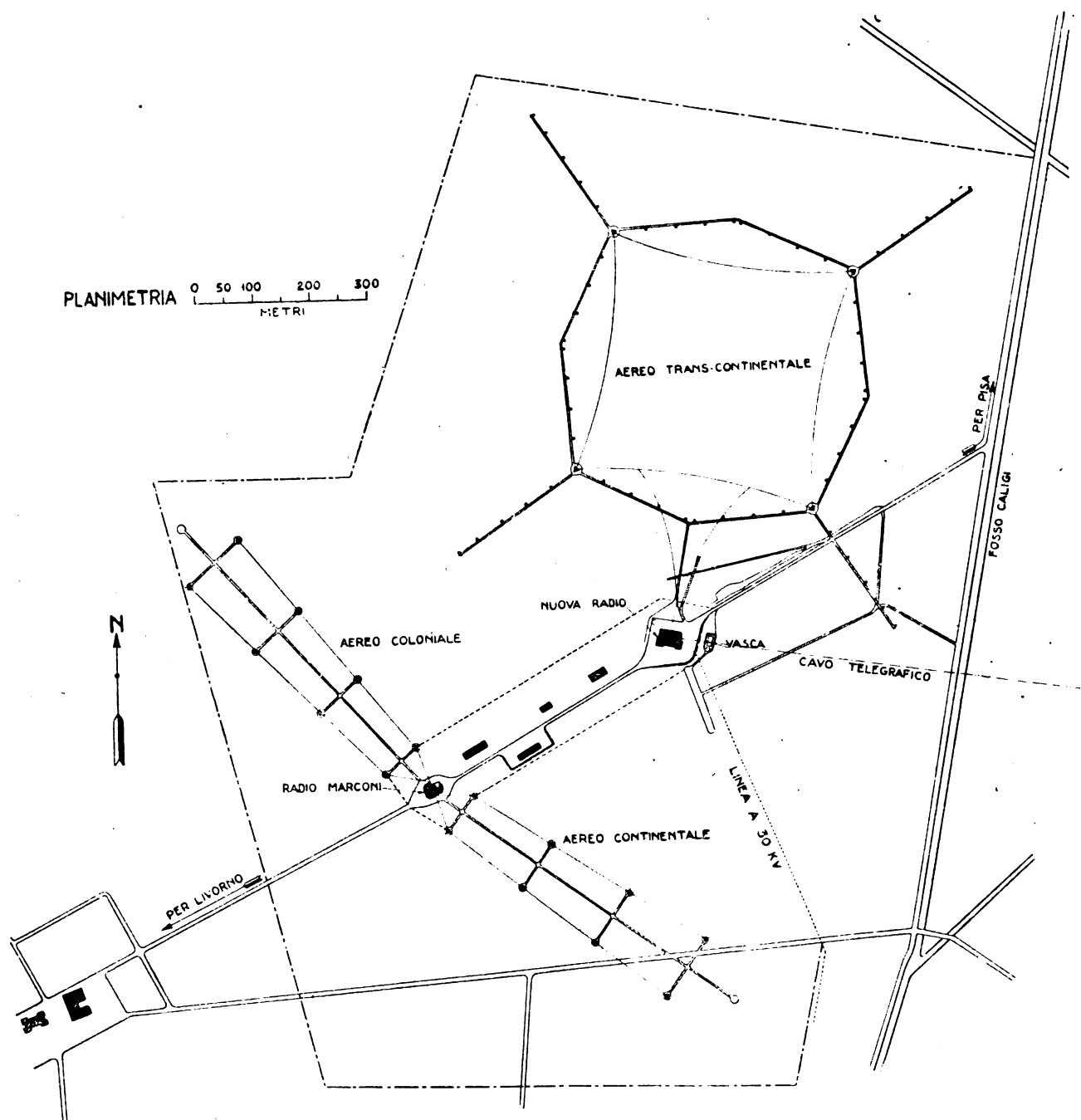


Fig. 1. -- Pianta generale del centro radiotelegrafico di Coltano.

e a 15 km a nord-est di Livorno, fu indicata da G. Marconi a S. M. il Re, il quale concesse gratuitamente l'uso di una parte del terreno della tenuta di Coltano, allora appartenente alla Casa Reale e più

⁽¹⁾ L'Elettrotecnica, 5-15 maggio 1920, Vol. VII, N. 13-14, pag. 218 e 241, e Pubblicazione dell'Istituto E. e R. T., N. 8.

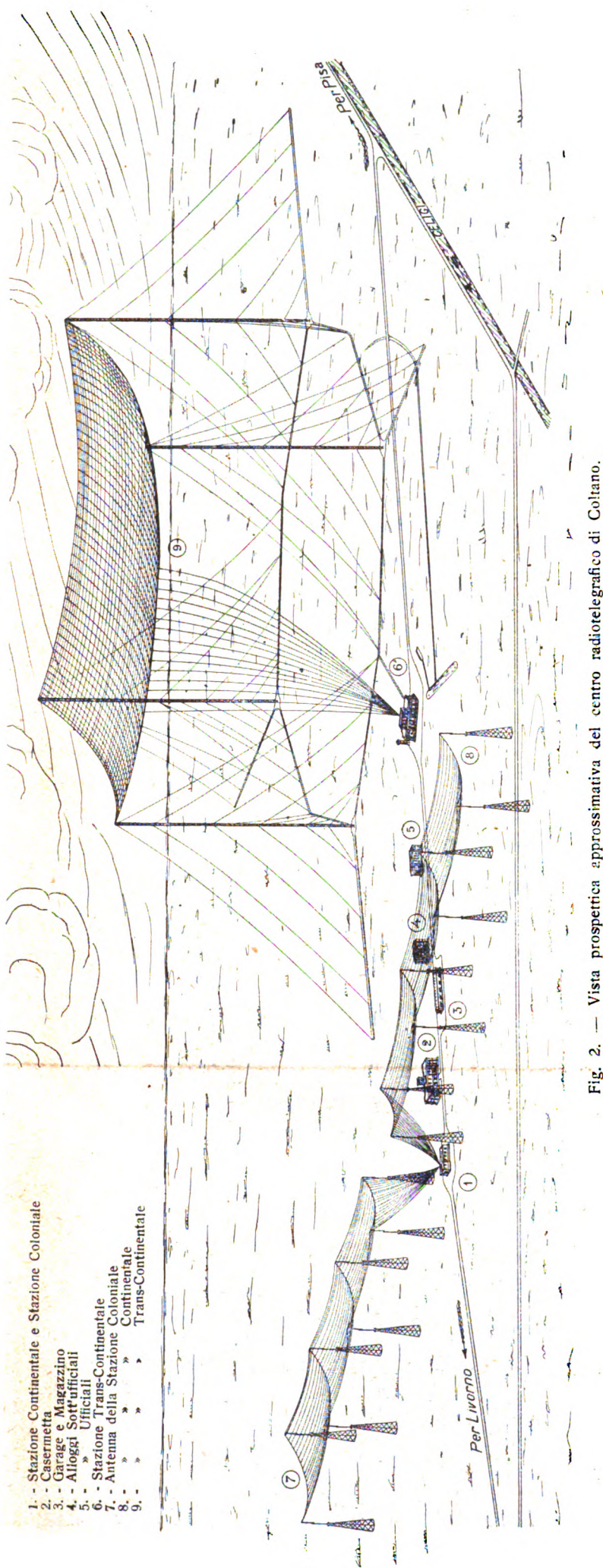


Fig. 2. — Vista prospettica approssimativa del centro radiotelegrafico di Coltano.

dustriale del Nord Italia permetteva di contare su buoni collegamenti telegrafici coi centri più importanti; 3) l'esistenza della vecchia stazione e la possibilità di trasformarla e di utilizzarla per le medie distanze offrivano il modo di creare a Coltano un moderno centro radio, capace di sfruttare tutti gli evidenti vantaggi tecnici ed economici di una riunione dei servizi inerenti a più linee; 4) la vicinanza dell'Istituto Elettrotecnico e Radiotelegrafico della R. Marina, sorto pochi anni prima presso la R. Accademia Navale, consentiva di provvedere al progetto e alla direzione dei lavori e del servizio in modo conveniente e senza alcuna spesa per tale capitolo.

Il grosso delle opere murarie per il nuovo impianto fu eseguito nel 1920-21, e nel 1922 si procedette al montaggio dei piloni e alla sistemazione dei macchinari, delle linee, degli apparati. I giorni 10, 11 e 12 aprile 1923, la nuova stazione compiva felicemente le prime prove di trasmissione ed il 15 aprile cominciava regolarmente il suo servizio, che non è più stato interrotto.

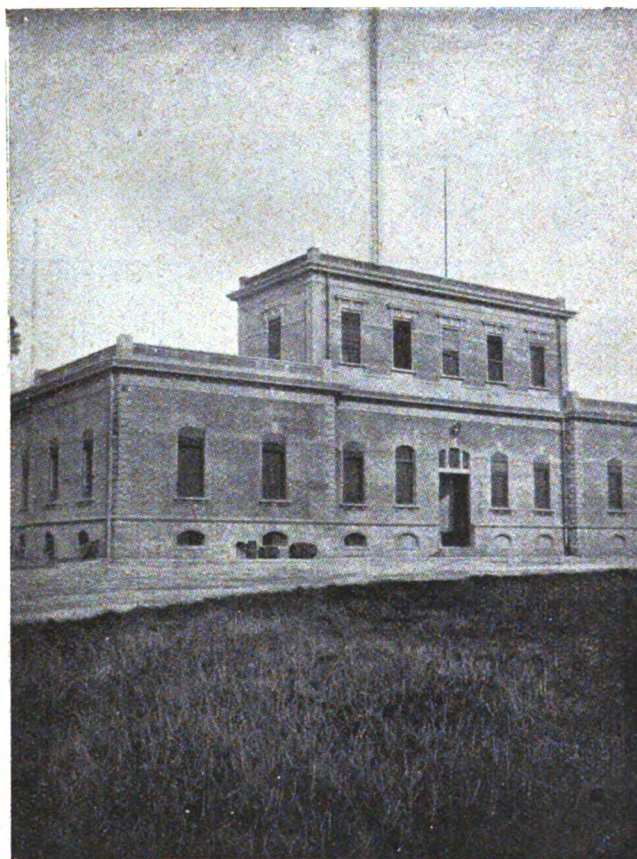


Fig. 3. — Fabbricato principale.

Intanto, fin dall'inizio del 1923, ed in seguito alle nuove disposizioni legislative riguardanti i servizi radio, il Governo, e per esso il Ministero delle Poste e Telegrafi, iniziava trattative per la cessione di tali servizi all'esercizio privato, comprendendo fra gli impianti da cedere anche il centro di Coltano, allo stato in cui allora si trovava. Nelle more delle decisioni al riguardo l'Amministrazione della R. Marina, nell'interesse dell'erario, ed anche per lasciar libera al concessionario la possibilità di seguire un'indirizzo tecnico diverso da quello fin allora seguito, sospendeva i lavori di completamento e di sistemazione del centro di Coltano, già predisposti per il 1923 e che avrebbero dovuto dare all'impianto, entro l'anno, il suo assetto definitivo. Per questo motivo le installazioni si presentano oggi, alla vigilia del passaggio alla Società concessionaria, in una veste assai meno perfetta di quella che avrebbero dovuto avere, poichè, mentre nelle linee essenziali il lavoro è compiuto e lo prova il servizio che esso svolge ininterrottamente dall'aprile, molte parti secondarie sono tuttavia rimaste in una condizione che rivela chiaramente la soluzione provvisoria e di ripiego. Per lo stesso motivo, nella descrizione che qui si è voluta tratteggiare del Centro di Coltano, il lettore troverà qua e là un accenno a quello che l'impianto avrebbe dovuto essere secondo il progetto, in luogo di quello che esso è ora effettivamente

2. - Disposizione dei fabbricati.

L'insieme del Centro di Coltano risulta dalla pianta in fig. 1 e dalla vista prospettica approssimativa della fig. 2. L'insieme dei fabbricati è distribuito sul dorso di una piccola duna (detta il poggio di Corniolo), che emerge dalla circostante palude. L'asse della duna è diretto all'incirca da libeccio a grecale e su di esso è stata costruita

una strada rotabile, che si prolunga da un lato fino ai così detti Palazzi di Coltano, centro della estesa tenuta (ceduta da S. M. il Re all'Opera Nazionale dei Combattenti, che ne ha intrapreso la grandiosa bonifica) e dall'altro fino alla strada alzaia del fosso Caligi, la

della nuova stazione, fu necessario progettare per essa un apposito fabbricato e si dimostrò opportuno di costruirlo a parte sull'altro estremo della duna a circa mezzo chilometro dall'antico, perchè questo mal si prestava ad un ampliamento, e, data la disponibilità del terreno con-

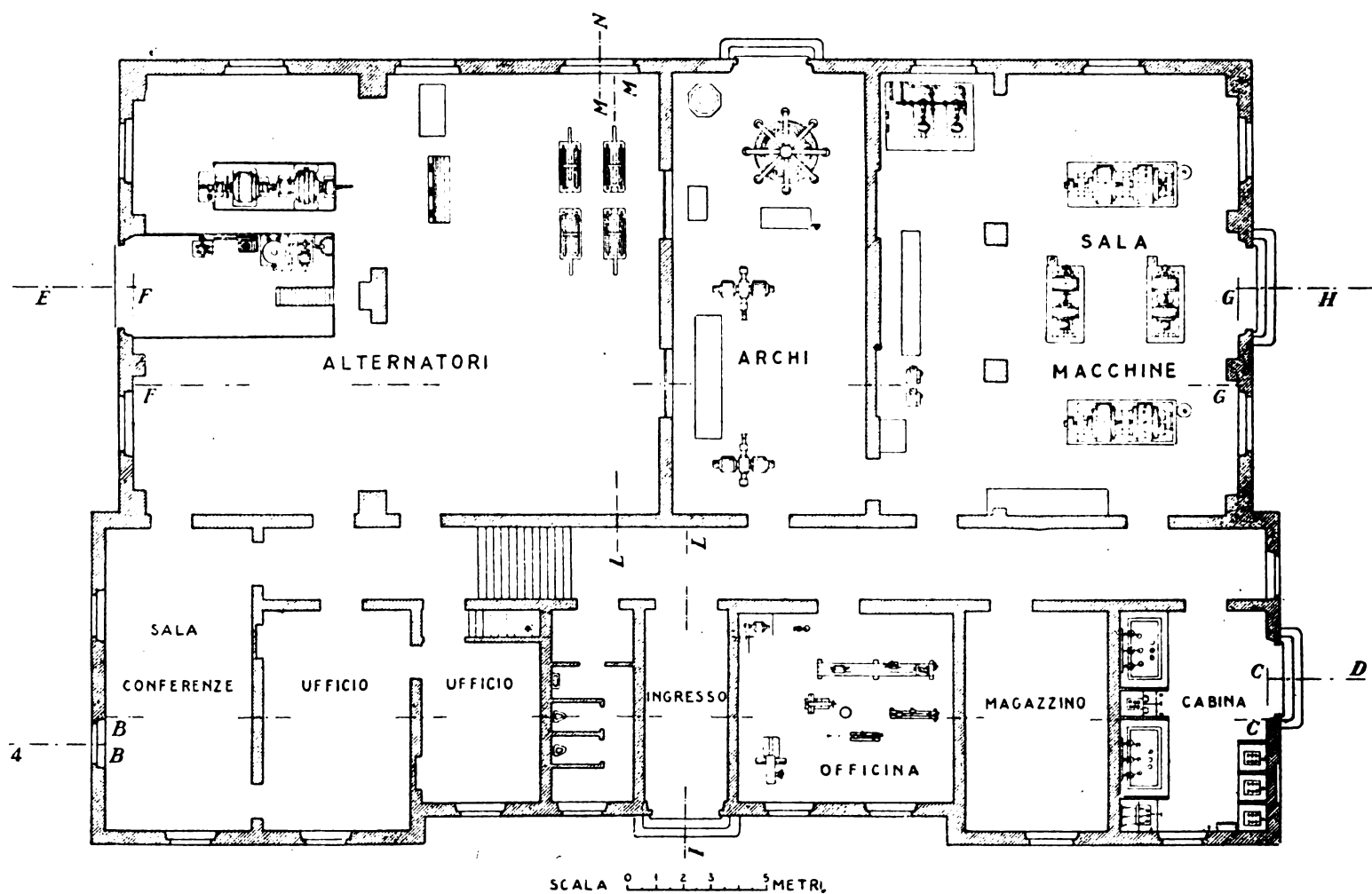


Fig. 4. — Pianta della Nuova Radio.

quale, attraverso le borgate delle Rene e di Ospedaletto, conduce a Pisa.

cesso, risultava all'incirca obbligata la posizione del nuovo padiglione aereo. Conveniva altresì che quest'ultimo non fosse troppo vicino a

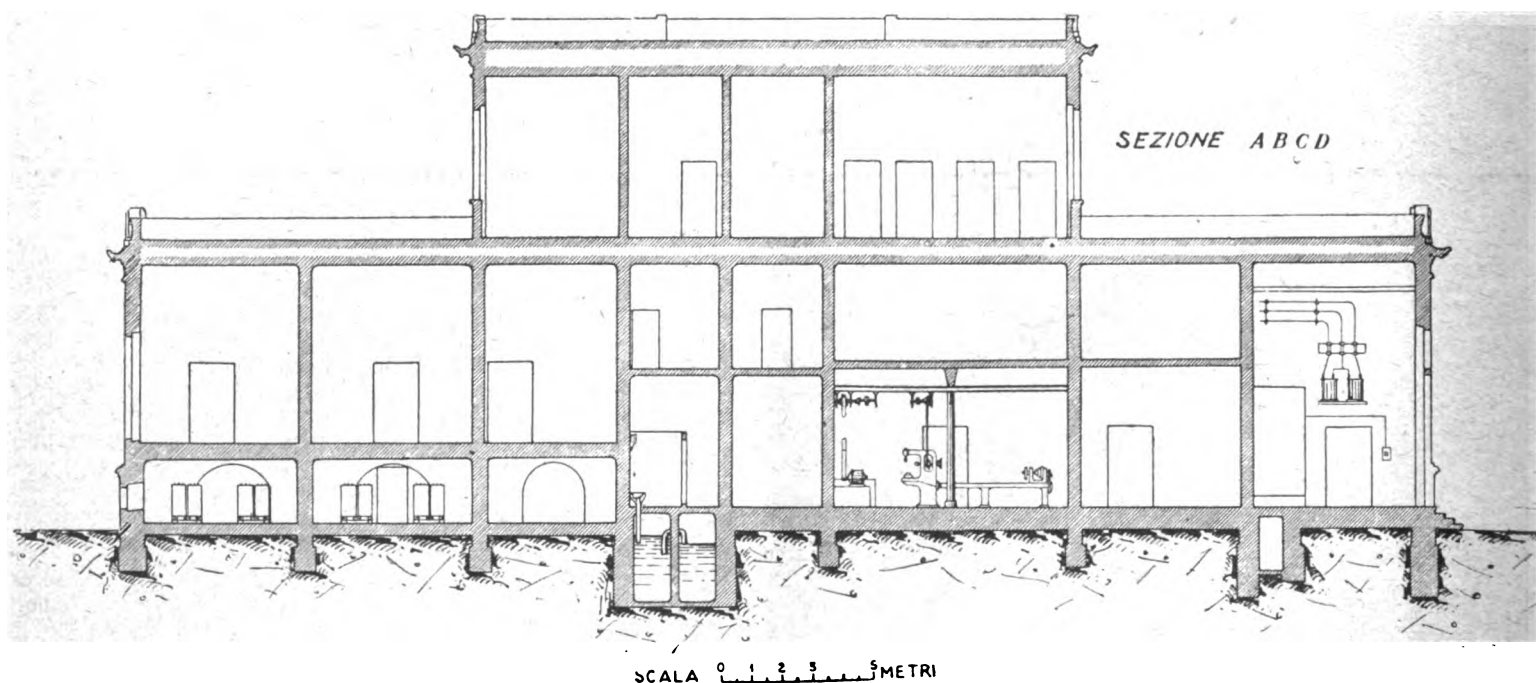


Fig. 5. — Sezione ABCD della Nuova Radio.

La vecchia stazione marconiana sorge all'estremo di sud-ovest della duna ed era completata un tempo da alcune modeste tettoie e da baracche ad uso di magazzini; il personale veniva alloggiato in locali presi in affitto dalla Casa Reale presso i Paazzi. Deciso l'impianto

quello preesistente al fine di permettere il funzionamento indipendente e simultaneo delle antenne, senza bisogno di speciali dispositivi di compensazione o altri artifici. Le due stazioni radio, poste all'incirca agli estremi del tratto sopraelevato del Poggio di Corniolo, delimitano

così il nucleo principale dell'impianto. Esso è chiuso da un recinto in rete metallica ed è percorso da una strada centrale (che dovrebbe, insieme col prolungamento delle due strade di accesso, diventare un bel viale di tigli), lungo la quale si allineano i fabbricati di abitazione e di servizio.

3. - Fabbricato principale.

La nuova stazione, o stazione transcontinentale, ha sede nel fabbricato appositamente costruito (fig. 3), che contiene anche la cabina di trasformazione principale, l'ufficio telegrafico e gli uffici radio

converrebbe senz'altro disporre di una centrale propria di produzione. Se si procede per questa via, è forse preferibile, nei riguardi delle spese di esercizio, servirsi effettivamente e continuamente della centrale propria, piuttosto che tenerla come impianto di riserva rispetto alla fornitura di energia da parte di una società elettrica. D'altro canto l'energia acquistata presso un fornitore è assai meno sicura e meno ben regolata, ma anche, in generale, più a buon prezzo. Per ragioni essenzialmente economiche e tenuto anche conto dell'incertezza sulla sorte definitiva dell'impianto, si prescelse l'alimentazione diretta da parte della società esercente, che distribuisce energia elettrica in tutta

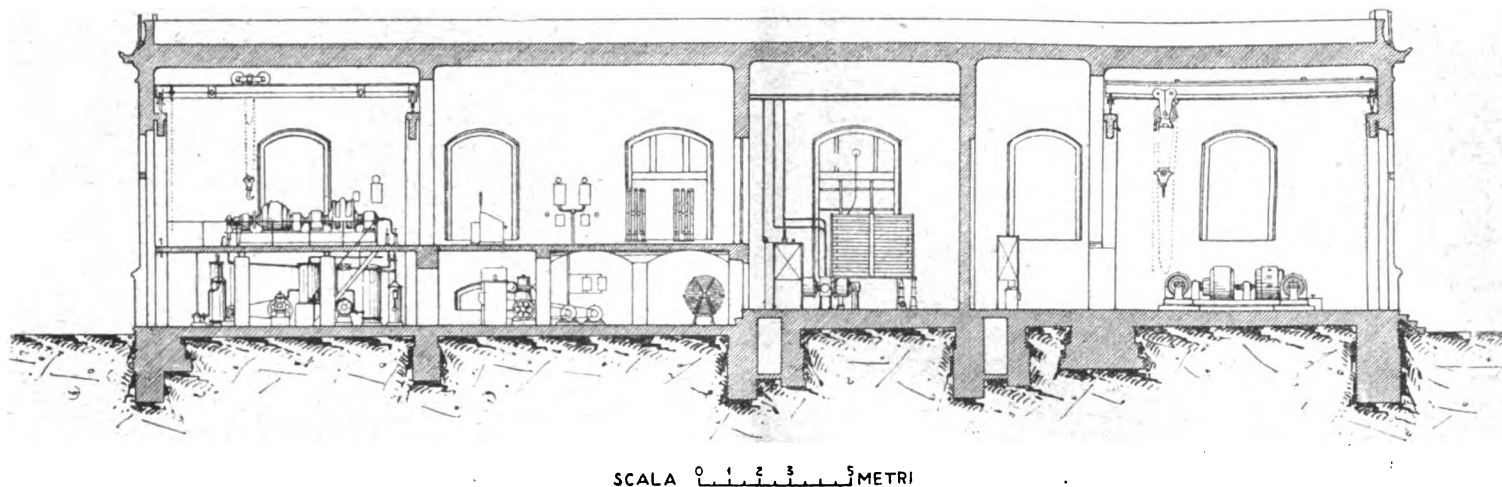


Fig. 6. — Sezione EFGH, della Nuova Radio.

di tutto il centro. È un fabbricato a pianta rettangolare di m 43 × 29, con due corpi avanzati; la costruzione è in muratura ordinaria ed in cemento armato. Il fabbricato apparisce esteriormente ad un solo piano (coperto da una grande terrazza), salvo che nella parte centrale anteriore, la quale comprende un secondo piano su un fronte di 20 m con profondità di 8 m. La facciata ed i fianchi dei due corpi avanzati, sono in laterizi a faccia vista con uno zoccolo in pietra e decorazioni in cemento; la parte posteriore è ad intonaco.

La disposizione generale dei locali risulta dalla pianta (fig. 4): il

la zona. Ad ogni modo anche la riserva termica fu a suo tempo studiata e doveva costituirsi, almeno inizialmente, con un motore Diesel marino da 1200 HP, nuovo e disponibile presso il R. Arsenal di Spezia in seguito alle vicende di guerra. Di esso erasi già costruita l'infelataura di sostegno, necessaria per la sua sistemazione su basamento di calcestruzzo e per l'accoppiamento con un alternatore trifase a 5000 V, 50 periodi, 428 giri. Sospesa tempestivamente questa installazione, l'impianto è per ora rimasto alimentato soltanto dalla rete della società esercente.

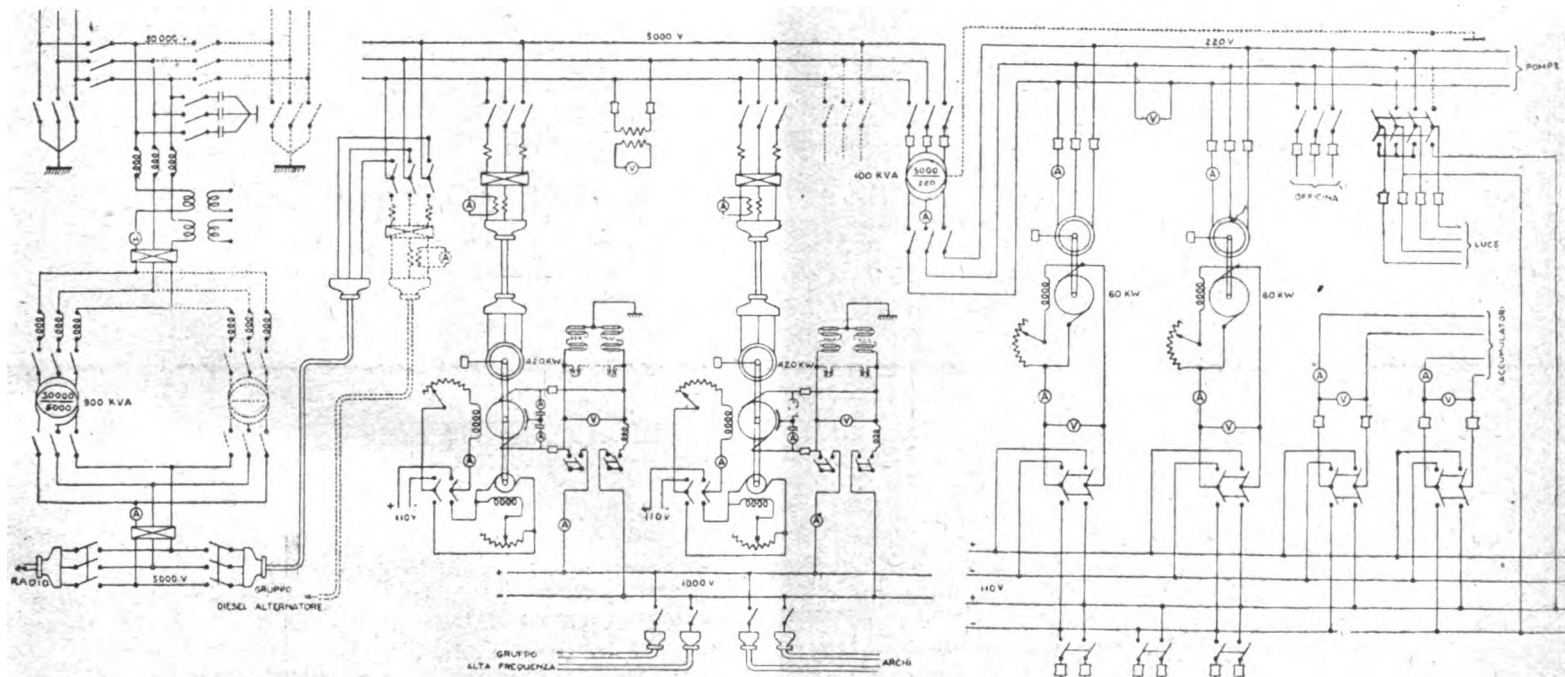


Fig. 7. — Schema elettrico principale.

fabbricato è diviso in due parti da un ampio corridoio centrale, a cui si accede dall'ingresso; la parte anteriore è riservata agli uffici, alla sala per esperimenti e conferenze, all'officina meccanica, al magazzino ed alla cabina di trasformazione principale. La parte posteriore, che è la più ampia, comprende i saloni dei macchinari e degli apparati di trasmissione. L'utilizzazione dei locali nel senso dell'altezza si rileva dalle sezioni A B C D ed E F G H (fig. 5 e 6).

4. - Alimentazione di energia.

Per l'impianto elettrico fu esaminato innanzi tutto il problema della produzione di energia. Il servizio radio esige che questa sia a disposizione con perfetta continuità: perciò, sotto tale punto di vista,

Coltano si trova, a questo riguardo, entro una grande maglia delle linee a 30-35 kV della Società Ligure Toscana di Elettricità e la cabina più prossima è quella di Stagno, verso cui concorre sia la linea principale Serchio-Lucca-Pisa-Livorno, sia quella secondaria Lima-Pescia-Pontedera-Livorno, collegate fra loro da opportune trasversali. Dal nodo di Stagno parte la linea a 30 kV che alimenta Coltano e serve anche all'impianto idrovoro della Bonifica. L'ultimo tratto, dalla biforcazione (cabina di Cancelli dei Pini) alla Radio, è di proprietà dell'Amministrazione. I sostegni della linea sono già predisposti per il raddoppiamento della terna a partire da Stagno ed è anche fatta riserva di costruire all'occorrenza una nuova linea distinta e indipendente dalla prima, e proveniente da altro centro di alimentazione. La linea

a 30 kV è tutta aerea. I disturbi che essa potrebbe recare alla ricezione radio non hanno alcun peso, perchè nel caso di grandi centri il servizio è sempre fatto in duplex e la stazione ricevente è altrove. La ragione per cui in molti impianti l'ultimo tratto della linea di alimentazione di energia è in cavo, deve ricercarsi nella possibilità di disturbi prodotti dall'impianto ad alta frequenza sulla linea di energia. Nel caso di Coltano, data la forma degli aerei e la loro posizione rispetto alla linea (fig. 1), è stato possibile valutare a priori l'ordine di grandezza delle f. e. m. e delle correnti ad alta frequenza in essa indotte, deducendo che esse non avrebbero potuto provocare alcun disturbo, come infatti è avvenuto.

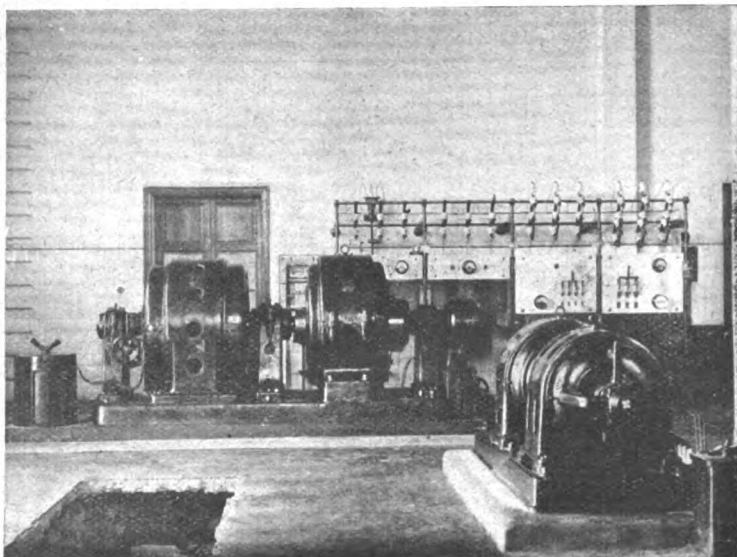


Fig. 7-bis. — Gruppi convertitori e quadro a 5000 V della sala macchine.

5. - Schema elettrico principale (fig. 7).

La linea a 30 kV, 50 periodi, incontra in cabina gli apparecchi di protezione a condensatore, un interruttore principale e gli apparecchi di misura, ed alimenta un trasformatore trifase 30000/5000 V, 900 kVA con prese supplementari per 28 000 e 29 000 V. È in corso di fornitura un altro trasformatore di eguale potenza allo scopo di costituire

guiti dalla R. Marina e delle ipotesi sulle proprietà dell'antenna da costruire, si considerò una tensione massima di 1000 V ed una potenza massima di 350 kW. Un gruppo convertitore, costituito da motore a induzione 5000 V, 50 periodi, 980 giri, e da una dinamo a eccitazione separata 1000 V, 350 A, a un solo collettore (prova di rigidità a 5000 V alternativi efficaci per 10^m a caldo), fu installato per l'alimentazione degli archi, e un altro gruppo identico è in corso di fornitura. Per il comando dell'alternatore, date le troppo ampie variazioni della tensione alternata di linea e le difficoltà di una buona regolazione di velocità nel caso di comando diretto, e tenuto conto del fatto che il macchinario per la conversione in corrente continua era già necessario per gli archi, si giudicò conveniente adottare un motore a corrente continua a 1000 V.

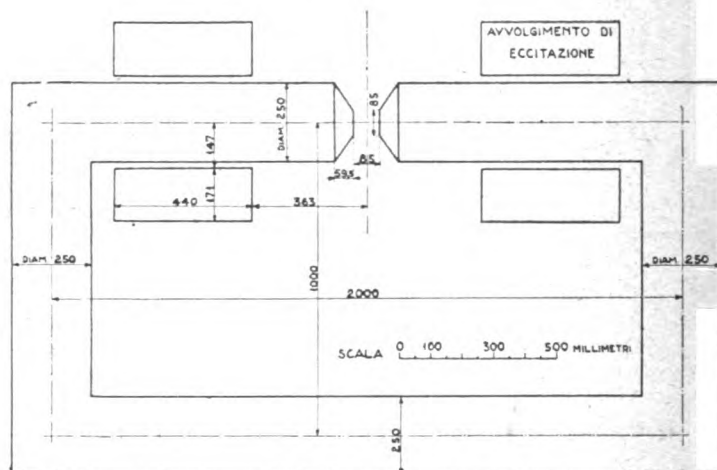


Fig. 8. — Circuito magnetico dei grandi archi.

Per i numerosi servizi ausiliari a corrente alternata fu prescelta la tensione trifase di 220 V concatenata, 125 V stellata, ottenuta con un trasformatore da 100 kVA. Sotto questa tensione sono alimentati il motore del gruppo convertitore per produzione di corrente continua (motore a induzione 980 giri, dinamo 120-180 V 500-333 A; un secondo gruppo identico è in corso di fornitura), le pompe dell'impianto idrico, i motori degli aspiratori degli archi, i motori di officina, l'im-

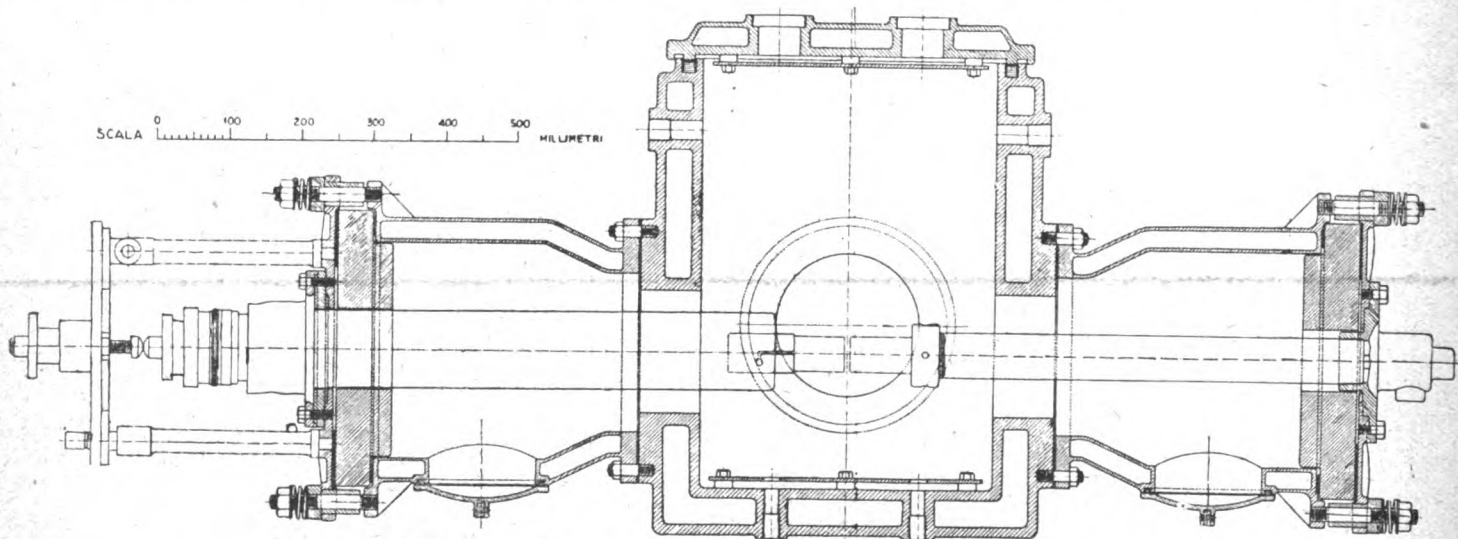


Fig. 9. — Sezione della cassa e degli elettrodi dei grandi archi.

la necessaria riserva. La tensione secondaria di 5000 V è stata scelta, sia perchè essa è una delle tensioni normalizzate, sia perchè il macchinario della vecchia radio era già alimentato a 5000 V dalla linea dell'impianto primitivo, sia infine perchè la tensione di 5000 V si prestava bene per un collegamento in cavo fra le due radio. Dalla cabina partono quindi due cavi trifasi a 5000 V l'uno per la nuova, l'altro (armato) per la vecchia radio.

La radio transcontinentale fu studiata innanzi tutto per funzionare con convertitori ad arco; ma in pari tempo si ritenne conveniente installare anche un impianto di generazione elettromeccanica. I due apparati avrebbero dovuto funzionare l'uno come riserva dell'altro e l'esperienza avrebbe deciso circa l'opportunità di svolgere prevalentemente il servizio con questo o con quello. Per l'alimentazione degli archi, tenuto conto dei dati raccolti nei molti impianti già ese-

pianto di illuminazione e il cavo di energia (trifase con neutro) che reca corrente a tutti i fabbricati del centro e sbocca con l'altro estremo nella vecchia radio, di dove può anche essere alimentato mediante il trasformatore da 5000/220 V ivi installato per i servizi ausiliari.

La sala macchine della nuova radio contiene, oltre i gruppi convertitori con il trasformatore 5000/220 V e le due pompe, anche il quadro di manovra a 5000 V e quello di distribuzione. A quest'ultimo sono collegate le due batterie di accumulatori a 120 V della capacità di 2300 Ah ciascuna alla scarica in 3 ore, che servono per i meccanismi ausiliari degli archi, dell'alternatore, degli impianti telegrafici, delle segnalazioni, ecc., e per l'illuminazione, in caso di mancanza di corrente alternata. L'eccitazione delle dinamo da 1000 V può esser fornita o dalle rispettive eccitatrici o dalle sbarre a 120 V alimentate dagli accumulatori.

6. - Convertitori ad arco.

I due convertitori ad arco Poulsen sono sistemati nella sala contigua a quella delle macchine. Essi furono studiati per una intensità massima di corrente continua di 300 A, pari a 213 A di corrente di antenna. Il progetto fu eseguito in base a studi teorici e con l'aiuto dei dati raccolti sugli archi di minor potenza installati, condotti e in parte costruiti dalla R. Marina. Il circuito magnetico degli archi risulta dalla fig. 8; dalla fig. 9 si possono rilevare i particolari della cassa e degli elettrodi. Il circuito magnetico è in acciaio fuso, la cassa con i suoi prolungamenti è in bronzo a doppia parete per permettere la circolazione d'acqua, l'isolamento degli elettrodi della cassa è ottenuto mediante dischi di eternit. I rocchetti di eccitazione, mon-

Lo schema di inserzione degli archi risulta dalla fig. 11. Come si vede, si è ritenuto conveniente non rinunciare all'isolamento del negativo e quindi anche della carcassa della macchina generatrice da terra (*). I dispositivi di protezione della macchina sono costituiti, oltre che dai due interruttori a massima, uno in partenza l'altro in arrivo, anche da 4 grandi spirali di reattanza, due per polo, di circa 6 mH ciascuna, da una catena di 8 scaricatori elettrolitici, appositamente studiati e costruiti, derivata fra i poli della macchina, da una catena di venti lampadine a incandescenza tubolari derivate anch'esse fra i poli e col punto di mezzo a terra e infine da un gruppo di due condensatori ad alta tensione di $0,08 \mu F$ ciascuno, collegati in serie (con interposizione di amperometri a filo caldo da 0,5 A) e connessi ai morsetti della macchina col punto di mezzo attaccato alla carcassa.

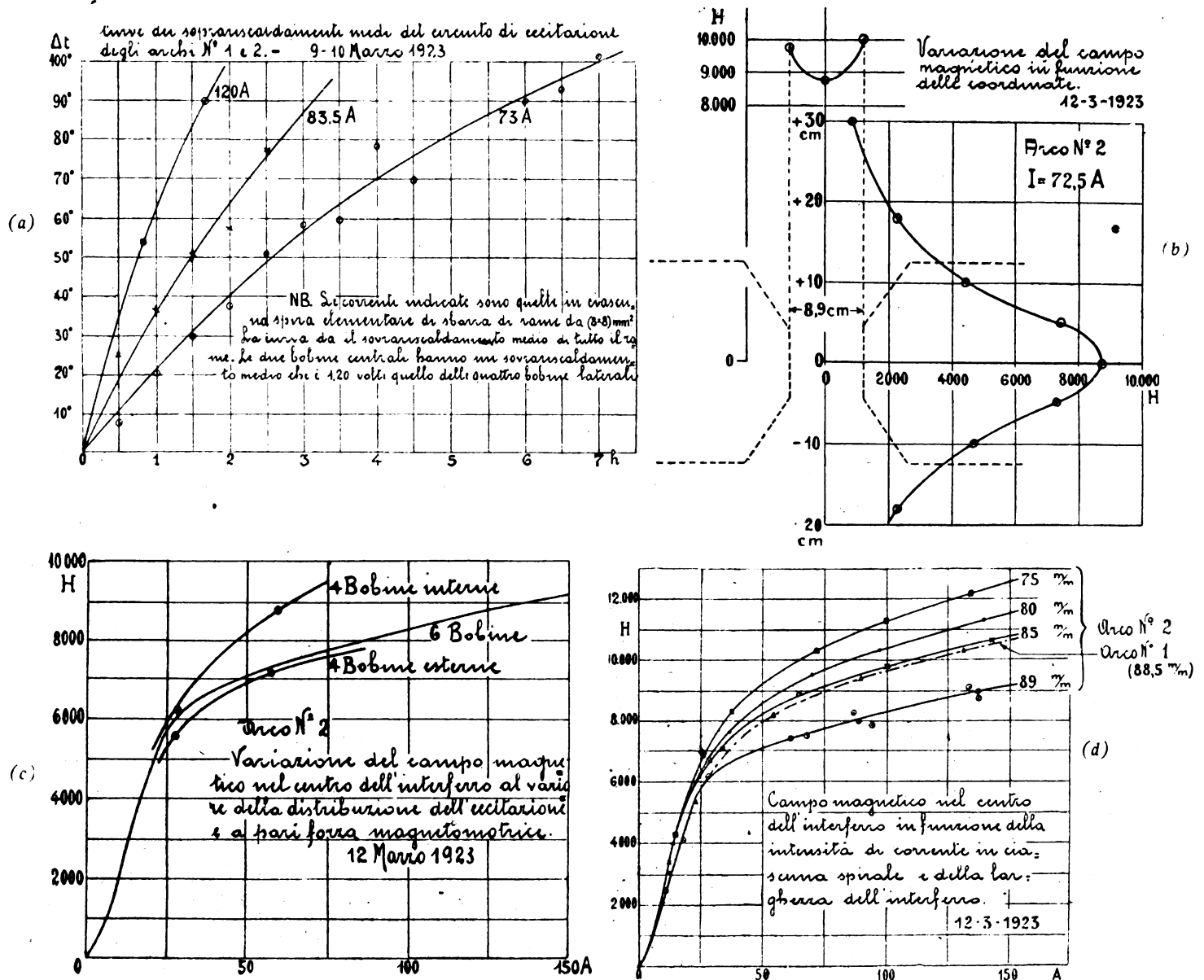


Fig. 10. — Prove sui grandi archi.

tati sui due poli sono costituiti ciascuno da 6 ciambelle di piattina di rame di sezione 8×8 mm, comprendenti 152 spire per ogni ciambella.

I diagrammi della fig. 10 raccolgono i risultati di alcune delle prove eseguite sugli archi. Dalla fig. 10-a) risulta confermato che le grandi bobine massicce, sebbene ventilate da una piccola intercapedine fra ciambella e ciambella, sono in condizioni di raffreddamento assai sfavorevoli, così che, anche con una densità di corrente di poco superiore a $1 A/mm^2$, il sovrariscaldamento a regime è eccessivo. Di ciò era stato tenuto conto in progetto; infatti dalla fig. 10-b) si rileva che l'intensità di campo necessaria, pari a circa 7000 gauss, si può ottenere, anche con la massima apertura di interfero, con una intensità di 50 A per bobina cioè con $0,78 A/mm^2$ nel rame. La fig. 10-b) dà un'idea del modo di variare del campo quando ci si allontani assai, ovvero radialmente dalla zona centrale dell'interfero; la fig. 10-c) dimostra l'effetto delle dispersioni magnetiche, a cagione delle quali le ciambelle più prossime all'interfero esercitano un'azione preponderante.

L'eccitazione degli archi è fatta normalmente in serie, ma il tipo di avvolgimento permette anche una parziale o totale eccitazione separata. Le esperienze hanno dimostrato conveniente di non far partecipare alla funzione di induttanza di arresto anche il circuito di eccitazione in serie; perciò su di esso è stata derivata una capacità di $0,04 \mu F$ per ogni bobina. Le due bobine sono inserite fra loro in parallelo e in ciascuna di esse le ciambelle sono accoppiate in serie parallele (fig. 11 bis).

Gli archi sono dotati di una circolazione di acqua refrigerante, che viene divisa in due rami, l'uno sul percorso anodo — cassa anodica — coperchio, l'altro sul percorso catodo — cassa catodica — cassa centrale. Poiché il disco di eternit dell'anodo si riscalda sensibilmente e dà luogo ad effluvi con corrente oscillatoria più intensa di 175 A, occorre in questo caso usare una piastra porta-anodo appo-

(*) L'Elettrotecnica, 15 aprile 1921, Vol. VIII, N. 21, pag. 282, e Bollettino R. T., Vol II, N. 14, pag. 58.

sitamente costruita con doppia parete ed inserire anche questa nel circuito refrigerante. Gli archi sono dotati di apparecchi di alimentazione del carburante, del tipo a serbatoio e a goccia visibile, nonché di una tubazione di scarico dei gas combusti con saracinesca, aspiratore e vasca di lavaggio. Per correnti di antenna non più intense di 175 A circa, il funzionamento può avvenire a cassa chiusa, senza aspirazione né scarico dei gas combusti, e questa condizione ha anche il vantaggio di rendere molto meno probabili gli scoppi dovuti al for-

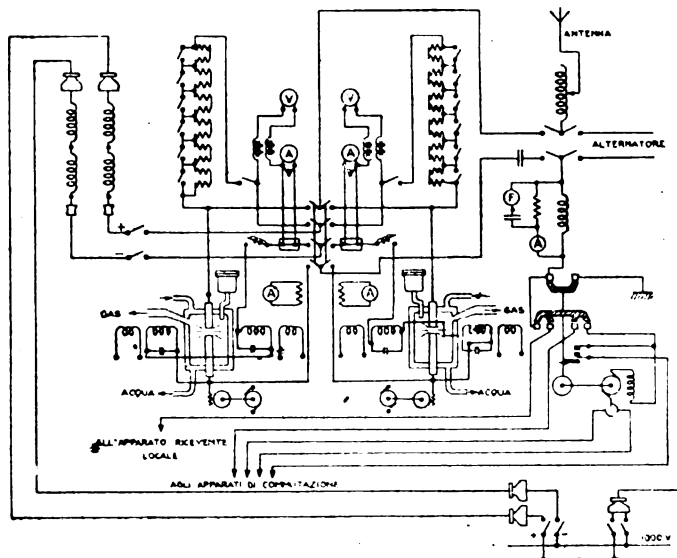


Fig. 11. -- Schema di inserzione degli archi.

marsi di miscela tonante. Tali scoppi possono dar luogo a incidenti spiacevoli se non sono assicurate opportune possibilità di sfogo del gas, in caso di accensione subitanea della miscela.

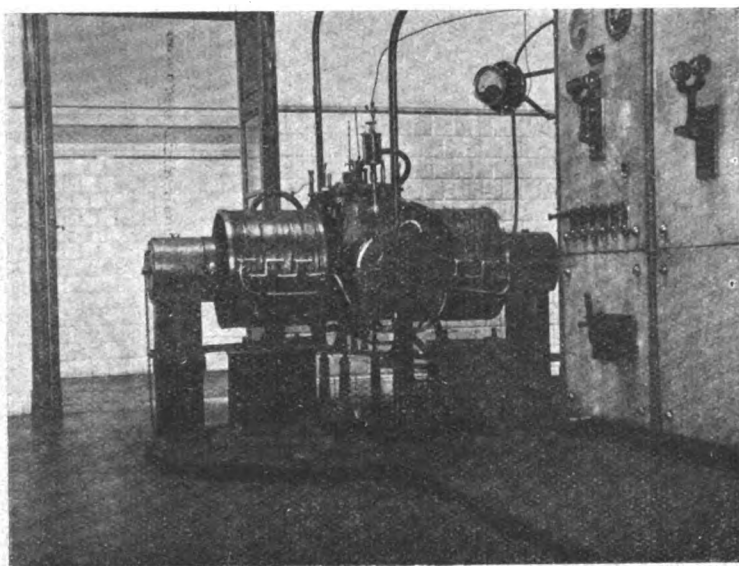


Fig. 11-bis. -- Arco N. 1.

7. - Induttanza di antenna e sistema di manipolazione.

Un commutatore bipolare permette di passare dal funzionamento ad arco a quello con alternatore. L'induttanza di antenna, fornita insieme con quest'ultimo, serve in ambedue i casi. Essa è in nastro di rame di 80×1 mm, divisa in 7 ciambelle sovrapposte e portate da un'intelaiatura di legno e bakelite, montata con asse verticale su 7 grandi isolatori a cono. L'intera induttanza ha un valore di circa $3500 \mu H$ e può portare un'intensità di corrente di circa 200 A.

Il sistema di manipolazione è quello a onda di riposo; la variazione di lunghezza d'onda è ottenuta mediante la chiusura in corto circuito di un secondario multiplo, completamente isolato dall'induttanza e montato sulla stessa intelaiatura. Esso è formato da 4 spire di nastro di rame situate al di sotto dell'induttanza e comandate da quattro chiavi elettromagnetiche a doppio effetto. Uno dei contatti di ciascuna chiave è collegato rigidamente con un estremo della spira corrispondente, l'altro è invece collegato mediante cordone flessibile a un contatto scorrevole che permette di variare l'area della spira chiusa in corto circuito e quindi anche la corrente in essa indotta e la distanza fra le due onde emesse. Naturalmente il funzionamento

dei contatti delle chiavi è tanto più soddisfacente, quanto minore è tale differenza fra le due onde. Si è constatato che in valore relativo essa può ridursi al $0,7 \div 0,6 \%$ della lunghezza d'onda di lavoro. In tali condizioni e con 4 chiavi funzionanti simultaneamente sui 4 secondari, non occorre alcun soffio d'aria fino a che la corrente d'antenna raggiunge 150 A. Si può salire a 175 A con l'aiuto di un buon getto di aria attraverso i contatti ed infine, per correnti più intense, è necessario adoperare un numero maggiore di chiavi e di contatti. Gli elettromagneti a doppia bobina di ciascuna chiave sono collegati in parallelo e comandati da due relais elettromagnetici (fig. 12), azionati a loro volta dalla macchina telegrafica Wheatstone. Le chiavi permettono una velocità massima di manipolazione di circa 150 caratteri. Era allo studio un sistema di apparecchi per la manipolazione rapida. Un'altra induttanza più piccola e distinta da quella di antenna serve per distribuire la corrente fra le varie prese di terra (§ 14).

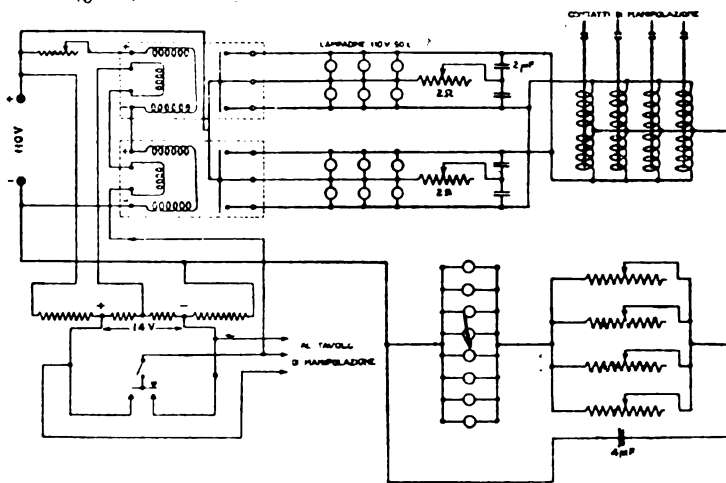


Fig. 12. -- Tavolo delle chiavi degli archi.

8. - Alternatore ad alta frequenza.

L'impianto dell'alternatore ad alta frequenza fu previsto dapprima secondo uno studio fatto appositamente ex novo e una ditta costruttrice nazionale aveva assunto l'impegno di fornirlo, dopo avere con successo costruito e fornito un alternatore di prova da 6 kW. Per ragioni di opportunità l'Amministrazione della Marina ritenne a suo tempo conveniente rinunciare alla diretta esecuzione anche di questa parte dell'impianto e di affidarla alla « Marconi's Wireless », la quale a sua volta acquistò il gruppo presso la Société Française Radio Electrique. Il gruppo, ora in corso di montaggio, appartiene al tipo ben noto degli alternatori Latour-Bethenod (costruiti dalla Société Alsacienne di Belfort), che si sono diffusi nelle molte stazioni, di cui l'abile iniziativa della Compagnie Générale Radiotélégraphique ha saputo accaparrarsi la fornitura e l'esercizio non solo nella metropoli e nelle colonie francesi, ma anche all'estero. Trattasi, come è noto, di un alternatore a ferro rotante, con dentatura laminata così nello statore come nel rotore. Il tipo di Coltano è quello da 200 kW che negli ultimi esemplari è stato portato, con qualche perfezionamento fino a 250 kW. Esso è costruito per frequenza di 18 750 periodi al secondo, ossia per lunghezza d'onda di 16 000 m, con velocità di rotazione di 2700 giri al minuto; ma può essere regolato anche per velocità e quindi per frequenze alquanto diverse. Il problema dell'eliminazione del calore che si svolge nel gruppo è particolarmente difficile.

Il motore, a corrente continua, 1000 V, è comandato dalla dinamo principale attraverso due regolatori automatici, uno per l'avviamento, l'altro per il funzionamento normale, ed il suo schema di inserzione comprende anche i reostati di regolazione automatica di velocità, i dispositivi di blocco e di sicurezza contro il pericolo di velocità eccessiva e quelli per frenamento elettrico. Esso abbisogna di una energica ventilazione; l'aria fresca viene aspirata dall'esterno attraverso una batteria di filtri sistemati in apposito casotto, l'aria calda è spinta in una condotta che sbocca all'esterno.

L'alternatore ha l'avvolgimento frazionato in 8 sezioni, collegate fra loro nel modo indicato dallo schema (fig. 13). Raggruppate a 2 a 2 esse alimentano i 4 primari di un trasformatore di oscillazioni, di cui l'unico secondario è in serie con l'antenna. La manipolazione è fatta per chiusura in corto circuito. Nella linea di terra sono inseriti un dispositivo per la misura dell'intensità e della frequenza ed un interruttore con motorino di comando, per il passaggio dell'antenna su un circuito di ricezione. Anche l'alternatore ha bisogno di essere refrigerato, sebbene, per diminuire le perdite, il rotore sia fatto girare in un'atmosfera rarefatta, tenendo chiusa la carcassa e facendo agire

una pompa a vuoto. (Il vuoto non deve essere troppo spinto per evitare l'innescamento di scariche attraverso l'aria, troppo facilmente ionizzabile). La refrigerazione si ottiene mediante circolazione d'olio così nello statore come nel rotore. Altro olio sotto pressione viene inviato a provvedere di lubrificazione forzata i cuscinetti. Le pompe di circolazione dell'olio, coi relativi motori, filtri e refrigeratori per l'olio stesso, la pompa del vuoto col suo motore, le condotte di circolazione dell'acqua e dell'aria, fredde e calde, e le canalizzazioni elettriche formano un'insieme così complesso, che si ritenne conveniente dividere i locali destinati a questa parte dell'impianto in due piani distinti e collocare in quello superiore il gruppo e i quadri di comando e di manipolazione e il trasformatore di oscillazioni, lasciando al piano inferiore tutto il resto del macchinario e delle condutture.

5,90 sono a quota 3,25 e comprendono i locali dei meccanismi ausiliari dell'alternatore e le sale per gli accumulatori. Si può accennare che il solaio al di sotto del trasformatore di oscillazioni ed in tutta la zona invasa da campi oscillatori intensi è stato costruito mediante un sistema di pilastri e di volte in muratura, per evitare l'impiego di membrature metalliche. Sopra il magazzino, l'officina, l'ingresso e le latrine, per le quali l'altezza di 8 m era superflua, è stato ricavato un ammezzato che contiene uffici di segreteria e locali di deposito.

Tutte le connessioni elettriche, all'infuori di quella parte del circuito luce che si svolge nei locali più lontani dai campi oscillatori, sono in cavo sotto piombo. Le canalizzazioni, per la parte più importante del fabbricato, corrono in cunicoli praticabili, che accolgono

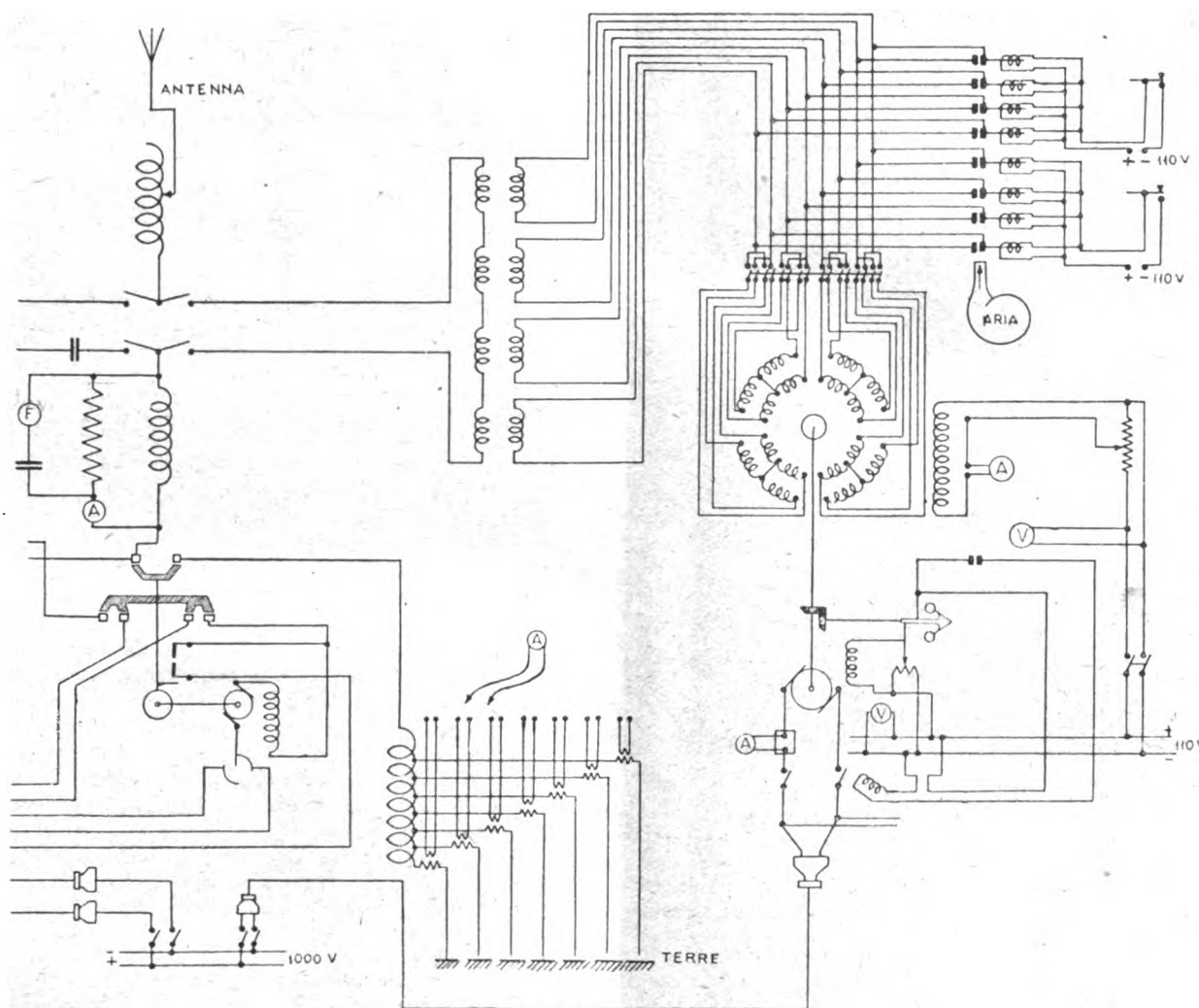


Fig. 13. — Schema dell'impianto dell'alternatore ad alta frequenza.

9. - Distribuzione dei locali della nuova Radio.

L'insieme dei macchinari e degli apparecchi descritti è stato collocato nei vari locali del fabbricato nel modo di cui si è già dato cenno nel § 3 e che risulta dalle fig. 4, 5 e 6. L'ingresso, il corridoio, la sala macchine, la sala archi, la cabina, il magazzino, l'officina, le latrine hanno il pavimento a quota 3,75 sul mare. L'altezza dei vani maggiori è di 8 m e permette i lavori di montaggio e di smontaggio dei macchinari, agevolati anche dalla presenza di grandi porte di accesso e di due carri-ponte della portata di 8 tonni, sistemati uno nella sala macchine, l'altro nella sala dell'alternatore. Il locale destinato a quest'ultimo impianto è diviso, come si è detto, in due piani da un solaio con pavimento a quota 5,90. L'ampio vano è stato progettato in maniera da riservare il posto per un'altra installazione identica o anche di maggior potenza; e ciò allo scopo di permettere in avvenire sia di passare tutto il servizio normale sugli alternatori, sia di accrescere la potenza dell'impianto proporzionalmente ad un eventuale aumento dell'estensione dell'antenna, sia infine di sistemare un apparecchio convertitore a triodi, quando questo sistema si dimostrasse maturo per un tale impianto.

Alla stessa quota di 5,90, a cui si trova il piano sopraelevato nel locale alternatori, sono i tre ambienti nell'angolo sud est del fabbricato, l'uno destinato a servire come sala per conferenze ed esperimenti, gli altri due per uffici. I locali sottostanti al piano di quota

anche tutte le altre condutture di acqua, aria, gas, ecc. e servono altresì, per mezzo di sbocchi esterni, a scopi di ventilazione.

10. - Impianto idraulico.

L'impianto idraulico doveva innanzi tutto soddisfare alle esigenze imposte dal fabbisogno di acqua di circolazione così per i convertitori ad arco, come per il macchinario ad alta frequenza. Il fabbisogno massimo previsto è di circa 200 litri al minuto. A ciò si è provveduto con l'acqua del vicino palude e precisamente con quella di una antica grande vasca esistente a sud-est del fabbricato principale, verso cui convergono alcuni canali e che non si è mai prosciugata neppure nei più lunghi periodi di siccità. Di là, attraverso a un breve canale e ad un filtro a ghiaia, l'acqua perviene in una vasca di decantazione di m 23 x 12,80 (coperta da una leggera tettoia in cemento armato), che immette in un canale coperto e nel pozzo di aspirazione delle pompe. Queste sono due, eguali, con motore trifase 220 V 50 periodi e sono capaci di erogare 1000 litri al minuto con una prevalenza di 25 m. Esse sono sistemate nella sala macchine in un vano a quota più bassa (da cui si accede ai cunicoli), allo scopo di meglio garantire l'innescamento. Normalmente la mandata delle pompe immette nella tubazione che carica il serbatoio in cemento armato (fig. 14) della capacità di 60 m³ e con quota di fondo m 16,50. Dal serbatoio parte una tubazione di erogazione (in cui si può immettere direttamente,

all'occorrenza, la mandata delle pompe), che alimenta, non solo le derivazioni principali per la circolazione negli archi e nei macchinari



Fig. 14. — Serbatoio idraulico da 60 tonn. e isolatore di ritenuta della coda.

dell'alternatore, ma anche le prese per incendio in prossimità del fabbricato principale. Essa può essere collegata attraverso una saracinesca,

Di regola la saracinesca è chiusa e questa tubazione è alimentata a parte da un altro serbatoio della capacità di 35 m³ costruito sul tetto della casermetta con quota di fondo 16. Esso viene rifornito da due pompe a comando automatico, collegate con un pozzo appositamente scavato (§ 17).

All'acqua potabile si è provveduto, in seguito ad opportuni accordi, prolungando la diramazione eseguita dall'Opera dei Combattenti per i Palazzi di Coltano ed alimentata dall'Acquedotto del Comune di Livorno, proveniente da Filetote.

11. - Sala telegrafica e sale di manipolazione.

Il piano superiore del fabbricato principale è destinato all'ufficio telegrafico e agli apparati di manipolazione radio (fig. 15). È costituito

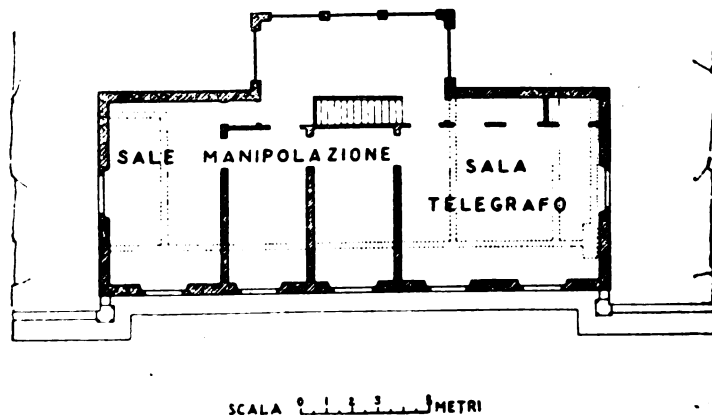


Fig. 15. — Pianta del primo piano.

da un ingresso a vetrate, per mezzo del quale si accede anche alla terrazza, e da quattro locali distinti e comunicanti, forniti di un sistema di piccoli cunicoli nel pavimento per le connessioni elettriche. In questi locali si è voluto riunire tutto il personale telegrafista e radiotelegrafista e tutta la condotta del traffico, non solo della radio transcontinentale, ma anche della radio continentale e di quella coloniale, i cui apparati si trovano nel fabbricato del vecchio impianto. Il capo della stazione (o per esso il capoturno di servizio) deve poter dirigere e seguire tutto l'andamento dell'impianto, senza allontanarsi dal suo posto. Presso il macchinario deve restare il solo personale elettricista, avvertito per mezzo di segnalazioni elettriche delle manovre da eseguire per l'avviamento, l'arresto e la regolazione degli organi e degli apparati ad esso affidati. L'ufficio centrale, anziché nel fabbricato stesso della radio, si sarebbe anche potuto costituire, con le stesse funzioni, in luogo relativamente lontano, per es. a Pisa,

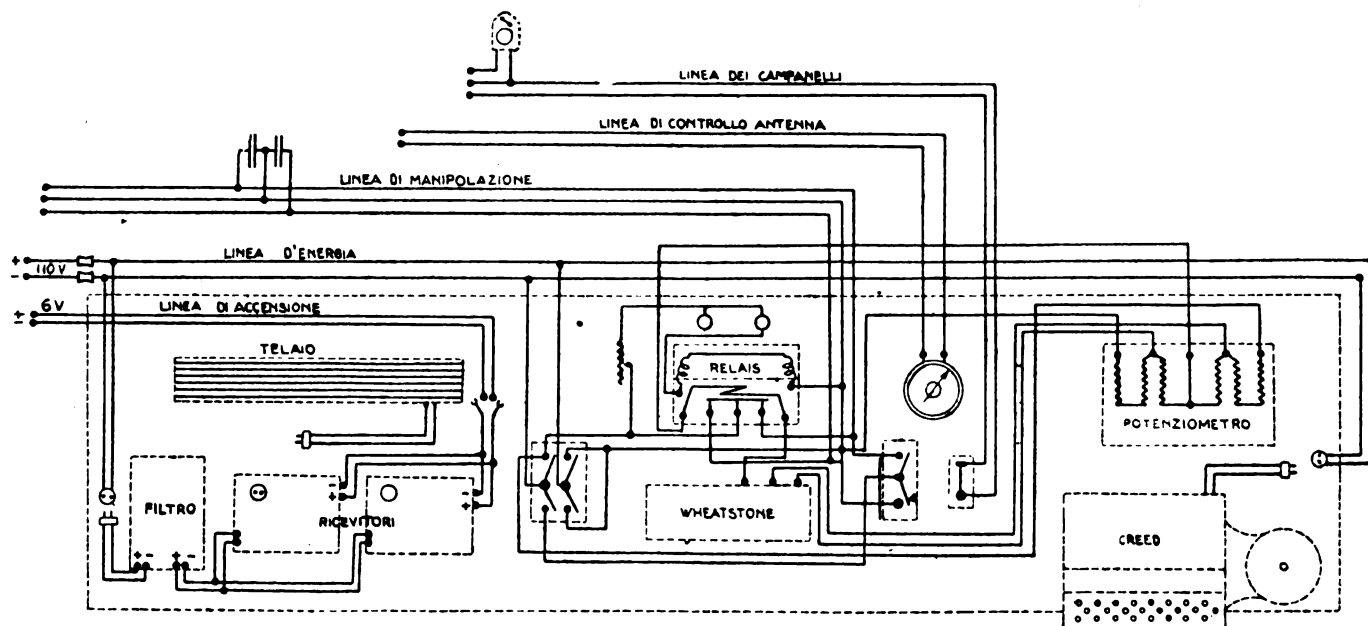


Fig. 16. — Tavolo di manipolazione della radio continentale ICI.

sca, con la tubazione generale dell'acqua di lavanda, che corre lungo la strada centrale da un estremo all'altro dell'impianto e si dirama a ciascuno dei fabbricati, alle prese di incendio e ai circuiti refrige-

nell'immediata vicinanza di quell'ufficio telegrafico. Tale soluzione, sotto parecchi aspetti più razionale e conveniente, non fu adottata per le notevoli spese che i collegamenti e l'ufficio avrebbero ri-

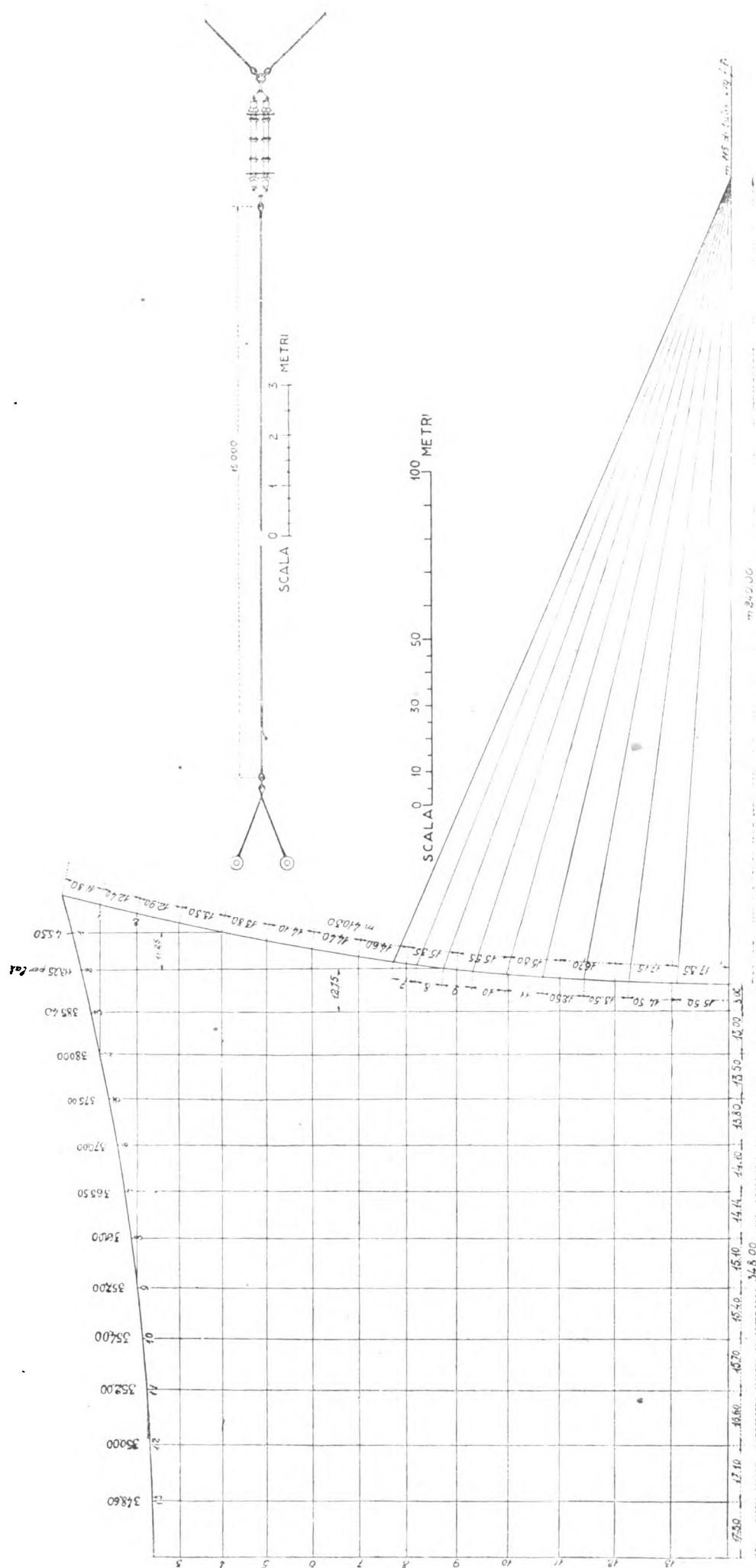


Fig. 17. — Reticolato della grande antenna e penzolo di attacco al pilone.

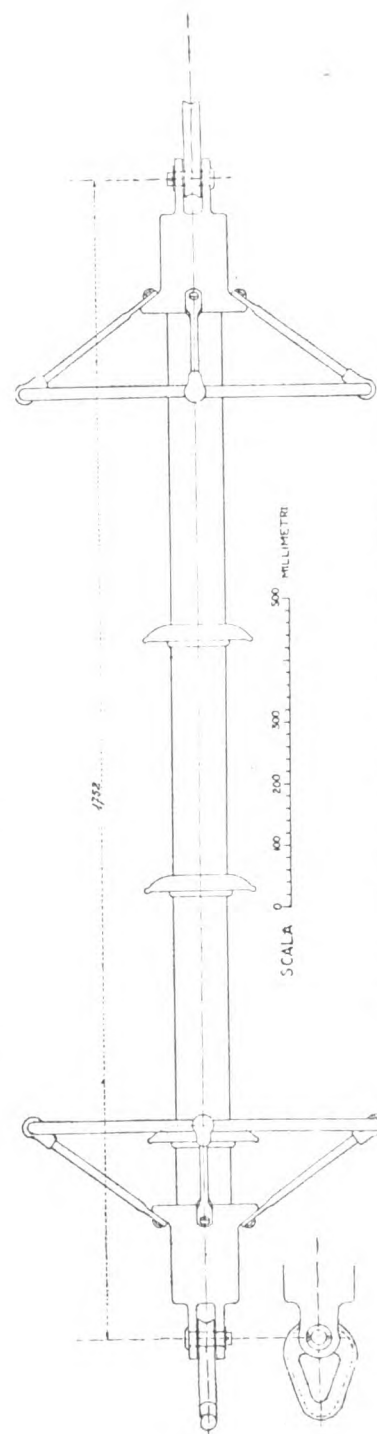


Fig. 18. — Isolatore di sospensione della grande antenna.

chiesto, e che non sarebbero state giustificate a cagione dell'incertezza sull'assetto definitivo dell'impianto.

La sala telegrafica comprende un quadro principale a caviglie, tre apparati Hughes e due Morse, e comunica con due piccoli locali attigui per le batterie di pile e di accumulatori. In essa sboccano, oltre

il rapido inoltro dei telegrammi da e per Coltano, ma in via provvisoria essi furono limitati a due linee dirette con Roma e Milano, servite da apparati Hughes, e a due linee con Livorno e col Centro ricevente per l'inoltro delle note, servite da apparati Morse. I due cavi di segnalazione fra le due radio sono da otto coppie ciascuno. Essi servono per le comunicazioni di servizio col personale elettricista destinato agli apparati della vecchia radio, per le linee di manipolazione, per i campanelli di segnale, per le linee dell'apparecchio di controllo della corrente di antenna, ecc. L'esecuzione dell'impianto telefonico per le comunicazioni fra i vari locali e fabbricati di tutto il centro fu a suo tempo sospesa.

I tre rimanenti locali del primo piano, oltre la sala telegrafica, sono destinati alla manipolazione delle trasmissioni (simultanee) da

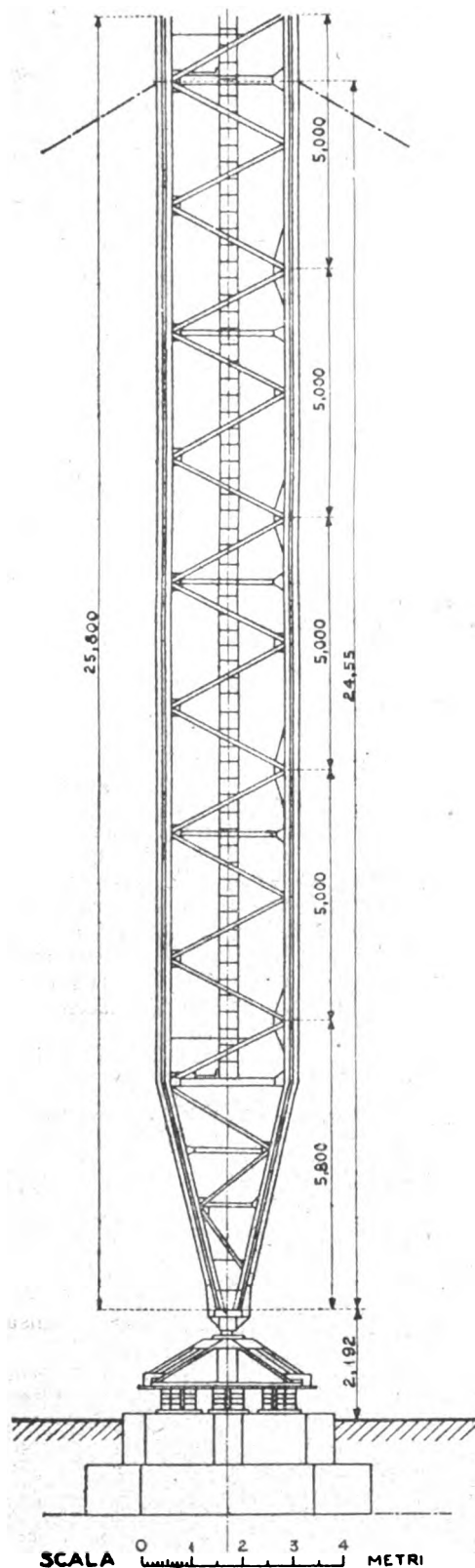


Fig. 19. — Basamento, treppiede, cerniera e tronco inferiore di traliccio

alle linee di energia a corrente continua e alternata per i vari servizi, anche un cavo telegrafico per il collegamento colla rete nazionale dei telegrafi, due cavi telegrafici e di segnalazione per il collegamento con la radio coloniale e continentale e il cavo di manipolazione della radio transcontinentale. Il cavo telegrafico è un cavo aereo sotto piombo a 10 coppie; esso è disteso dalla Radio verso levante fino alla strada del Caligi (fig. 1), al di là della quale si prolunga in una linea telegrafica ordinaria che si ricollega al fascio principale presso Vicarello. Erano stati progettati numerosi collegamenti (in proporzione col numero di coppie del cavo) per agevolare

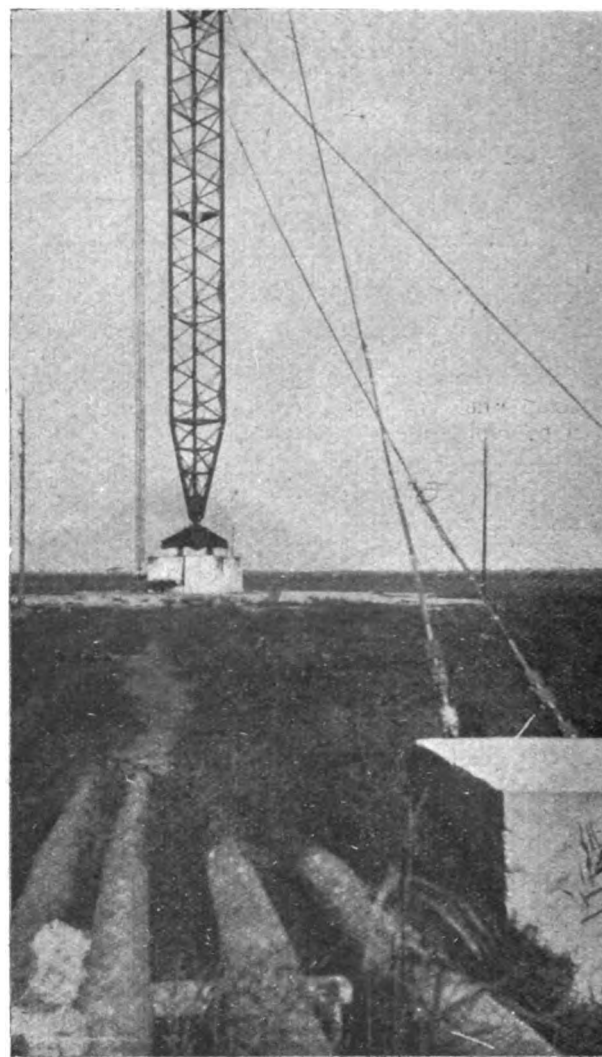


Fig. 20. — Tratto inferiore del pilone N. 4 e pilone N. 2.

parte delle tre antenne del Centro. La manipolazione è eseguita automaticamente mediante macchine Wheatstone. La preparazione delle striscie è fatta coll'aiuto di perforatrici Creed. L'operatore che sorveglia il funzionamento della Wheatstone, ha sott'occhio il testo del telegramma in corso di trasmissione e, coll'aiuto di un ricevitore e di una cuffia telefonica, verifica continuamente che la perforazione sia corretta e l'emissione e la manipolazione regolari. Per di più l'operatore può verificare continuamente che la corrente di antenna sia quella prescritta, mediante un apposito indicatore. In caso di avaria al relais o di irregolarità o errori nella striscia, si può passare immediatamente alla manipolazione a mano, mediante semplice inversione di un commutatore. Come esempio si riporta lo schema del tavolo di manipolazione per la stazione continentale ICI (fig. 16).

(Continua).

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione; la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

SCALA DELLE TENSIONI NORMALI PER LE MACCHINE E GLI APPARECCHI AD ALTA TENSIONE

E. VANNOTTI

Rapporto presentato alla Conferenza internazionale di Parigi
Novembre 1923

Dal rapporto presentato dal Sig. Ing. F. C. Hanker risulta che fra gli elettrotecnici degli Stati Uniti si è manifestata già fino da cinque anni or sono la tendenza di adottare una scala unificata per le tensioni degli impianti. In Italia si ritiene che questa proposta tocchi un problema troppo complesso e sia di difficile attuazione, soprattutto in relazione alla estensione delle grandi reti e al fatto che nelle differenti stazioni di una stessa rete si riscontrano delle tensioni sensibilmente diverse fra di loro.

Il Comitato Elettrotecnico Italiano è invece dell'avviso che sarebbe di grande utilità tanto per i costruttori quanto per gli acquirenti se si potesse giungere ad un accordo internazionale sopra una scala unificata delle alte tensioni per le macchine e gli apparecchi di tipo normale e conseguentemente per la tensione di prova degli stessi.

È evidente infatti che, una volta raggiunto questo accordo, i costruttori potranno studiare e costruire in serie e in modo razionale i tipi di isolatori passanti, e i tipi di isolamenti in genere per gli avvolgimenti adatti ai differenti gradi della scala; gli acquirenti, in compenso di una minore libertà di scelta nei tipi, potranno ricevere più facilmente e più rapidamente dai costruttori delle offerte e degli schizzi di ingombro del materiale e, ciò che più importa, queste offerte saranno paragonabili in modo più sicuro fra di loro.

In questa memoria io mi riferirò più particolarmente alle così dette altissime tensioni oltre i 100 kV: dovrò toccare tuttavia anche l'argomento della scala delle minori tensioni, sia perchè occorre considerare e fissare il valore del gradino che forma punto di partenza per le altissime tensioni, sia perchè occorre avere un nesso logico con tutti i valori della scala delle tensioni unificate.

S'intende che l'accordo sulla scala delle tensioni dovrà essere completato anche da un accordo riguardante la prova di tensione del materiale. Infatti il problema costruttivo si riduce in sostanza ad un problema di prova alla tensione massima.

Tensione di esercizio degli impianti.

Entrando nell'argomento, la prima questione da risolvere è quella che riguarda la tensione di funzionamento degli impianti o dei sistemi di impianto collegati direttamente con un'unica rete.

Non sembra giusto, e in ciò interpreto anche il concetto dei colleghi del Comitato Elettrotecnico Italiano, che si debba ritenere come tensione di funzionamento del sistema, alla quale sono da commisurarsi i tipi del macchinario e delle apparecchiature in relazione alla prova di tensione, quella di esercizio della stazione ricevitrice, così com'è opinione di taluni. Infatti mentre il valore della tensione di questa è generalmente più basso di quello della stazione generatrice, accade di frequente che la stazione ricevitrice funzioni, sia pure in condizioni transitorie, alla tensione più elevata e prossima a quella della generatrice. Non sarebbe nemmeno logico ritenere come tensione normale dell'impianto quella della stazione ricevitrice, visto che nelle grandi reti alimentate da parecchie centrali, e soprattutto quando si parla di altissime tensioni con regolazioni a mezzo di condensatori sincroni, è cosa assai difficile precisare la tensione della stazione ricevitrice. La regolazione anzidetta mediante condensatori complica in vero di molte le cose, e, pur non avendo ancora una grande esperienza al riguardo, noi riteniamo che in un impianto alimentato in diversi punti da centrali, si avranno sempre parecchie tensioni normali di funzionamento a seconda delle differenti zone.

Noi proponiamo dunque che la tensione di esercizio, per la quale si debbano dimensionare gli isolamenti del macchinario e degli apparecchi in relazione alla prova di tensione, sia il valore della tensione alla stazione generatrice, ammettendo d'altra parte che in un punto qualunque della rete, e nelle

condizioni normali di esercizio a pieno carico, la tensione non superi che del 10 per cento al massimo la tensione della stazione generatrice stessa.

Prove di isolamento.

Ciò posto occorre intendersi sui sistemi e le modalità di prova da adottarsi, ossia stabilire il valore della tensione di prova per ogni gradino della scala.

È ammesso ordinariamente che la tensione massima verso terra che può prodursi per i fenomeni noti di sovra-tensioni non superi il doppio della tensione normale, cosicchè noi riteniamo che la formula adottata non solo nelle nostre Norme, che la prova di tensione debba farsi ad un valore corrispondente a $2E + 1000$ dovrebbe proteggere sufficientemente il macchinario. Noi riteniamo del resto che la pratica abbia confermato largamente questa opinione, anche se si tiene conto del fatto che molti impianti il cui macchinario venne costruito e provato ad una tensione pari ad $1,6E$, come si usava fino a pochi anni or sono, hanno dato luogo solo raramente a difetti di isolamento. La maggior parte dei difetti di isolamento che si sono verificati per sovra-tensioni sono dovuti soprattutto a difetti fra spire e spire di un avvolgimento, i quali difetti non si possono evidentemente scoprire colla prova di tensione verso terra.

S'intende che per gli isolatori del macchinario destinato a funzionare all'aperto e senza tetto di protezione, la prova di isolamento dovrà compiersi sotto pioggia di 2,5 mm al minuto con un angolo di incidenza di 45° . S'intende infine che, salvo speciali intese, le prove di tensione in genere dovranno essere fatte di regola sul macchinario nuovo e una volta tanto a freddo.

Il sistema di prova mediante corrente alternata generalmente adottato nelle norme dei vari paesi sembra adeguato allo scopo e non suscita critiche, ammesso che da 20.000 volt in sù la misura della tensione di prova si faccia collo spinterometro, e che la tensione stessa venga aumentata progressivamente mediante variazione dell'eccitazione della generatrice che alimenta il circuito di prova, ovvero con un regolatore ad induzione.

È da augurarsi che il Comitato Elettrotecnico Internazionale elabori delle norme riguardanti le dimensioni degli elettrodi dello spinterometro e le distanze esplosive, nonché le tabelle di correzione delle misure fatte a temperature ed a pressioni barometriche differenti da quelle prese come normali. Ad ogni modo è opportuno che in serie allo spinterometro venga montata una resistenza non induttiva di adeguato valore, per evitare delle sovra-tensioni pericolose al macchinario in seguito alle scariche dello spinterometro.

Scala delle tensioni normali.

Ciò premesso, passo ad esaminare i criteri che debbono guidarci nel fissare la scala delle tensioni normali, criteri che sono condivisi dai colleghi del Comitato Elettrotecnico Italiano.

Occorre innanzi tutto fissare un numero di gradini non troppo grande (come forse qualche esercente potrebbe desiderare) per non rendere illusorio il vantaggio principale che la scala si propone di realizzare; cioè quello di una fabbricazione razionale in serie.

Occorre in secondo luogo tener conto delle tensioni maggiormente diffuse negli impianti.

In terzo luogo è opportuno che i gradini rispondano al concetto di permettere il passaggio dall'uno all'altro, ossia il cambiamento di tensione mediante una commutazione semplice degli avvolgimenti dei trasformatori, il che corrisponde ad adottare il rapporto di $1 : \sqrt{3}$. Le scale che si vedono fissate nelle pubblicazioni di qualche paese e che hanno il rapporto fra gradino e gradino che corrisponde generalmente a $1 : 2$, sembrano invero meno adatte per ragioni costruttive riguardanti i trasformatori.

In Italia vi sono molti impianti aventi come tensioni normali valori col rapporto $1 : \sqrt{3}$, ciò che permette, mediante commutazione dei collegamenti degli avvolgimenti dei trasformatori trifasi di passare facilmente dall'una all'altra tensione. E questo vantaggio è generalmente apprezzato da tutti, nonostante l'opinione di taluni che con ciò, quando si passa dalla connessione a stella a quella a triangolo, non si abbia più a disposizione il centro dell'avvolgimento per l'applicazione dei noti sistemi di messa a terra attraverso resistenze ovvero bobine.

Lo studio dettagliato delle tensioni maggiormente diffuse, nel senso di stabilire secondo i criteri suesposti dei capi saldi

attorno ai quali si potranno raggruppare le tensioni di esercizio, ha portato alla seguente proposta di scala per le medie tensioni. Partendo dalla tensione « standard » di 11.000 proposta dagli americani, la quale è una tensione assai diffusa anche in Italia, si scende a 6400 e 3700 che sono dei valori derivati col rapporto esatto $1 : \sqrt{3}$ e che furono proposti del resto anche in Svizzera. Oltre gli 11.000 si potrebbe passare a 20.000 = 65.000 = (80.000) = 110.000.

Il rapporto $1 : \sqrt{3}$ nel passaggio dall'uno all'altro gradino non è sempre rigorosamente osservato, in questa seconda parte della scala, e ciò è fatto per tener conto delle tensioni più diffuse: anzi, per questo motivo si è inserito fra parentesi, quasi per indicare un tipo transitorio, la tensione di 80.000. Ma è evidente che i tipi di macchine ed apparecchi corrispondenti a questa scala si adattano facilmente ai valori derivanti dall'applicazione del rapporto esatto di commutazione $1 : \sqrt{3}$ entro i margini di sicurezza consentiti, di regola, dalla larghezza dei valori della tensione di prova per l'isolamento.

Confrontando del resto questa scala colle tabelle delle tensioni più comuni pubblicate in altri paesi, si osserva che i valori 3000, 3500, 6000, 10.000 che si riscontrano in queste, si avvicinano abbastanza bene ai valori 3700, 6400, 11.000 della scala surriferita, che stanno fra di loro nel rapporto esatto $1 : \sqrt{3}$.

Nelle tabelle suaccennate si riscontra anche sovente, oltre ai 20.000 V, la tensione di 15.000 V nonché quella di 25.000 V. Orbene tutti questi valori sono evidentemente troppi e occorre decidersi per uno di essi. Il gradino 20.000 che corrisponde approssimativamente al rapporto $1 : \sqrt{3}$ col gradino antecedente 11.000, dovrebbe bastare ai bisogni della pratica tanto più perchè per la tensione 25.000 si potrà adottare senza notevole maggior dispendio, macchinario del tipo 35.000. Un ragionamento analogo vale per la tensione di 50.000.

Dal gradino 65.000 si passa con un rapporto quasi esatto $1 : \sqrt{3}$ all'ultimo gradino della scala delle tensioni medie fissato in 110.000 V e che corrisponde al valore ormai diffuso in parecchi paesi d'Europa.

Però, mentre in alcuni di essi, dove scarseggiano i grandi impianti idroelettrici, le massime tensioni degli impianti in istudio ovvero in corso di esecuzione si raggruppano intorno al valore anzidetto di circa 110.000 V, nei paesi ricchi di corsi d'acqua, come per esempio l'Italia, lo sviluppo delle Centrali e delle grandi reti di distribuzione, non permette più di trasportare razionalmente a questa tensione le grandi energie in giuoco. Occorre adunque stabilire dei gradini più alti.

Ora conviene osservare che fino a circa 110.000 V i trasformatori trifasi sono costruiti generalmente a tre colonne; per tensioni superiori e per considerevoli potenze, si adottano di solito dei trasformatori monofasi da collegarsi a stella. Le obiezioni, di carattere costruttivo, fatte più sopra al rapporto $1 : 2$ fra i differenti gradini, riguardano precisamente la circostanza che questo rapporto costringe a costruire gli avvolgimenti delle tre colonne suddivise in metà in modo da permettere la connessione in serie o in parallelo. Tale sistema di avvolgimento è naturalmente più costoso e presenta minor sicurezza nell'esercizio.

Queste obiezioni non hanno più ragione di essere coi trasformatori monofasi, gli avvolgimenti dei quali sono suddivisi di regola su due colonne in modo che è relativamente semplice e sicuro passare dal collegamento serie al parallelo o viceversa.

Partendo adunque dal primo gradino di 110.000 V per la scala delle altissime tensioni, si vede che il gradino corrispondente al rapporto $1 : 2$ sarebbe il valore di 220 kV. Per questa tensione si sono già studiati degli impianti e sembra che questo valore sia già stato discusso in altri paesi come una tensione da ritenersi normale.

Il salto da 110 a 220 kV è tuttavia troppo grande, per cui sembra opportuno inserire nella scala il valore di 150 kV che si avvicina bene a quello dei grandi trasporti di forza ora in corso di esecuzione o di studio.

Il creare un valore intermedio fra 110 e 150 kV contraddice al principio di limitare il numero dei gradini della scala. Il 130 kV potrebbe essere eventualmente discusso qualora si volesse sopprimere il 110 kV; ciò non sarebbe evidentemente opportuno, non soltanto perchè il 110 kV rappresenta l'ultimo gradino della scala delle medie tensioni, ma soprattutto perchè questo valore è già ormai molto diffuso.

Oltre i 220 kV si preconizza il gradino 300 kV derivato da 150 kV col rapporto $1 : 2$ ossia col concetto del parallelo serie degli avvolgimenti dei trasformatori monofasi.

Conclusione.

Il Comitato Elettrotecnico Italiano ritiene che in primo luogo la scala delle tensioni debba riferirsi al macchinario e agli apparecchi piuttosto che agli impianti, in modo da stabilire in definitiva le tensioni di prova a cui le diverse categorie di apparecchi devono essere sottoposte.

L'acquirente potrà scegliere per i propri impianti gli apparecchi della categoria che egli ritiene più conveniente.

A me sembra che la scala delle tensioni proposta 3700, 6400, 11.000, 20.000, 35 mila 65 mila, 150 mila, 22 mila e 300 mila V abbia il vantaggio di offrire tanto per la fabbricazione che per l'esercizio, le condizioni più favorevoli. Le variazioni di tensione inevitabili, e del resto non molto grandi anche in punti dello stesso impianto, hanno un valore relativo rispetto alla apparecchiatura ed allo scopo del nostro studio. Comunque, e come si è già detto, le prove di isolamento considerano già un margine di sicurezza relativamente largo, per cui è ammissibile che gli impianti funzionino con piena sicurezza anche a tensioni alquanto maggiori di quelle fissate nella scala proposta.

Ritengo pertanto che questa scala presenti una scelta abbastanza larga in confronto del grande numero di tensioni finora in uso e permetta una fabbricazione razionale del macchinario e delle apparecchiature in relazione sia al tipo di isolatori passanti che al tipo di isolamento degli avvolgimenti, e si presti ad una economia di fabbricazione che riescirà di vantaggio a tutti.

Vorrei proporre quindi che il nostro Congresso formuli il voto che il Comitato Elettrotecnico Internazionale si occupi al più presto del problema e giunga a stabilire una scala normale delle tensioni unificate, tenendo conto dei desideri esposti dai costruttori e dagli esercenti dei vari paesi, anche in relazione al margine di sicurezza dell'esercizio da consentirsi per le eventuali maggiori tensioni oltre i valori della scala.

Vorrei inoltre esprimere il voto che il Comitato Elettrotecnico Internazionale elabori contemporaneamente le norme per le prove di tensione allo spinterometro fissando le distanze esplosive e le tavole di correzione relative.

Il problema è interessante e assai importante, come la pratica di parecchi anni lo ha dimostrato e richiede una pronta soluzione.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

| | |
|--|---------|
| L'ELETTROTECNICA — Ogni annata | L. 60,— |
| più per postali | 9,— |
| Abbonamento (nel Regno) | 60,— |
| " (estero) | 70,— |
| Un numero separato (nel Regno) | 2,50 |
| " (estero) | 3,— |
| più per postali | 1,— |
| STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA: | |
| Vol. I. - II ^a Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Province redente | 20,— |
| più per postali | 2,— |
| Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia | 20,— |
| più per postali | 3,— |
| Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione). | |
| L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - suo avvenire (broch.) | 2,50 |
| più per postali | 0,80 |
| CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia | 1,— |
| più per postali | 0,50 |
| NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici | 3,— |
| più per postali | 1,— |
| NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche | 4,— |
| più per postali | 1,— |
| NORME per l'ordinazione ed il collaudo degli isolatori di porcellana | 1,50 |
| più per postali | 0,80 |
| Descrizione di una macchinetta elettromagnetica di A. PACI-NOTTI in cinque lingue: italiana, francese, inglese, latina, tedesca (edizione di lusso) | 3,— |
| più per postali | 1,— |
| DESCRIZIONI IMPIANTI: | |
| 1° Fascicolo - Impianti Società Conti (Crege) | |
| Pei Soci dell'A. E. I. e abbonati al giornale | 6,60 |
| Pei non Soci e non abbonati | 9,— |
| Per spedizione sottofascia raccomandata | 1,— |

:: SUNTI E SOMMARI ::

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Nuovo tipo di vetture tramviarie usate a Dayton (Ohio). (E. R. J., 28 ottobre 1922, pag. 697-699.)

A Dayton, Ohio, sono state recentemente messe in servizio quindici vetture servite dal solo guidatore, le quali assicurano un considerevole numero di posti per i passeggeri e presentano un tipo di costruzione molto leggera, il cui peso corrisponde a meno di 225 Kg per posto a sedere. I pregi di questo tipo di vettura sono stati ottenuti cercando di conservare i vantaggi e di eliminare gli svantaggi dei tipi già costruiti ed usati.

La vettura, come appare dalla figura 1, si presenta alquanto bassa per il fatto che le ruote hanno un diametro di solo 600 mm circa ed il tetto è costituito arcuato a volta. La larghezza massima è di m 2,60; i lati vanno però alquanto restringendosi verso il basso, assicurando un particolare vantaggio per il traffico nelle strade strette. Altra caratteristica è il tipo è la disposizione dei gradini, che non sporgono affatto dalla vettura, evitando disgrazie per chi sale e scende e rendendo minore la spesa di manutenzione. Poiché a Dayton i capolinea sono a racchetta, le vetture hanno un'unica testa, in corrispondenza della quale, a destra, si ha la porta di entrata. Dallo stesso lato della vettura e posteriormente si ha la porta d'uscita, munita di un dispositivo a passaggio obbligato girevole da una sola parte, nel senso dell'uscita, cosicché non sia possibile da quella parte l'accesso alla vettura. In corrispondenza della porta d'entrata è situata la cassetta distributrice dei biglietti, sorvegliata dal conduttore stesso. Iscrizioni chiare e spiccate servono di guida al pubblico, in tutte le operazioni che deve compiere, vale a dire salita nella vettura, acquisto del biglietto, e discesa.

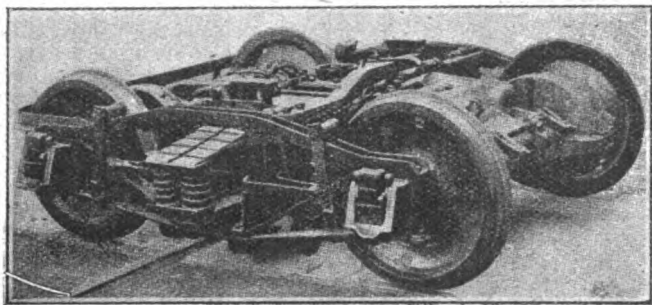


Fig. 2. — Tipo di carrello usato.

Caratteristico è il dispositivo usato nelle finestre, costituito da una striscia di metallo che corre tra una finestra e l'altra e che può essere facilmente sollevata quando si vuol alzare il vetro. Anche i telaietti dei finestrini che arrivano ad un'altezza che è circa la metà di quella dei finestrini più bassi, sono tenuti in posto dallo stesso sud-

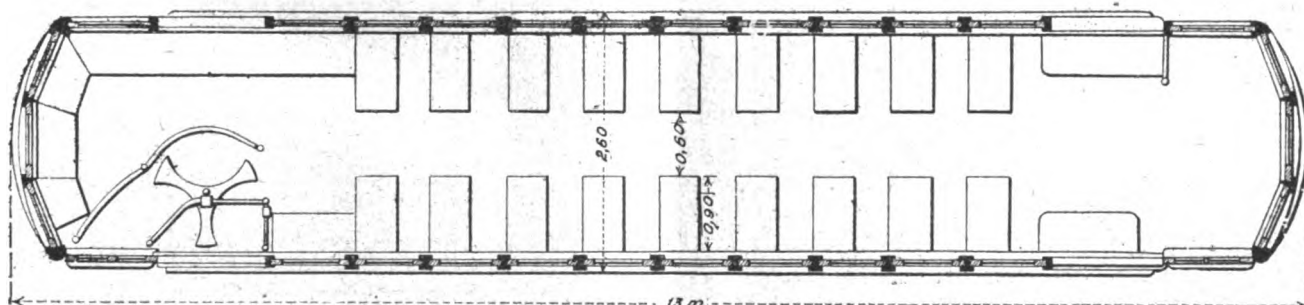


Fig. 3. — Pianta della vettura.

detto dispositivo e possono essere sollevati insieme coi finestrini, dopo aver rimosso la striscia di metallo. I finestrini superiori sono invece fissi.

La porta d'entrata che rimane aperta ha una larghezza di circa 90 centimetri. Le altre che rimangono chiuse, sono scorrevoli e comandate da motorini pneumatici. Quando, in caso di bisogno, si tira la corda di soccorso che attraversa per il lungo tutta la vettura e si agisce sui freni, viene a stabilirsi nei motorini pneumatici delle porte una pressione di equilibrio che permette di aprire a mano dette porte ordinariamente chiuse e di scendere anche da quella parte della vettura dalla quale normalmente non si sale né si scende.

Tubi di sostegno di metallo bianco leggero sono disposti in corrispondenza delle porte di entrata e di uscita, dietro il manovratore per dargli un appoggio, e lateralmente all'entrata per sostenere la cassetta distributrice dei biglietti. Una cortina disposta dietro il manovratore, lo protegge dalla luce delle lampade situate nella vettura e che potrebbero far specchio nei vetri. Le guarnizioni metalliche della vettura sono tutte di alluminio, ciò che unito alla natura e alla disposizione dei sedili (90 cm. di larghezza con un corridoio di circa 60 centimetri, posti 51) assicura una grande leggerezza alla vettura in relazione alla sua capacità. Cinghie di sostegno sono disposte nel vestibolo anteriore e posteriore per i passeggeri in piedi.

La vettura è illuminata con dieci lampade, alla tensione di 120 V,

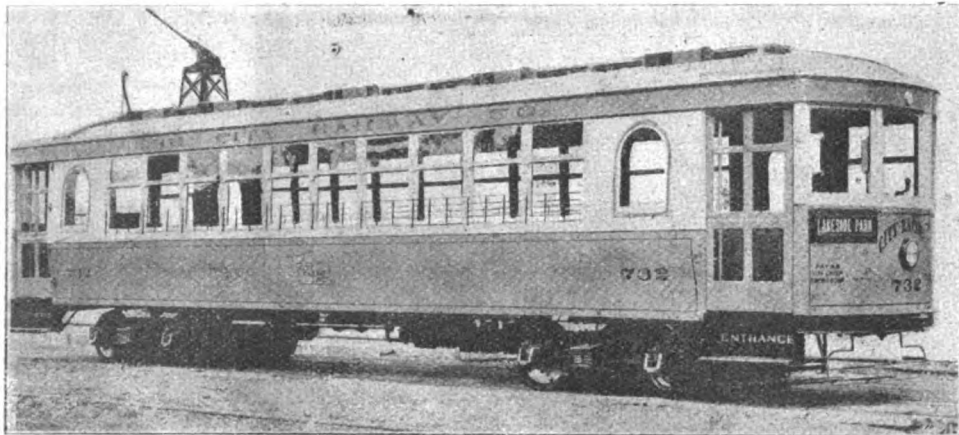


Fig. 1. — Lato della vettura con porta d'entrata e d'uscita.

munita di fondo smerigliato. Luci sono pure disposte per illuminare i gradini in corrispondenza dell'entrata e dell'uscita, ed anche la superficie di strada ad essi circostante.

Sulle vetture sono disposti riscaldatori elettrici, composti di elementi, sopporti e bobine intercambiabili; essi vengono disposti tanto nella parte centrale che nei vestiboli.

I carrelli sono del tipo a molle a balestra e a spirale registrabili (fig. 2), e portano ciascuno due motori G. E. 264.

La vettura è costruita tutta in acciaio.

La figura 3 ne rappresenta una pianta, da cui appare la disposizione dei sedili e il dispositivo per l'uscita obbligata. a. r.

*

H. PARODI — Nuovi locomotori elettrici a corrente continua a 650 volt, da 2000 HP, della Compagnia d'Orléans. (Revue générale des Chemins de fer et des Tramways, marzo 1922, pag. 177).

Introduzione.

La società per le ferrovie francesi dell'Orléans ha posto in servizio, nel giugno 1922 una serie di cinque locomotori da 2000 HP del tipo 1-D-1 ordinati prima della guerra. Dette macchine dovevano soddisfare a varie condizioni e si decise di ricorrere, a titolo d'esperimento, al comando a mezzo di bielle inquantochè tale sistema di trasmissione sembrò essere più conveniente di quello ordinario ad ingranaggi nei riguardi del peso e dell'ingombro.

Il concentramento della potenza motrice in un piccolo numero di motori a velocità ridotta (200-300 giri al minuto) ma a grande numero di poli, ha permesso di ottenere una potenza specifica di 23 HP per tonnellata, notevolmente superiore a quella ottenuta nei locomotori della Chicago-Milwaukee e S. Paul-Railway (12 a 15 HP per tonnellata) e in altri locomotori europei (circa 20 HP per tonnellata) (1).

(1) I locomotori E320 delle Varesine, di tipo analogo a quello descritto in questo articolo, hanno 1500 HP per 62 Tonn. pari a 24,2 HP per Tonn. (n. d. r.).

Risultati ottenuti nel servizio corrente.

I cinque locomotori effettuarono dopo sei mesi d'esercizio, dei percorsi varianti da 4000 a 46000 km e le parti meccaniche nonchè la trasmissione elastica non diedero luogo ad alcun incidente. La parte elastica solo abbisognò di essere messa a punto.

Il percorso di 40000 km rappresenta circa 20000 fermate e successivi avviamenti e, in queste condizioni, il consumo dei cuscinetti delle teste di biella è inferiore ai quattro decimi di millimetro. Si può quindi ritenere che dei percorsi fino a 100000 km potranno essere coperti fra due verifiche generali.

La velocità normalmente raggiunta oltrepassa gli 80 km-ora, senza che si constatino vibrazioni nel meccanismo: tuttavia al di là di 85 km-ora un movimento di rullo molto accentuato apparve, ma si confida di poter ovviare anche a ciò.

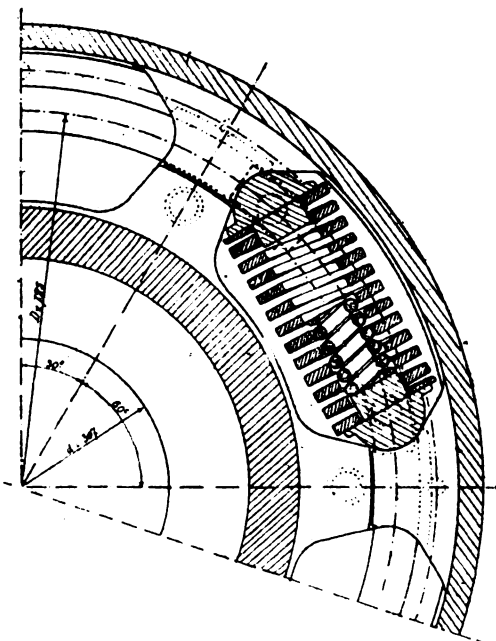


Fig. 3. — Dettaglio di una porzione d'indotto con molle d'ammortizzamento.

In conclusione, quantunque queste macchine abbiano per loro costruzione una lunghezza insufficiente per le velocità elevatissime, il loro servizio è molto soddisfacente e rispondono bene alle condizioni per le quali esse sono state progettate sia pure sotto riserva di qualche modificazione di dettaglio che si potranno apportare in seguito.

L'autore descrive in aggiunta, come si possano calcolare le velocità di risonanza dei locomotori e cioè la frequenza delle vibrazioni proprie del meccanismo, quando si tenga conto delle elasticità variabili degli organi e dei giuochi che si possono considerare come funzioni periodiche (continue o no) dell'angolo di rotazione.

G. V.

*

P. BERNABE — La trazione su strada con accumulatori. (La Houille blanche, ottobre 1922, t. XII, pag. 171-174).

Introduzione. — L'importazione in Francia del petrolio, benzina ed olii pesanti, importa per ciascun anno una somma elevata, circa 580 milioni di lire al cambio attuale (360 milioni di franchi) che conviene diminuire con tutti i mezzi possibili.

Una gran parte di tale spesa dipende dall'importazione della benzina pel funzionamento delle automobili.

L'autore è convinto che nei trasporti terrestri si potrebbero realizzare forti economie se si arrivasse a sviluppare in modo pratico la trazione mediante accumulatori.

Esame generale della questione. — Si sa che i primi esperimenti, fatti dal 1881 al 1900 da Raffard, Immish, Rouchare, Jeantaud, Renault, Mildé, ecc., non hanno dato i risultati sperati. Ciò dipende dal fatto che gli accumulatori a piombo erano gli unici in uso e si urtava perciò contro la grave difficoltà del peso e dell'ingombro delle batterie, della loro fragilità, delle emanazioni nocive prodotte durante la carica e, infine, della difficile ed onerosa manutenzione degli elementi. D'altra parte l'evoluzione rapida del motore a scoppio fin dal 1900 aveva fatto praticamente abbandonare le ricerche nei riguardi degli accumulatori elettrici.

In America gli esperimenti che avevano luogo nella medesima epoca, furono proseguiti allo scopo di render pratica la trazione elettrica con accumulatori, essa, così, si è rapidamente sviluppata, malgrado le difficoltà incontrate alle origini.

Attualmente, l'America, paese per eccellenza del petrolio, im-

piega 200 mila veicoli ad accumulatori elettrici. New York e Chicago, ne possiedono rispettivamente 4500 e 4000.

In Inghilterra, il servizio merci a domicilio dalle grandi stazioni ferroviarie e quello di pulizia urbana delle grandi città (Londra, Manchester, Glasgow) impiegano degli autocarri elettrici con piena soddisfazione; pure assai numerose sono le vetturine elettriche per distribuzione postale.

È spiacevole che in Francia si sia rimasti indietro in questa via e che il problema della trazione elettrica su strada comune rimanga ancor quasi interamente da risolvere. Tuttavia si potrà, ora, approfittare dell'esperienza altrui per progredire rapidamente.

È probabile che la trazione elettrica su strada mediante accumulatori abbia a limitarsi agli autocarri industriali, il cui ciclo giornaliero è da 60 a 90 km. e che, attualmente almeno, si debbano lasciare all'automobile a benzina i grandi viaggi di turismo. Tuttavia in certi servizi di città potrà esser vantaggioso di esercire fin d'ora mediante vetture elettriche ma un tal mezzo di trasporto dovrà fare ancora parecchio progresso ed essere oggetto di uno studio particolare per ogni caso speciale, tenendo conto delle singole condizioni locali.

Risultati ottenuti in Inghilterra ed in America. — L'Autore indica in seguito i risultati economici raggiunti all'estero:

1. - L'«Electrical World» del 1° ottobre 1921 accenna ad esperimenti durati per sei anni e relativi a 149 autocarri elettrici appartenenti alla Compagnia Cushman's Soc. Co. di New York. Il percorso medio di questi autocarri da una tonnellata (in numero di 105) è di 64 km al giorno. Quelli da mezza tonnellata (in numero di 40) è di 40 km. Per un percorso annuale rispettivamente 19.776 km e 14.200 km il costo generale, tenendo conto dell'ammortamento della vettura, della manutenzione e delle riparazioni, delle spese per pneumatici, della ricarica degli accumulatori, del loro mantenimento, e loro ricambio, delle spese generali e stipendi ai conduttori:

| | Per giorno | Per chilometro |
|--------------------------------|----------------------|--------------------|
| Per gli autocarri da una tonn. | L. 75.50 (fr. 58.08) | L. 1.34 (fr. 1.03) |
| » » » mezza » | L. 68.90 (fr. 52.97) | L. 1.70 (fr. 1.32) |

2. - M. A. Priestley, in una conferenza tenuta nel settembre 1921 sui «veicoli elettrici ad accumulatori, loro impiego nel servizio sanitario della città di Sheffield» ha dato le informazioni seguenti:

«Durante una intera annata si sono trasportate tonnellate di immondizie mediante autocarri elettrici in ragione di 4 scellini e 9 pence (un po' meno di un quarto di sterlina e cioè circa L. 25 italiane); più 10.670 tonnellate di ceneri in ragione di 2 scellini e 2 pence per tonnellata (circa un ottavo di sterlina pari a L. it. 10.70) mentre con la trazione animale il prezzo del trasporto variò da 8 scellini a 5 scellini per tonnellata (rispettivamente L. it. 42 e 26.25).

«Per i dodici mesi considerati l'economia totale realizzata nella città fu di sterline 1050 (circa L. it. 110.000)».

3. - Nel marzo 1921 M. Taures Jackson sovrintendente della corporazione di Birmingham, così si esprime nei riguardi della medesima questione:

«Si impiegano, a Birmingham, 32 veicoli elettrici per il trasporto di immondizie domestiche: le spese di trasporto per questi veicoli sono, in media, di L. it. 450 (4 sterline e un quarto) per giorno e cioè L. it. 71 (13 scellini e 8 pence) per veicolo e per tonnellata. L'economia media realizzata per veicolo e per anno è di L. it. 26.250 (250 sterline)».

4. - «The Electric Vehicle» ha pubblicato nel luglio 1922 un articolo di M. Mitchell, ingegnere del dipartimento di Glasgow.

L'autore, dando i risultati dell'impiego degli autocarri elettrici per i servizi municipali della città li paragona con quelli forniti dall'impiego di autocarri a benzina. Ottiene in tal modo, per il costo totale annuo L. it. 59.100 (563 sterline) per le vetture a benzina e Lire italiane 53.700 (512 sterline) per gli autoveicoli elettrici.

Questo paragone dà una economia lorda del 10 per cento in favore degli autocarri elettrici. Ma in tali computi si sono calcolate alla pari le spese per i conducenti e per le tasse, tenendo conto delle differenze reali, il vantaggio derivante dall'impiego degli autocarri elettrici ascende al 25 per cento.

5. - La medesima pubblicazione espone un specchietto del costo di manutenzione dei veicoli elettrici della «Glasgow Corporation Electrical Department» in seguito alla messa in servizio di diversi veicoli elettrici.

Si rimarca in esso che un autocarro da una tonnellata, in servizio da dieci anni, ha richiesto per la propria manutenzione, (per anno e per ogni 1600 metri, pari ad un miglio): per il telaio L. 0.65 (1.56 pence), per la batteria L. 0.12 (0.28 pence), e, infine, per il motore e per le concessioni L. 0.06 (0.0015 pence). L'autore aggiunge:

«La spesa di manutenzione per miglio inglese (1600 m.) del telaio è molto elevata perchè comprende quella delle riparazioni in seguito ad incidenti di marcia e, in questo caso, tale parte della vettura è quella che più soffre. La spesa di manutenzione della batteria è assai piccola.

«L'elaborato dimostra d'altronde che la valutazione del costo di manutenzione è essenzialmente variabile col costo di manutenzione della batteria, ma per ottenere un esercizio vantaggioso è indispensabile operare con batterie di lunga durata, di facile manutenzione e di prezzo poco elevato».

6. - Si notarono anche in quello stesso giornale, nell'agosto 1922, dei risultati d'esercizio, dal 1918, di autocarri da tre tonnellate impiegati per la pulizia della città di Harrowgate. Riunendo gli elementi

di tale studio e tenendo conto dei valori dei cambi attuali si ottennero i seguenti dati:

| Anno | Spesa totale (Lire italiane) | Tonnellaggio trasportato (tonnellate) | Spesa per tonnellata (Lire italiane) |
|---------------|---------------------------------|---|---|
| 1918-1919 | 129 150 (sterline 1 230) | 5 501 | 35,80 (6 scellini 10 pence) |
| 1919-1920 | 161 490 (» 1 538) | 4 059 | 50,— (9 » 9 ») |
| 1920-1921 | 253 995 (» 2 419) | 3 947 | 66,— (12 » 7 ») |
| 1921-1922 | 265 910 (» 2 542) | 4 944 | 56,50 (10 » 9 ») |
| Totale | 811 545 | 16 461 | 52,75 (media) |

7. - Infine il medesimo numero dell'« Electrical Vehicle » dà un'analisi delle spese dei « taxi » elettrici, impiegati a New York dall'Electro car service Company. Tale analisi che è esposta sotto forma di tabella nell'articolo in esame, stabilisce un costo di circa L. 2.50 per chilometro (0.203 di dollaro per miglio inglese), mentre il « taxi » a benzina fa raggiungere le L. 3.80 per chilometro (0.307 dollari per miglio inglese).

Questi risultati si sono verificati nell'esercizio di sei « taxi » che possono fare giornalmente un percorso di circa 80 chilometri per ogni carica di batteria con una velocità di circa 30 km-ora. L'Autore, tuttavia opina che le condizioni sopra riassunte non sono sufficienti per giustificare l'impiego in Francia.

Conclusioni. — L'interesse economico per la Francia di un tal mezzo di trazione e cioè degli autocarri ad accumulatori, è reale, dice l'autore, ma non è sufficientemente dimostrato, in linea generale, che esso sia arrivato ad un'applicazione pratica e che possa essere sviluppato.

Tuttavia qualche costruttore si interessa vivamente della fabbricazione di autocarri elettrici: se però nessuna difficoltà interviene per la scelta dell'autocarro, degli organi motori e degli accessori, altrettanto non può dirsi per la batteria degli accumulatori.

Si può dire che essa costituisca una caratteristica per il veicolo elettrico.

La scelta deve dunque essere accuratamente stabilita. Si dovrà allo scopo, tener conto:

- 1) Del prezzo d'acquisto e del suo ammortamento annuale.
- 2) Del costo della manutenzione annuale.
- 3) Della variazione, col tempo, del suo rendimento.
- 4) Del suo peso e del suo ingombro.

Bisogna notare che lo studio generale d'un veicolo elettrico deve tener conto della batteria scelta nonché delle condizioni d'esercizio.

Le sottostazioni delle grandi città hanno interesse fortissimo allo sviluppo della trazione mediante accumulatori e ciò per collocare energia durante le ore di piccolo carico: debbono quindi cooperare a tale sviluppo mediante creazione di posti di carica per la fornitura d'energia, il cui prezzo dovrebbe essere diminuito e non oltrepassare le L. it. 0.33 (fr. 0.25) per kilowatt-ora.

La Francia è insufficientemente provvista di carbone fossile e di petroli. Un conflitto potrebbe metterla in una situazione molto precaria sotto questo punto di vista, mentre potrà sempre disporre di forze idrauliche sufficienti per assicurare l'alimentazione con energia elettrica di numerosi autocarri per servizi interni. C'è dunque, in questa questione, oltre ad un interesse particolare anche un interesse nazionale.

g. v.

* *

ELETTROFISICA.

G. VALLE — Sull'effetto dell'aumento della temperatura sulle scariche elettriche discontinue. (Nuovo Cimento, Serie VII, Fasc. I-II, 1923, pag. 87).

Era stato osservato (G. C. Schmidt ⁽¹⁾, L. Amaduzzi ⁽²⁾ che aumentando uniformemente la temperatura di tutto un tubo da scariche, avveniva una graduale estinzione della colonna positiva ed un aumento considerevole del valore dell'intensità di corrente nel circuito di scarica. Siccome questo fenomeno è dovuto ad una graduale modificazione del tipo di scarica, causata dall'aumento di temperatura, l'A. si propone di determinare quale sia il tipo iniziale, quale il limite estremo e quale la vera natura di questa modificazione, limitandosi ad esaminare l'effetto sulle scariche discontinue.

L'A. già in una nota precedente ⁽³⁾ aveva notato che la scarica discontinua si presenta, a temperatura normale, sempre in tre forme differenti, il comparire delle quali è legato a determinati valori delle variabili *R* (resistenza del circuito e *C* (capacità del tubo), avendo stabilito un valore fisso per la f. e. m. del generatore. All'analisi con lo specchio girevole, avente l'asse di rotazione parallelo al catodo, i caratteri delle varie specie di scariche sono i seguenti:

Scarica discontinua di prima specie: il fenomeno consiste in una serie di scariche parziali, tutte uguali tra loro, che si susseguono periodicamente, separate da intervalli di tempo durante i quali non ha luogo una scarica luminosa. La frequenza delle scariche è generalmente bassa.

Scarica discontinua a gruppi: le scariche parziali appaiono distribuite in aggruppamenti di due o più scariche equidistanti fra loro; gli aggruppamenti stessi distano fra loro ugualmente ma di un'intervallo di seconda specie analoga a quella di prima specie ma con frequenza di scarica generalmente alta.

L'A. scaldando uniformemente con la fiamma di un becco Bunsen un ordinario tubo Plücker ha notato che col successivo riscaldamento intervallo differente dal precedente: inoltre la prima scarica di ogni gruppo si presenta diversa dalle seguenti, e la guaina di luce negativa appare in essa notevolmente più estesa. Si distinguono scariche *double*, *triple*, *u-uple* a seconda del numero di scariche parziali di ogni gruppo. Se il numero cresce indefinitamente si raggiunge la: *Scarica discontinua* si passa dalla scarica discontinua di prima specie, attraverso la forma intermedia a gruppi, a quella di seconda specie ed infine alla scarica continua. Lo stesso effetto si ottiene, a temperatura normale, diminuendo la resistenza del circuito alimentatore, se la capacità è relativamente piccola ⁽⁴⁾, ovvero la f. e. m. del generatore grande. Quando la capacità è considerevole, o il generatore debole, diminuendo la resistenza, la scarica di prima specie passa direttamente alla forma continua. Si manifesta il medesimo passaggio quando il tubo viene riscaldato e la sua capacità artificialmente aumentata con un condensatore. Esaminando l'effetto dell'aumento di temperatura in una numerosa serie di tubi Geissler l'A. riscontra che in tutti il fenomeno è il medesimo.

Le variazioni del tipo di scarica, che si ottengono modificando la resistenza del circuito sono sempre accompagnate da un aumento del valore dell'intensità e, generalmente, quando si tratta di scariche discontinue, anche da una corrispondente diminuzione della differenza di potenziale fra gli elettrodi. L'Amaduzzi ⁽⁵⁾ ha trovato che anche riscaldando tubi a vuoto si ha un sensibile aumento dell'intensità di corrente e l'A. ha esaminato l'andamento del potenziale accertando così anche in riguardo a quest'ultimo l'analogia fra i due fenomeni. Quindi l'effetto specifico di un aumento uniforme della temperatura dell'ambiente percorso da scariche elettriche è quello di prolungare l'esistenza di ogni scarica fondamentale, sia facendola seguire da una serie di numerose e frequenti deboli scariche con la colonna positiva oscurata, sia prolungando la durata della luminosità ai soli elettrodi. Questa durata, come quella del gruppo di scariche, cresce coll'aumentare della temperatura e può divenire infinitamente grande, qualora il tubo sia alimentato da una sorgente continua ed abbastanza potente di elettricità.

Lo Stark ⁽⁶⁾ dimostrò che per temperature non eccessivamente alte un'azione propria ionizzante del calore è impossibile, in altre parole a volume costante, dovrebbe mancare del tutto, almeno fino a 1000°, un'azione sensibile della temperatura sulla ionizzazione per urto. Siccome le esperienze conducono invece a constatare in questo caso un effetto sensibile delle variazioni di temperatura l'A. spiega questa apparente divergenza ammettendo che la causa del fenomeno non risieda in una influenza diretta del calore sulla ionizzazione per urto ma nella sua azione su qualche altro processo. Infatti la diminuzione del coefficiente di molizzazione viene considerata dall'A. come l'unica possibile azione dell'aumento di temperatura di un gas percorso dalla scarica e tenuto a volume costante.

b. na.

:: :: C R O N A C A :: :: ::

NOTE E QUESTIONI ECONOMICHE, FINANZ., POLITICHE.

Il nuovo trattato di commercio italo-spagnuolo. — Per le stipulazioni del nuovo trattato di commercio italo-spagnuolo entrato in vigore il 10 dicembre, le costruzioni elettromeccaniche italiane godono nella esportazione in Spagna del trattamento della nazione più favorita.

Inoltre per i grossi macchinari elettrici di oltre 500 kg di peso per ogni unità si sono convenuti dei dazi speciali; così ad esempio:

| | | |
|------------------------------------|-------|------------|
| 624 da oltre 500 a 1000 kg di peso | 108.— | P.tas % kg |
| 625 » » 1000 » 3000 » | 67.— | » % » |
| 626 » » 3000 » 5000 » | 45.— | » % » |
| 627 » » oltre 5000 » | 36.— | » % » |

Questi dazi convenzionali rappresentano una riduzione del 10 % sui dazi della seconda colonna della tariffa spagnola, che doveva rappresentare il margine minimo di protezione dell'industria nazionale spagnola.

Una riduzione analoga è stata convenuta per i dazi sui motori idraulici:

| | | |
|-----------------------------------|------|------------|
| 520 da oltre 500 a 200 kg di peso | 54.— | P.tas % kg |
| 521 » » 200 » 10000 » | 40.— | » % » |
| 522 » » oltre 10000 » | 30.— | » % » |

ed anche sulle macchine non specificate.

In complesso, tenendo conto soprattutto delle pressioni esercitate dall'industria spagnola per accentuare ancora possibilmente la protezione doganale, si deve concludere che i negozianti italiani, coadiuvati dalla Camera di Commercio Italiana per la Spagna, hanno fatto di tutto per assicurare alle industrie elettromeccaniche italiane il dovuto riconoscimento della loro importanza per la economia dei due paesi.

Spetta ora agli industriali italiani di approfittare, mediante una organizzazione commerciale efficace, delle possibilità create dal nuovo trattato.

⁽¹⁾ G. C. SCHMIDT - Ann. de Phys., 1, pag. 625, 1900.

⁽²⁾ L. AMADUZZI - Mem. Acc. Bologna, S. VII, T. III, pag. 91, 1918.

⁽³⁾ L'Elettrotecnica, 15 maggio 1920, Vol. VII, pag. 246.

⁽⁴⁾ J. STARK - Die Elektrizität in Gasen in Winkelmann's Handbuch der Physik, IV, (1), 1905, pag. 468.

La Spagna ha già dimostrato di apprezzare adeguatamente la potenzialità industriale italiana affidando a cantieri italiani la costruzione di nuove unità navali e di armamenti bellici; anche l'invio di un tecnico per studiare le cause del recente disastro di Gleno è un indice dell'interessamento con cui si segue in Spagna lo sviluppo industriale dell'Italia.

Spianate le difficoltà iniziali tocca ora mettere mano al lavoro fattivo di scambi tra le economie dei due paesi ed in questo gli industriali elettrotecnici italiani non vorranno certamente rimanere indietro.

Ing. A. C. GULLINO.

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

Telefonia ad onde convogliate. — La Conferenza internazionale di Parigi sulle reti ad alta tensione ha considerato con particolare interesse la questione delle comunicazioni telefoniche colle centrali elettriche col sistema ad onde convogliate, ed in seguito alla discussione avvenuta che ha posto in luce come tanto nei riguardi tecnici che in quelli legislativi fosse utile di raccogliere e porre a conoscenza tutti i risultati fino ad ora ottenuti ed i sistemi applicati nei vari paesi, venne nominata una Commissione Internazionale incaricata di compiere questo lavoro e di riferire alla prossima conferenza.

Come rappresentante dell'Italia venne nominato l'Ing. Elvio Soleri al quale è opportuno che vengano inviati per parte dei costruttori di apparecchi per la Telefonia a o. c. e per parte degli Esercenti che hanno impianti funzionanti ed hanno eseguito degli esperimenti su questo sistema di comunicazioni, le maggiori notizie che sia possibile sui risultati ottenuti.

Tali informazioni possono essere trasmesse a mezzo della Sede centrale della A.E.I.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

La Redazione si riserva di dare eventualmente più ampie notizie, in altra rubrica, dei lavori qui elencati.

- Ing. Prof. ELVIO SOLERI. — *La produzione e distribuzione dell'energia elettrica nella prima Regione Elettrica.* — (Estratto dagli Annali del Consiglio Superiore delle Acque). - Anno 1923. - Vol. V, fasc. 1° - Tipografia del Senato del Dr. G. Bardi - Roma, 1923. Un volume 25×17 cm., pag. 94 con 12 tavole, senza indicazione di prezzo.
- UMBERTO BIANCHI, Deputato al Parlamento. *La rivendicazione di una gloria italiana.* — Tipografia Camera dei Deputati Carlo Colombo, Roma, 1923, opuscolo di 36 pagine, 21,5×15,5 cm.
- Ing. GAETANO IVALDI. — *Sul principio delle energie di moto e sulle sue conseguenze.* — Opuscolo di 32 pagine, 25,5×16,5 cm. Estratto dal « Politecnico », N. 5, 1923. - Soc. Editrice Libreria, Milano.
- M. CANTONE. — *Corso di fisica sperimentale.* - Vol. III, *Acustica e Ottica.* - Seconda edizione riveduta e ampliata - Napoli, G. Majò Editore, 1923. - Un volume formato 18×26 cm., 748 pagine con 279 figure ed un indice alfabetico. - Numero medio delle parole per una pagina di testo, 350 circa - Prezzo L. 60.
- Prof. Ing. GAUDENZIO FANTOLI. — *Parole pronunciate allo scoprimento del ricordo a Ercole Marelli presso la Società d'Incoraggiamento Arti e Mestieri.* - XVII Giugno MCMXXIII.
- Ing. ETTORE MORELLI. — *Costruzioni elettromeccaniche.* - Applicazioni elettromeccaniche con molte figure nel testo e tavole separate (puntata 15°). - Unione Tip. Editrice Torinese. - Un volume formato 16,5×25 cm. - Vol. III, pag. 257 a 464. - Numero medio delle parole per una pagina di testo, 200 circa. - Prezzo L. 16.
- P. SANTO RINI. — *Le calcul rationnel des éléments d'une conduite forgée en métal sur la théorie de son rendement économique maximum.* — I. Rey, éditeur - Grenoble, 23 Grande Rue, 1921. Un volumetto formato 15,5×24 cm., di pag. 39 con 4 figure e 6 tavole. - Numero medio delle parole per una pagina di testo, 150. - Prezzo frs. 6.
- Prof. Ing. GAUDENZIO FANTOLI. — *Sul problema delle gallerie e dei pozzi scavati in roccia per condotte forzate d'acqua.* — Estratto dagli Annali del Consiglio Superiore delle Acque. - Anno 1923 - Vol. V, fasc. 2° - Roma, Tip. del Senato del Dr. G. Bardi, 1923. Un volume formato 17×25,5, di 71 pag. con 4 tavole, senza indicazione di prezzo.
- C. F. ELWELL. — *The Poulsen Arc Generator* - London - Ernest Peun, Ltd, 1923. - Prezzo 18 scellini. - Un volume legato in tela, formato 23×15 cm., di pag. 192 con 150 illustrazioni. - Numero medio di parole per pagina di testo, 420.
- Ing. ERNESTO MONTÙ. — *Come funziona e come si costruisce una stazione per la ricezione radiotelegrafica telefonica.* - Un volume in brochure di pag. 350, formato 12×19 con 192 figure e 22 circuiti. - Editore U. Hoepli, Milano, 1924. - Prezzo L. 15. - Numero medio di parole per una pagina di testo, 192.
- F. HAPPER. — *Zeileitungsbau Ortsnetzbau.* - Un vol. formato 17,5×25 cm. di pag. 387, con 376 illustrazioni, 2 tavole e 55 tabelle. - Edit. R. Oldenbourg München - Berlin, 1923. - Prezzo Lit. 62.40. (Numero medio di parole per una pagina di testo, 300 circa).
- T. JERVIS. — *La macchina a induzione a campo rotante.* - Un volumetto formato 12,5×17 cm., di pagine 107, con 41 illustrazioni. - Edit. G. Lavagnolo, Torino, 1923. - Prezzo L. 6. - Numero medio di parole per una pagina di testo, 250.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Commissione Elettrotecnica Internazionale.

L'Ing. Guido Semenza, nuovo Presidente della Commissione Elettrotecnica internazionale, ha diramato ai Comitati Nazionali la seguente lettera:

Dicembre 1923.

Ai Presidenti dei Comitati Nazionali

MILANO

Signori,

Accettando l'onore fattomi dal Consiglio della Commissione eleggendomi Presidente della C.E.I., sono perfettamente conscio del grave incarico che mi assumo e di tutte le difficoltà che probabilmente si presenteranno nell'esecuzione del mio mandato. Per altro, tre sono le considerazioni che mi sostengono; innanzitutto, il prezioso lavoro lasciandomi in eredità dai miei predecessori; in secondo luogo, la fiducia che mi dimostra il vostro cordiale appoggio; ed infine l'affetto che io nutro verso la Commissione e la mia piena convinzione della sua utilità e del suo successo finale.

La Commissione, si è detto, ed è questa forse l'opinione della maggioranza, ha fatto finora assai poco; a mio avviso, questo giudizio è assolutamente errato.

Si può ammettere che le conclusioni definitive pubblicate dalla Commissione non rappresentino una somma tale di lavoro da rispondere completamente alle speranze di certuni, ma, per noi che abbiamo seguito passo passo il suo sviluppo, è evidente che sarebbe stato difficile ai Presidenti, ai Comitati nazionali, ai Comitati di studio od all'Ufficio centrale, fare molto di più. Tutti i lavori internazionali sono più o meno accompagnati dalle stesse difficoltà, per la divergenza dei punti di vista nazionali e per la necessità di mettere d'accordo opinioni opposte; come pure per il fatto che il lavoro deve essere fatto da Membri disseminati in tutto il mondo.

Se i risultati ottenuti non sono ancora molto rilevanti, si può tuttavia affermare che nessuna parte del lavoro fatto è rimasta inutilizzata e che nella maggior parte dei casi le ricerche sono state spinte ad un tale punto e l'accordo internazionale ottenuto su una tale scala che manca solo uno sforzo finale perchè i lavori fatti diano l'atteso risultato. Questo sforzo deve e può essere fatto se i Comitati nazionali e i Comitati di studio vorranno contribuire del loro meglio. Se qualcuna delle questioni allo studio richiede di essere ancora esaminata in dettaglio perchè porta seco la discussione di importanti questioni di principio, o rende necessario fino ad un certo punto di allontanarsi dalla pratica acquisita, ve ne sono però molte altre che sono giunte all'ultima fase di studio ed io consiglio vivamente di far tutto il possibile per arrivare ad una conclusione rapida per queste ultime, in modo da lasciare ai Comitati di studio tutto il tempo di concentrare la loro attenzione sulle questioni più complesse.

Alcune questioni secondarie che si riferiscono alle specificazioni delle macchine elettriche potranno essere facilmente risolte, un certo numero di simboli grafici, a proposito dei quali non mi sembrano esistere gravi difficoltà, potrà essere adottato; lo stesso dicasi per i metodi di constatazione del rendimento, per le tolleranze nelle prove, e per l'unificazione dei supporti delle lampade e delle prese di corrente per le automobili elettriche; il vocabolario, essendo più che altro una questione di selezione e di compilazione, non importa questioni di principio e dovrebbe fare dei progressi notevoli.

L'Ufficio centrale sta diramando ai Comitati nazionali e ai Comitati di studio dei comunicati sulle diverse questioni. È necessario che i Comitati nazionali discutano in tempo utile ogni questione per permettere ai loro delegati di presentare delle proposte concrete alle riunioni dei Comitati di studio.

Voi avrete ricevuto dall'Ufficio centrale un riassunto delle deliberazioni prese nell'ultima riunione di Consiglio; queste sono state redatte allo scopo di accelerare i lavori della Commissione.

Ho già parlato del mio affetto per la Commissione; ho detto come io sono convinto della sua utilità e del suo successo finale e non è necessario che mi dilunghi maggiormente su questo punto; il continuo lavoro della Commissione mi ha effettivamente mostrato ciò che si può ottenere da un progetto ben concepito di unificazione internazionale nei problemi tanto scientifici e tecnici, quanto economici, ma la stessa unificazione internazionale implica l'abbandono per ciascun Paese di qualche abitudine o di qualche opinione particolare; in altre parole, un sacrificio che non è talvolta facile ed io non posso insistere troppo energicamente sulla necessità di avere continuamente presente questo fatto così importante.

La decisione unanime del Consiglio di eleggere a Presidente onorario il Dr. Mailloux, nostro Presidente uscente, mi ha fatto il massimo piacere e mi ha causato un grande sollievo. Il lavoro portato a termine dal Dr. Mailloux durante la sua Presidenza, lo zelo infaticabile col quale ha prodigato il suo tempo alla Commissione e ai suoi interessi, rendono ora indispensabile che egli s'ia messo in grado di conservare una certa relazione col nuovo Presidente e coll'Ufficio centrale perchè questi possano trarre profitto dalla sua grande espe-

rienza e contare sull'appoggio e sulla collaborazione così preziosa che egli continuerà senza alcun dubbio ad accordare alla Commissione.

Tutti apprenderanno con la maggiore soddisfazione la notizia della rielezione a Segretario onorario del Colonnello Crompton; la Commissione deve rallegrarsi di poter essere consigliata da uno spirito così chiaro e di essere assistita da un amico così devoto.

Infine, la collaborazione dell'Ufficio centrale, sotto la direzione del nostro Segretario generale Sig. Le Maistre, la di cui devozione alla Commissione è ben nota, sarà per noi di valore inestimabile nel compimento del nostro programma.

Con questo spirito e col programma riassunto qui sopra io assumo le mie nuove funzioni.

Vi sarà grato se vorrete comunicare questa lettera al vostro Comitato; Vi prego di gradire, Signori, l'espressione dei miei devoti sentimenti.

GUIDO SEMENZA.

* *

Votazione e scrutinio.

Affluiscono all'Ufficio Centrale le schede di votazione raccolte dalle Sezioni.

Ad oggi sono arrivate o annunciate:

| | | | | |
|-----------------|-----|-----------|------|--------------------|
| Sezione di Bari | 26 | schede su | 78 | inscritti (33,3 %) |
| " " Bologna | 184 | " " | 374 | " (49,2 %) |
| " " Catania | 16 | " " | 59 | " (27,2 %) |
| " " Firenze | 58 | " " | 212 | " (27,3 %) |
| " " Genova | 54 | " " | 191 | " (28,3 %) |
| " " Milano | 345 | " " | 1334 | " (25,9 %) |
| " " Napoli | 109 | " " | 308 | " (35,3 %) |
| " " Palermo | 34 | " " | 130 | " (26,2 %) |
| " " Torino | 206 | " " | 743 | " (27,8 %) |
| " " Trieste | 35 | " " | 180 | " (19,5 %) |
| " " Trento | 26 | " " | 87 | " (30 %) |
| " " Veneta | 63 | " " | 164 | " (38,5 %) |

Mancano quindi ancora le Sezioni di Livorno, Roma, Sarda e Veneta.

Lo scrutinio è fissato per il giorno 16 corrente nei locali dell'Ufficio Centrale (via San Paolo, 10 - Milano).

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI TORINO

Sono comunicate le adesioni dei nuovi Soci:

Gomirato Ing. Alberto, Magni Ing. Franco, Ricci Gino, Calligari Ing. Pietro, Tournour Conte Ing. Adriano, Nosworthy R. L., Rodi Umberto, Saracco Cav. Matteo, Steiner Ing. Angelo, Mariotti Ardello, Girardi Enrico, Silvatici Giovanni, S'ita Ing. Nino, Losito Carlo, Ditta A. Nobili & C., Momigliano Ing. Arturo, Cabib Ing. Manfredo, Gustinelli Ing. Luigi, Hidalgo Ing. Costanzo, Wolkober Giulio, Lardore Oreste, Pomella Ing. Fulgido, Regaldo Giuseppe, Sforza Ing. Antonio, Ferrari Ing. Carlo, Tabasso Ing. Edoardo, Fiorelli Ing. Luigi, Damascelli Giuseppe, Valente Ing. Dino, Lombroso Ing. Giorgio, Fogliano Ing. Alberto, Muretti Ing. Mario, Servadio Ing. Gino, Ortolani Ing. Argimiro, Bertoglio Ing. Giuseppe, Ansaloni Ing. Lorenzo, Pacifici Ing. Ettore, Ch'andussi Ing. Luigi, Bertone Vittorio, Motto Antonio, Lumachi Carlo, Pollicina Ing. Giuseppe, Rubartelli Ing. Angelo, Spangaro Ing. Ottavio, Marchi G. Mario.

Prima di iniziare i lavori della riunione il Presidente Ing. Soleri invita i soci a rivolgere un mesto pensiero alla memoria di C. M. Steinmetz l'illustre elettrotecnico, morto in America nello scorso settembre, che coi suoi geniali e profondi studi ha segnato un'orma indelebile nel progresso della nostra scienza. Di Lui gli è particolarmente caro ricordare la simpatia che nutriva per il nostro Paese e l'alta stima che aveva dei tecnici italiani.

Ricorda pure il Presidente che nello scorso anno la nostra Sezione ha perduto il socio Carlo Moretti, tecnico della Soc. Negri, morto per infortunio sul lavoro, ed invia alla famiglia un mesto pensiero di rimpianto e di saluto.

Passando allo svolgimento della prima parte dell'ordine del giorno il Presidente, nel dare il benvenuto ai Soci nella nuova sede, ricorda le difficoltà che si sono incontrate per trovare i locali adatti ed i gravi sacrifici finanziari che si dovettero sostenere per l'adattamento e l'arredamento dei locali attualmente occupati. Le spese per tali lavori hanno superato di molto il preventivo di L. 25.000, comunicato nella precedente riunione, raggiungendo la somma di L. 45.000 circa, alla quale la nostra Sezione deve concorrere per una quota di L. 20.000. La sottoscrizione volontaria aperta fra i soci ha finora fruttato la somma di L. 11.500 in gran parte dovuta al largo concorso dei soci collettivi. Per far fronte alla rimanente passività, che il bilancio della Sezione non può sostenere, il Presidente propone che venga nel corrente anno applicata a tutti i soci residenti una quota straordinaria di L. 10. Per accordi intervenuti colle altre Società Federate ogni quota concorrerà all'estrazione di premi di carattere prevalentemente tecnico od artistico, parecchi dei quali sono già perve-

nuti in omaggio alla Federazione. Ogni socio potrà sottoscrivere più quote avendo diritto ad altrettanti biglietti per l'estrazione dei premi.

Messa in votazione la proposta del Presidente risulta approvata all'unanimità.

Vive parole di ringraziamento il Presidente rivolge alle Ditte che con offerte di materiali hanno contribuito all'arredamento, ed all'economista della Federazione Ing. Ganna che durante parecchi mesi ha prestato la sua opera continua nella direzione e nella sorveglianza dei lavori di adattamento e di trasloco.

Comunica poi il Presidente l'esito della sottoscrizione aperta fra i soci per soccorrere le vittime del disastro di Val Camonica. Essa ha reso fino ad oggi la somma di L. 5140 già inviata alla sede centrale che provvederà a recapitarla nel modo più conveniente.

L'Ing. Soleri espone quindi la relazione, annunciata all'ordine del giorno, sul tema:

«La tecnica delle alte tensioni alla Conferenza internazionale di Parigi».

Essa desta vivo interesse soprattutto per quanto riguarda le moderne vedute sui sistemi di protezione contro le sovrintensità di corrente e contro le sovratensioni ed i recenti progressi sulla tecnica costruttiva dei cavi. Alla fine il conferenziere è salutato da un prolungato applauso.

Passando alle elezioni delle cariche sociali per il nuovo anno, il Presidente, osservando che il numero dei soci presenti è inferiore a quello prescritto dal regolamento per la validità delle votazioni, convoca l'assemblea in seconda riunione alle ore 22 in conformità all'avviso diramato ai soci nella circolare di convocazione. Apre quindi la votazione per la nomina del Presidente, Vice-presidente e Segretario, di tre Consiglieri e di otto Delegati presso il Consiglio Generale in sostituzione degli scadenti. Risultano eletti:

Presidente: Palestrino Ing. Carlo.

Vice-presidente: Arigo Ing. Giuseppe.

Segretario: Pollicina Ing. Giuseppe.

Consiglieri: Rossi Ing. Pier Paolo, Quattrino Ing. Luigi, Bosone Ing. Luigi.

Delegati: Cagnoli Avv. Alessandro, Nizza Ing. Fernando, Formica Cav. Antonio, Bisazza Ing. Giuseppe, Morelli Ing. Ettore, Parmeggiani Ing. Giuseppe, Debenedetti Ing. Emilio, Dumontel Ing. Gilberto.

Sono confermati per acclamazione:

Gli Ingg. Dumontel G., G. Giorelli, A. C. Vinca alla carica di revisori dei conti effettivi.

Gli Ingg. Jean e Peyron alla carica di revisori supplenti.

L'Ing. Carlo Giovra a rappresentante della Sezione presso la Federazione.

L'Ing. Giuseppe Lignana a revisore dei conti presso la Federazione.

Il Presidente uscente Ing. Soleri rivolge all'Assemblea cordiali parole di ringraziamento e di saluto; passa in rapida rassegna le manifestazioni di attività della Sezione nello scorso triennio, rilevando il grande incremento nel numero dei soci, e chiude con un fervido augurio per l'avvenire della nostra Associazione, ed esprimendo il più vivo compiacimento ed un saluto al nuovo Presidente. L'Ing. Palestrino risponde ringraziando e manifestando la ferma volontà dei nuovi eletti di dedicare tutta la loro attività per la continuazione del rapido progresso della Sezione, al quale l'Ing. Soleri ha dato il più valido impulso.

* *

SEZIONE DI BARI

Verbale dell'Assemblea Generale dei Soci del 30 Dicembre 1923

L'anno millenovecentoventitré, il giorno trenta Dicembre alle ore 10,30 nella Sala della Sezione di Bari dell'Associazione Nazionale Ingegneri Italiani, in seguito a regolari avvisi di convocazione diramati il 21 Dicembre 1923, si è riunita l'Assemblea Generale Ordinaria dei Soci, della Sezione di Bari dell'A.E.I. sotto la presidenza del Comm. Ing. Angelo Messeni, per trattare il seguente

Ordine del Giorno:

- 1) Nomina delle cariche Sociali;
- 2) Eventuali - Comunicazioni Varie.

Il Presidente, constatata la presenza di venti Soci, dichiara aperta la seduta.

Si procede quindi alla nomina delle cariche Sociali pel triennio 1924-1925-1926.

In seguito a votazione per scheda risultano eletti ad unanimità:

Ing. Mario Ascoli, Presidente — Ing. Vincenzo Buttiglione, Vice-presidente — Ing. Nicola Cafaro, Segretario — Giovanni Schipa, Cassiere — Ing. Giovanni Scotto di Fasano — Ing. Federico Montedoro — Ing. Giovanni Tarantini — Ing. Vito Alfieri Pollice, Consiglieri — Ing. Angelo Messeni — Ing. Angelo Centonze, Delegati.

Non essendovi sul n. 2 alcuna comunicazione al riguardo, il Presidente dichiara sciolta la seduta dopo aver confermato la nomina delle cariche sociali.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGnano LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGnano L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Esattezza tecnica ed esattezza contabile.

Singolare davvero è il contrasto che si nota nel campo d'azione dell'ingegnere là dove l'opera sua deve avere contatti con la contabilità e si passa bruscamente da quel sano criterio di relatività che informa tutta l'opera del tecnico al formalismo dell'esattezza contabile. Basta accennare ai computi metrici a corredo dei preventivi, che sono in uso in taluni campi dell'ingegneria civile, nei quali, pure partendo dalla conoscenza del terreno, necessariamente solo approssimata, e da prezzi unitari di preventivo, necessariamente incerti, si incolonnano i risultati con grande sfoggio di decimali e si scrivono i centesimi a seguito di somme di centinaia di migliaia di lire. Nel campo nostro simili casi sono assai meno frequenti pur non mancando qualche esempio. Veramente tipico è però il caso della fatturazione dell'energia elettrica agli utenti, fatta sempre con criteri ed esattezza contabili pure essendo la base del computo — il consumo di energia — noto solo con l'approssimazione di qualche per cento. E si comprende come — nonostante la sempre maggior diffusione delle macchine calcolatrici — qualcuno possa chiedersi se non sarebbe conveniente, nell'interesse generale, adottare anche nelle fatture il concetto dell'arrotondamento delle cifre, fermandosi per es. alla lira. Può sembrare questa un'idea un po' futurista, e su essa non vogliamo certo pronunciarsi: esponendola non facciamo che interpretare un concetto accennato dal collega BARBAGELATA nello scritto pubblicato più avanti. In ogni caso siamo per ora ben lontani da simili possibilità, se si pensa che ancora non si introducono analoghe semplificazioni in altri campi nei quali esse veramente sarebbero di indiscutibile utilità: citiamo solo le aliquote delle imposte, scritte oggi con otto o dieci decimali, e i prezzi dei biglietti ferroviari, che se fossero fatti variare di lira in lira per le brevi distanze e di 5 in 5, o 10 in 10 lire per le grandi, farebbero risparmiare assai tempo ai viaggiatori e molto personale e molte possibilità di errori alle amministrazioni ferroviarie.

Ritornando alla misura ed alla fatturazione dell'energia, non potendosi sperare di applicare i criteri dell'approssimazione alla contabilità, è necessario cercare almeno di aumentare l'esattezza delle misure relative, soprattutto nei casi in cui, per la grande importanza delle forniture, l'incertezza interessa non la cifra delle lire, ma quelle delle migliaia o decine di migliaia di lire. Il collega Barbagelata ha preso appunto in considerazione questi casi proponendosi soprattutto di richiamare su di essi l'attenzione dei colleghi, ed accennando alcune vie secondo le quali si potrebbero perfezionare sensibilmente gli attuali sistemi di misura.

Un'affermazione italiana nel campo r. t.

I caldi applausi che, nelle varie Sezioni dell'Associazione, salutarono l'esposizione del Collega VALLAURI sulla nuova Stazione di Coltano hanno senza dubbio voluto consacrare la bella affermazione dell'ingegno e del lavoro italiano che tale impianto indubbiamente rappresenta e, forse, anche esprimere il rinascimento che alla R. Marina sia stato tolto di proseguire nell'opera così brillantemente iniziata. Siamo certi che tale sarà pure l'impressione di coloro che, non avendo assistito alle comunicazioni del Vallauri, ne leggeranno il testo di cui oggi completiamo la pubblicazione.

LA REDAZIONE.

Per il cambio di indirizzo inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.

□ POSSIBILITÀ DI PROGRESSI NELLA TECNICA DELLE MISURE INDUSTRIALI

A. BARBAGELATA



:: Comunicazione alla Sezione di Milano - Gennaio 1924 ::

1. — Non vorrei essere frainteso dicendo che la tecnica delle misure elettriche industriali, in questi ultimi quindici o venti anni, non ha progredito di pari passo col progresso generale dell'elettrotecnica. E' necessario infatti distinguere. Progressi vi furono, e notevolissimi, nei mezzi di indagine e quindi nelle misure di carattere scientifico o comunque di precisione per le quali si poterono via via utilizzare nuovi procedimenti oppure affinare grandemente procedimenti già noti. Progressi anche notevoli si ebbero, sotto lo stimolo della concorrenza, nella fabbricazione degli strumenti industriali, da quadro, i quali sono oggi mediamente assai più semplici, più robusti e più precisi di quelli di vent'anni fa, e si sono arricchiti di nuovi tipi e di nuove categorie di apparecchi assai utili alla condotta degli impianti elettrici. La mia affermazione si riferisce a quegli apparecchi di misura le cui indicazioni hanno conseguenze economiche dirette e che pertanto interessano più da vicino gli industriali: in altre parole ai wattmetri registratori ed ai contatori. Si può anzi restringere ulteriormente il campo, perchè gli ordinari contatori, che servono per la grande massa dei piccoli e medi utenti, possono ritenersi oggi sufficientemente esatti, nella loro media, anche per la considerazione che, in una grande rete, gli errori occasionali dei singoli contatori tendono o dovrebbero tendere mediamente a compensarsi. L'osservazione iniziale riguarda quindi, in definitiva, i wattmetri ed i contatori destinati a misurare, a scopo di fatturazione, le ingenti quantità di energia che assai sovente sono oggi cedute da una ad altra Società. E' facile persuadersi come, in questo campo, il progresso degli strumenti di misura non abbia seguito lo sviluppo veramente imponente dei nostri impianti.

Riferiamoci ad un esempio. L'Italia ha il vanto di aver prodotto il tipo più perfetto di wattmetro registratore che la tecnica conosca: il wattmetro a relais, ideato dall'Arcioni e costruito dalla C. G. S. Orbene, questo ottimo apparecchio è rimasto sempre — tranne la riduzione delle dimensioni e qualche modificazione di dettaglio — quale lo pensò venti o venticinque anni or sono l'Ing. Arcioni; mentre l'importanza economica dei compiti affidatigli è andata enormemente crescendo.

Ho già avuto altre volte occasione di trattenermi sulle ragioni per cui il concetto di errore relativo perde praticamente ogni valore quando dal campo tecnico si passa a quello economico, dove solo viene considerato l'errore assoluto; e non è il caso qui di insistere su questo che pure è il punto di partenza delle presenti considerazioni. Basta accennare che la questione si è ancora aggravata in questi ultimi anni col l'aumentare degli scambi di energia fra reti importanti.

Non sono oggi rari wattmetri registratori che devono misurare potenze medie dell'ordine di 20 000 kW. (20 megawatt si dovrebbe prendere l'abitudine di dire). Con una utilizzazione media di 3000 ore annue, sono 60 milioni di kWh all'anno che possono valere comodamente sei milioni di lire. L'errore di un per cento commesso nella misura rappresenta in un anno 60.000 lire pagate in più o in meno. Si potrebbe pensare che nelle pieghe del bilancio di un ente che com-

pra o vende annualmente per sei milioni di energia elettrica, la cifra di 60.000 lire possa realmente essere trascurabile, cosicchè il concetto di errore relativo non sarebbe del tutto fuor di luogo anche nel valutare una spesa o un incasso; ma quale amministratore saprebbe sottoscrivere ad un simile ordine di idee? E, si noti, fatalmente, fino ad un certo punto si dovrà pur sempre subire un simile stato di cose, perchè, per quanto si possa sperare nel progresso della tecnica delle misure, non par possibile realizzare strumenti industriali con errori reali minori dell'un per cento, cosicchè, in un caso come quello citato, per quanto l'esattezza contabile possa essere spinta fino a fatturare i centesimi, sarà bene non dimenticare che la cifra delle migliaia o delle decine di migliaia di lire è necessariamente incerta. Soccorre naturalmente la persuasione, o quanto meno la speranza, che l'incertezza abbia segno variabile cosicchè, alla lunga, gli errori finiscano col compensarsi.

Ma se questa rassegnazione all'inevitabile, cosciente od incosciente, si può concepire fino ad incertezze dell'ordine dell'un per cento, è naturale che essa cada di fronte ad errori di qualche per cento, quando cioè, nell'esempio citato, la incertezza tocchi annualmente le centinaia di migliaia di lire. Si tratta quindi di vedere in primo luogo quale sia il grado di esattezza pratica su cui si può sicuramente contare con gli apparecchi e coi procedimenti attuali, e, successivamente, se e quali perfezionamenti appaiano possibili.

2. — Per ricercare il grado di esattezza praticamente assicurabile cogli attuali mezzi di misura mi riferirò ancora al Wattmetro a relais della C.C.S. premettendo che gli appunti che sono per fare non debbono essere assolutamente interpretati come critiche ad una ditta che noi tutti tanto apprezziamo. Mi baso su tale apparecchio appunto perchè, come già dissi, esso rappresenta quanto di meglio oggi noi abbiamo e perchè è l'apparecchio più generalmente impiegato nelle grandi forniture di energia elettrica.

Nel caso che ci interessa l'errore risultante dipende in parte dall'apparecchio in se stesso, in parte dai riduttori di tensione e di corrente che lo alimentano. Occupiamoci dapprima dell'apparecchio.

Lo strumento di misura vero e proprio, ossia il sistema wattometrico è, nei registratori a relais, per se stesso esattissimo e rappresenta tutto quanto di meglio si possa desiderare: quando esso sia collocato lontano da eventuali campi perturbatori, può certamente essere reso esatto a pochi per mille, in ogni condizione di carico e di fattore di potenza: quando cioè il contatto mobile si trova in equilibrio a mezza strada fra i due contatti fissi si può ritenere che l'angolo di cui è stata tórta la molla antagonista dia una esatta misura della potenza agente sul sistema. Ma fra l'istrumento di misura vero e proprio e le indicazioni dell'indice sulla scala o della penna sulla carta, intercorrono varie cause di errore. In primo luogo la distanza, che è necessario di lasciare fra i due contatti fissi, individua una prima zona di incertezza intorno alla esatta posizione di equilibrio: una seconda, assai maggiore, è rappresentata dagli « agi » meccanici fra vite perpetua e ruota dentata e fra ruota dentata e cremagliera. Complessivamente e mediamente tutte queste cause portano ad un « giuoco » risultante, ossia ad un possibile scarto dell'indice rispetto alla esatta posizione di *almeno* $\pm 0,5$ millimetri. Questo, si intende, negli strumenti nuovi e ben conservati. In esercizio corrente bisogna poi tener conto della incertezza di funzionamento dei contatti e del servo motore che qualche volta, quando la manutenzione dell'apparecchio non sia perfetta, diventano assolutamente capricciosi. Calcolare, in pratica, su uno scarto possibile di un millimetro è pertanto prudente. Ora è vero che questi scarti hanno il carattere degli errori occasionali e, alla lunga, in esercizio corrente tendono a compensarsi; ma la loro gravità si rivela quando si tratta di verificare il wattmetro in esercizio e, soprattutto, di verificarne lo zero. Sono rari gli strumenti di questo tipo, in esercizio corrente, di cui si possa determinare con assoluta esattezza la porzione di riposo.

A conferma di queste affermazioni, che sono il risultato di un grandissimo numero di verifiche, la fig. 1 dà i risultati ottenuti con un wattmetro a relais da parecchi anni in esercizio, ma in ottime condizioni di manutenzione. Esso fu tarato con carico fittizio e bassa tensione (100 V e 5 A.) in condizioni di carico assai tranquillo se non assolutamente costante, da personale pratico e scrupoloso. Furono di proposito ripetute molte letture agli stessi carichi aspettando a leggere quando l'indice pareva aver definitivamente raggiunto l'esatta posizione

di equilibrio. Deve osservarsi che, trattandosi di uno strumento per riduzione a zero, e dovendosi escludere una irregolarità nel tracciamento della scala, la curva di errore non può essere che una retta passante per l'origine. Ora si vede chiaramente come i punti sperimentali individuino una zona dell'ampiezza di oltre due millimetri intorno alla retta media. Si deve però notare che a tale incertezza contribuiscono anche gli errori di lettura sui wattmetri campioni, errori che, riportati alla scala del registratore equivalgono a circa 0,4 millimetri. Si può quindi ammettere che lo scarto del wattmetro in esame sia di circa $\pm 0,75$ millimetri.

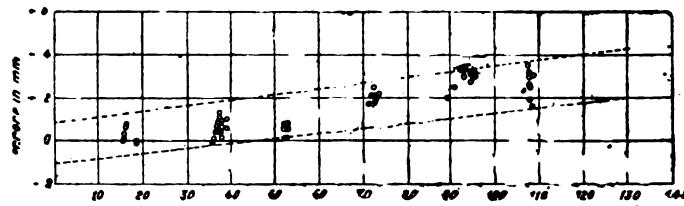


Fig. 1.

L'errore derivante da questo scarto assume naturalmente un'importanza relativa tanto maggiore quanto minore è l'indicazione dello strumento. E qui debbo toccare un altro punto assai importante: il cattivo uso che si fa generalmente in pratica dei wattmetri in questione. Se si facesse una statistica dei wattmetri registratori installati nelle centrali e nelle sottostazioni di una certa importanza si troverebbe assai probabilmente che meno del 10 % lavorano normalmente nell'ultimo quarto della loro scala. I più funzionano nella prima metà della scala, molti nel primo quarto. Potrei citarne parecchi che rimangono normalmente nel primo quinto della scala: E la situazione è ancora peggiore nel caso dei wattmetri a zero centrale o intermedio, quali sono sempre più frequentemente oggi usati nei punti di scambio di energia fra due reti.

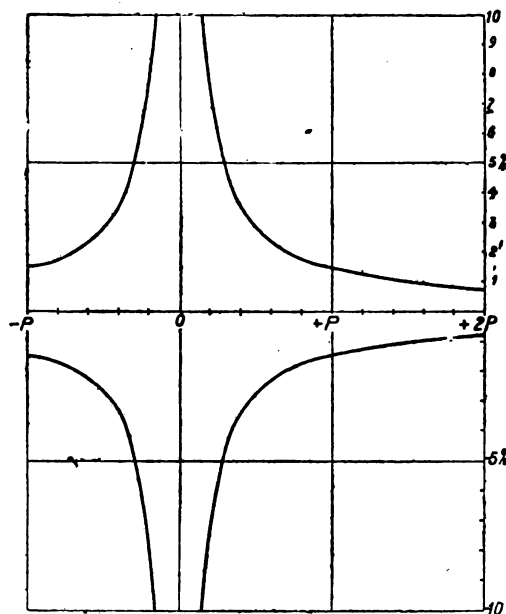


Fig. 2.

La fig. 2 mostra appunto l'andamento degli errori percentuali corrispondenti ad uno scarto di $\pm 0,75$ mm per un registratore che abbia lo zero ad un terzo della sua scala (i wattmetri di cui si tratta hanno tutti una scala di 150 millimetri).

Gli errori che risultano dalla figura non devono impressionare perchè, come già ho detto, sono errori occasionali che in media tendono a compensarsi; ma le loro conseguenze possono essere gravi nel caso di una verifica o anche semplicemente di una rettifica dello zero. È chiaro infatti che anche nel caso di una verifica gli scarti si compenserebbero se si potesse fare un numero infinito di letture. Digraziatamente il numero delle letture sarà sempre finito ed il risultato potrà sempre essere più o meno falsato. Non diversamente si possono spiegare le differenze di qualche per cento che talvolta si riscontrano in due verifiche successive dello stesso apparecchio eseguite a breve distanza di tempo dagli stessi operatori e con i medesimi strumenti campioni.

3. — La presenza dei riduttori di tensione e di corrente complica e peggiora le cose. Non è mia intenzione esaminare qui a fondo la questione. Mi limito a riportare nella fig. 3 le curve di errore di rapporto e di angolo di fase di un ottimo riduttore di corrente e nella fig. 4 le curve dell'errore % in funzione del carico e del fattore di potenza, di un wattmetro che sia esatto per se stesso e venga alimentato da due simili riduttori di corrente e da due ottimi riduttori di tensione. Le caratteristiche di questi sono scelte in modo che, come spesso avviene, compensino in parte gli errori di fase dei riduttori di corrente. Con tutto ciò l'esame di tali curve di errore com-

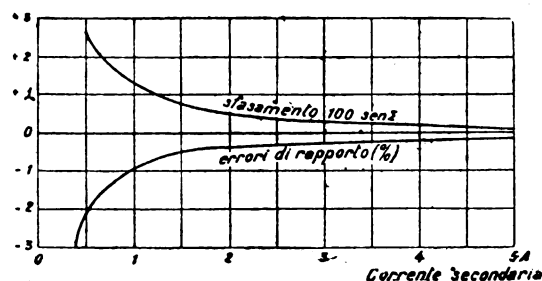


Fig. 3.

piessivo e la considerazione di quanto si è detto precedentemente giustifica la conclusione che, con lo strumento nelle migliori condizioni, non si possa contare in pratica su errori minori dell'1 % in fondo scala, del 2 % a mezza scala e del 4 % a un quarto di scala.

4. — Queste conclusioni valgono per le indicazioni o registrazione dell'apparecchio funzionante come wattmetro, ossia come misuratore di potenza. Ma, in pratica, si è andato generalizzando l'uso di valersi di tali registratori per la misura dell'energia, mediante integrazione dei diagrammi. È un uso che io ritengo quanto mai irrazionale (presso a poco come se si volesse normalmente dedurre il peso degli oggetti da misure di volume) e che può essere giustificato solo dalla mancanza di buoni wattmetri integratori (contatori). Basta riflettere che a tutte le cause di incertezza e di errore surricordate viene ad aggiungersi l'errore di planimetrazione dei diagrammi che può diventare percentualmente fantastico in molti casi pratici, in cui l'ordinata media del diagramma è di 20 ÷ 30 mm., se appena vi è qualche incertezza nella linea di zero. Senza contare la fatica del personale che, presso alcune nostre società, passa molte ore al giorno a lavorare di planimetro. Conosco già le obiezioni a queste mie critiche: l'integrazione dei diagrammi fatta e ripetuta in contraddittorio fra le parti interessate dà in pratica delle divergenze assai piccole; il diagramma del registratore consente di applicare facilmente le più complicate tariffe differenziali, orarie, ecc., ecc.; infine « i contatori vanno male ».

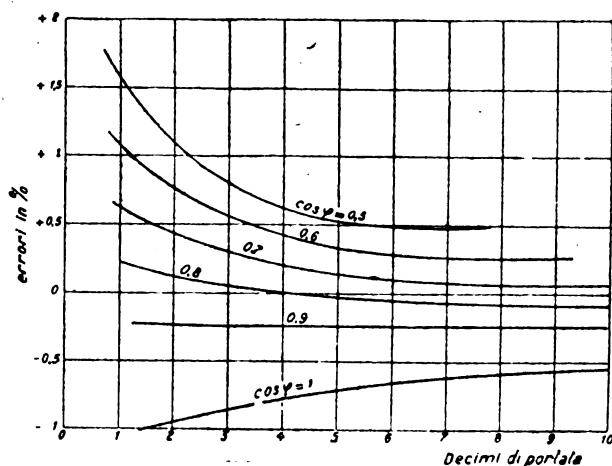


Fig. 4.

Su quest'ultimo punto, veramente fondamentale, nulla ho da ribattere perchè ho già premesso un giudizio sostanzialmente poco diverso. Nè è il caso di esaminare quali sono le deficienze degli usuali contatori ad induzione, che li rendono inadatti a misure di grande importanza economica. Solo potrebbe osservarsi che anche per i contatori una parte almeno dei cattivi risultati ottenuti è imputabile a chi li adopera, pretendendo da essi assai più di quanto materialmente essi possano dare. Per

citare un solo esempio ricorderò il caso di una importante sottostazione nella quale erano installati due contatori trifasi che si dovevano controllare vicendevolmente. All'atto pratico si constatava che i due apparecchi davano indicazioni contraddittorie al punto che l'errore relativo fra i due cambiava di segno da una settimana all'altra. Esaminata la situazione si trovò che i due contatori funzionavano continuamente a meno di un decimo della loro portata normale: sovente ad un ventesimo, e con fattori di potenza sempre inferiori a 0,5, in quelle condizioni cioè nelle quali piccole variazioni di tensione, di frequenza e di fattore di potenza influiscono grandemente sulle costanti del contatore. Piccole variazioni nelle condizioni medie durante la settimana bastavano pertanto a dare perfettamente ragione del comportamento, solo apparentemente singolare, dei due apparecchi.

5. — Prospettando così la situazione attuale veramente poco soddisfacente nei riguardi della misura di grosse forniture di energia elettrica, mi sono proposto soprattutto di richiamare come si merita, l'attenzione dei competenti sull'importante problema. E per avviare una discussione, esporrò alcune idee ed alcune direttive che non hanno certo la pretesa di essere tutte nuove o peregrine, ma che potrebbero tuttavia condurre ad un notevole miglioramento.

Non mi occuperò qui dei trasformatori di misura i cui possibili perfezionamenti potranno essere esaminati in altra occasione. Mi limiterò a ricordare che, come per tutto il resto, il problema dei riduttori è in gran parte un problema economico e che si potrebbe già conseguire un notevole miglioramento se i riduttori dei gruppi di misura più importanti fossero studiati come tipo a se e non avessero mai altra funzione che quella di alimentare il rispettivo wattmetro o contatore.

6. — Cominciamo invece a considerare il wattmetro registratore, rimanendo sempre nel tipo a *rèlais*. Seguendo l'ordine delle osservazioni sopra elencate, sembra che un primo miglioramento dovrebbe essere ricercato nella riduzione della distanza fra i contatti fissi. L'uso di condensatori in deriva-

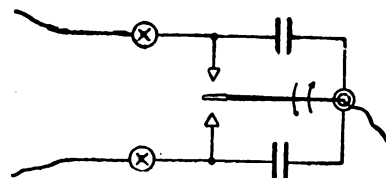


Fig. 5.

zione, già applicati in consimili apparecchi, riducendo l'entità dello scintillio e quindi del logoramento dei contatti potrebbe giovare allo scopo. Quanto all'attenuazione degli ari meccanici, il problema è già stato risolto in meccanica e basterebbe l'adozione dei noti procedimenti: doppi ingranaggi e denti sfalsati, interposizione di molle, ecc., ecc.

Ancora nei riguardi dei contatti, riuscirebbe assai utile, agli scopi delle verifiche e delle rettifiche dello zero, un dispositivo di segnalazione della posizione di equilibrio del sistema. Basterebbe, per es., l'inserzione di due minuscole lampadine (o di altri elementari « amperoscopi ») sui circuiti dei due contatti, come in fig. 5. Quando le due lampadine fossero entrambe spente si avrebbe la certezza che il sistema wattmetrico si trova veramente in condizione di equilibrio. Poichè la accidentale bruciatura di una delle lampadine comprometterebbe il funzionamento dell'apparecchio, occorrerebbe poterle normalmente shuntare od escludere dal circuito, devono esse servire solo in periodo di prova o di rettifica dello zero.

Ma poichè i guai maggiori capitano nella pratica corrente per i « capricci » del servomotore, sembrerebbe necessario concentrare soprattutto l'attenzione sui miglioramenti in esso possibili. Un miglioramento parrebbe conseguibile abolendo il motorino a collettore e sostituendolo con un motorino a induzione. Basta infatti spesso un po' di sudiciume sul collettore od una imperfetta regolazione della pressione delle spazzole perchè il motorino non si avvii anche mantenendo chiuso uno dei contatti. E questa anzi una considerazione che sembrerebbe rendere superfluo il dispositivo delle lampadine di spia sopra accennato; dispositivo che conserverebbe invece il suo valore con un servo motore ad induzione. Questo potrebbe essere semplicemente del tipo a disco (tipo contatore). Non è difficile immaginare il modo di invertire il senso di marcia; ma la soluzione più semplice, quando non ci fossero preoccupazioni economiche, parrebbe quella accennata nella fig. 6, con-

sistente nell'usare due motorini a induzione costruiti per senso opposto di rotazione e funzionanti a vicenda sotto il controllo del contatto mobile. Nella figura è accennata anche un'altra possibile disposizione delle lampadine-spia sopra proposte. Esse verrebbero a trovarsi normalmente in serie con il rispet-

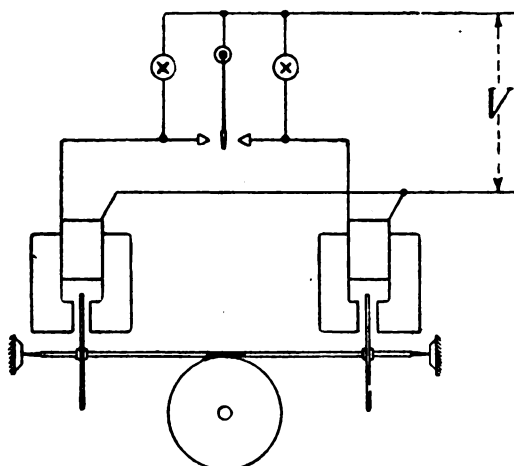


Fig. 6.

tivo motore e dovrebbero aver resistenza tale da rendere praticamente trascurabile la coppia motrice di esso. Il contatto mobile metterebbe in corto circuito or l'una or l'altra lampada, lasciando funzionare l'uno o l'altro motore. L'equilibrio del sistema wattmetrico sarebbe rivelato dalla contemporanea accensione delle due lampadine.

7. — Passando all'integrazione dei diagrammi, mi limiterò a ricordare che furono studiati e proposti vari sistemi di integrazione continua da applicarsi ai registratori a relais, in modo da ottenere automaticamente e continuamente l'integrazione del diagramma, man mano ch'esso viene tracciato. Avendo dedicato anch'io in passato parecchio tempo allo studio del problema, mi sono formato l'opinione che difficilmente si potrebbe raggiungere una precisione maggiore di quella ottenuta coll'ordinaria planimetrazione. Tali dispositivi avrebbero quindi solo il vantaggio del risparmio di tempo e di fatica; ma a tale vantaggio verrebbe a contrapporsi la minor fiducia, il sospetto di guasti o di cattivo funzionamento giustificabili con dispositivi che sarebbero sempre piuttosto delicati. Un sistema che forse potrebbe dare buoni risultati consisterebbe nel sostituire alla penna l'ago

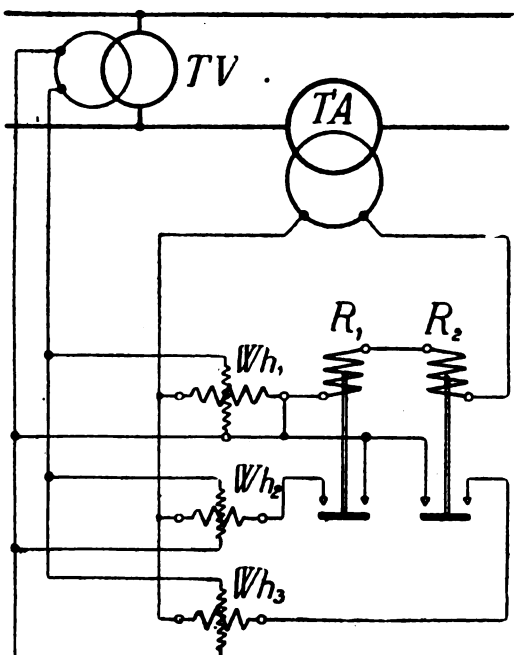


Fig. 7.

di uno scintillatore, l'altro polo del quale fosse collegato con una piastra metallica sottoposta alla carta. Si sostituirebbe così alla linea del diagramma una successione continua di forellini che finirebbero col tagliare la carta. Alla fine del mese, pesando le due parti del rotolo si avrebbe la misura dell'area del diagramma e quindi dell'energia.

8. — Ma, in relazione a quanto ho detto più sopra, il procedimento più radicale e più razionale pare quello di rientrare nella normalità lasciando al registratore il solo ufficio di registrare, ed affidando invece ad apparecchi integratori il compito di integrare. È necessario perciò che si possa riconcedere ai contatori la fiducia ch'essi hanno perduta ed il risultato dovrebbe potersi raggiungere sia migliorando e soprattutto usando meglio gli attuali contatori, sia studiando nuovi tipi di contatori speciali, per queste misure di grande importanza economica.

Sul possibile « notevole » miglioramento degli attuali tipi di contatori ad induzione lascio la parola ai costruttori competenti. Mi limiterò a ricordare quanto altra volta ebbi ad esprimere: che notevoli miglioramenti siano forse possibili mettendosi su una via diametralmente opposta a quella finora seguita. Anzichè sforzarsi di ridurre il consumo proprio dei contatori, alleggerirli, renderli più economici, ci si dovrebbe invece proporre di aumentarne la potenza e le dimensioni per realizzare un apparecchio nel quale il fenomeno fondamentale non fosse, come nei contatori attuali, dello stesso ordine di grandezza delle cause perturbatrici che danno origine ai diversi errori. Il fatto che nessun costruttore abbia creduto di mettersi su questa via non è una prova ch'esso a nulla di buono possa condurre, perchè il problema economico dei contatori, com'è stato finora considerato, non ammetteva altre soluzioni. È appunto il problema economico, che come dirò meglio più avanti, deve essere esaminato con tutt'altro criterio.

9. — Già con i contatori odierni sembrano possibili risultati assai migliori degli attuali, semplicemente modificandone il modo d'impiego. Ho già detto che i cattivi risultati ottenuti coi contatori derivano in gran parte dal fatto ch'essi son fatti funzionare troppo spesso a carico oltremodo ridotto. Scaturisce di qui l'idea di frazionare la misura su vari contatori che intervengano a norma del bisogno. La fig. 7 dà l'idea di una possibile disposizione riferentesi, per semplicità, al caso di un circuito monofase. Supposto che a pieno carico normale la corrente sul secondario del riduttore TA sia di 5 Amp. si potrebbero avere per es. 3 contatori: Wh_1 e Wh_2 per 1,25 Amp. e Wh_3 per 2,5 Amp. I relais R_1 e R_2 tarati rispettivamente a 1,25 e 2,5 A. farebbero sì che finchè la corrente è inferiore a 1,25 A. funzioni il solo contatore Wh_1 . Quando la corrente supera 1,25 A il secondo contatore entra in funzione in parallelo col primo; oltre i 2,5 A, entra in funzione anche il terzo. In tal modo i contatori 2 e 3 lavorerebbero sempre fra il 50 e il 100 % della loro portata e il contatore C_1 scenderebbe al disotto di 1/4 della sua portata solo quando il carico nel circuito scendesse al disotto di 1/16 del normale. In altre parole i vari contatori funzionerebbero sempre in quelle condizioni di carico per le quali si può da essi pretendere un buon grado di esattezza. Secondo lo schema, i circuiti voltmetrici rimarrebbero sempre sotto tensione; ma è intuitivo che gli stessi relais potrebbero anche interrompere i circuiti voltmetrici dei contatori fuori servizio.

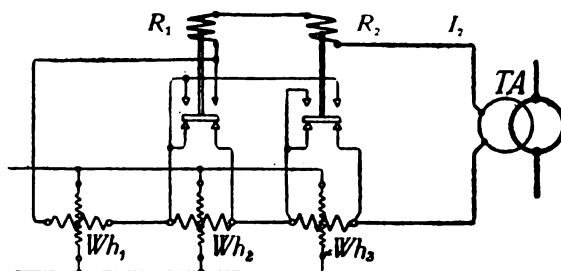


Fig. 8.

È facile immaginare molte varianti al concetto fondamentale. Così nella fig. 8 (nella quale, per semplicità, sono appena accennati i circuiti voltmetrici) le bobine ampermetriche sono messe in serie ed i relais R_1 , R_2 mettono in corto circuito i contatori che non devono funzionare. Così (sempre nell'ipotesi che al massimo carico corrisponda una corrente di 5 A. nel secondario del riduttore di corrente TA) finchè $I_2 < 1,25$ funziona il solo Wh_1 mentre Wh_2 e Wh_3 sono in corto circuito; quando I_2 supera 1,25 A il relais R_1 mette in corto Wh_1 e lascia funzionare Wh_2 . A 2,5 Amp., anche R_2 agisce rimettendo in corto circuito Wh_2 e lasciando funzionare Wh_3 .

Da una disposizione di questo genere scaturiscono immediatamente quelle che permetterebbero le integrazioni frazionarie o le tariffe complesse. Basta pensare di sostituire ai relais

ampermetrici dei relais wattmetrici o dei relais orari. Ad un wattmetro registratore a relais potrebbe essere affidata utilmente la funzione (mediante la successiva chiusura di opportuni contatti) di inserire o di escludere via via i vari contatori.

Lo stesso procedimento permetterebbe anche di eliminare in parte gli errori dovuti ai riduttori di corrente usati troppo al disotto della loro portata normale. La figura 9 accenna alla cosa. Si suppone un circuito per 100 Amp. e si hanno in serie due TA da 50/5 e 100/5 Amp. alimentanti due diversi contatori. Il riduttore 50/5 A deve però avere il rame primario e secondario abbondante in modo da poter sopportare continuamente le correnti di 100 e 10 Amp. rispettivamente. Il relais R_1 tarato a 2,5 Amp. fa sì che, fino a tale valore dell'intensità, funziona il sistema di sinistra; al disopra dei 2.5 A funziona quello di destra.

Non è neppure necessario aggiungere che, ritornando a mettere in onore i contatori, in quei casi in cui si adoperano oggi i registratori a zero centrale, si dovrebbe usare un doppio sistema di contatori per i due possibili sensi dell'energia, come del resto si fa già oggi qualche volta.

10. — Altre possibilità di notevoli miglioramento sono offerte dall'uso dei « comparatori a relais » dei quali or non è molto l'Ing. Campos ci ha ricordate interessanti possibilità di applicazione alla totalizzazione e trasmissione a distanza di misure di potenza. ⁽¹⁾

Un comparatore a relais è, nel caso che ci interessa, un wattmetro a riduzione a zero il quale viene ridotto a zero dal relais a servomotore, non già torcendo la molla antagonista come nei wattmetri registratori, ma variando la corrente (o la tensione, o la potenza) agente su un secondo strumento di mi-

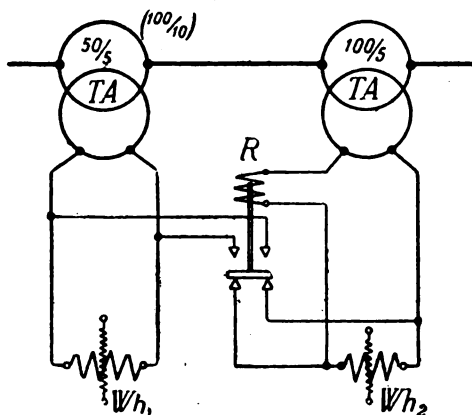


Fig. 9.

sura il cui sistema mobile è solidale con quello del wattmetro. Se, per es. questo secondo apparecchio è un amperometro a magnete permanente, il comparatore a relais mantiene, nel circuito di tale amperometro, alimentato da una sorgente ausiliaria di f. e. m. continua, una corrente rigorosamente proporzionale alla potenza agente sul wattmetro. Per misurare la energia fluita nel circuito su cui è inserito il wattmetro basterà quindi inserire nel circuito a corrente continua un amperometro, a motore, a pendolo, elettrolitico, ecc., che può assicurare precisione molto maggiore di quella consentita dagli ordinari contatori a induzione, non dovendo temere variazione di frequenza, di tensione e di fattore, di potenza, ecc. Solo a piccoli carichi gli errori degli amperometri a corrente continua possono diventare rilevanti; ma a ciò si può rimediare in modo quasi perfetto adottando l'integrazione frazionata, mediante vari amperometri di opportuna portata, posti sotto il controllo di relais, come sopra accennato.

Ma anche senza ricorrere alla corrente continua il comparatore può migliorare le condizioni di funzionamento degli ordinari contatori. Nell'esempio della fig. 10 che considera, per semplicità, il caso di un circuito monofase, la coppia del wattmetro W_1 inserito nel circuito, è equilibrata da quella di un secondo sistema wattmetrico W_2 , nelle cui bobine amperometriche l'intensità della corrente è regolata dal servomotore sotto il controllo del comparatore. Nella figura il servomotore non è indicato, ma si deve supporre ch'esso faccia spostare il cursore C del reostato R , con che la corrente I può essere variata a piacere, annullata ed anche invertita. Un contatore

Wh integra la potenza agente nel sistema wattmetrico W_2 la quale è, dal comparatore, mantenuta proporzionale a quella del circuito sotto misura. Il vantaggio sta in questo caso nel fatto che la potenza agente su W_2 , e integrata dal contatore,

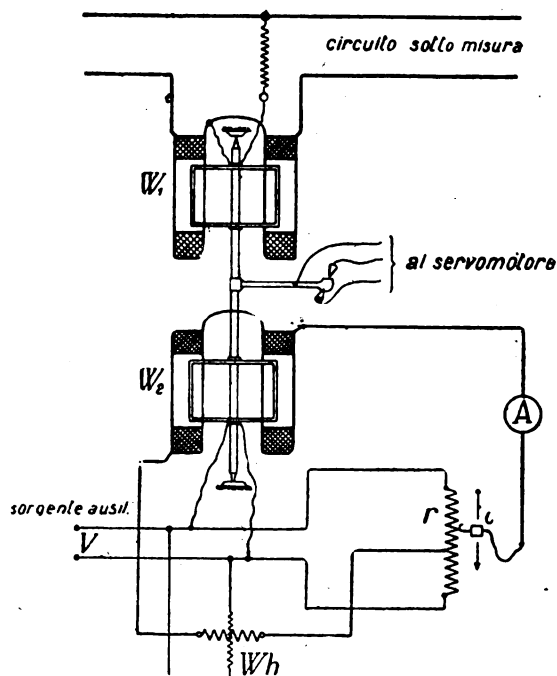


Fig. 10.

sarà sempre ad elevato fattore di potenza, qualunque siano le condizioni del circuito principale, e sarà quindi eliminata la maggiore delle difficoltà contro cui devono lottare i comuni contatori ad induzione. Ad attenuare gli errori a carico ridotto si potrà, al solito, ricorrere alla integrazione frazionata.

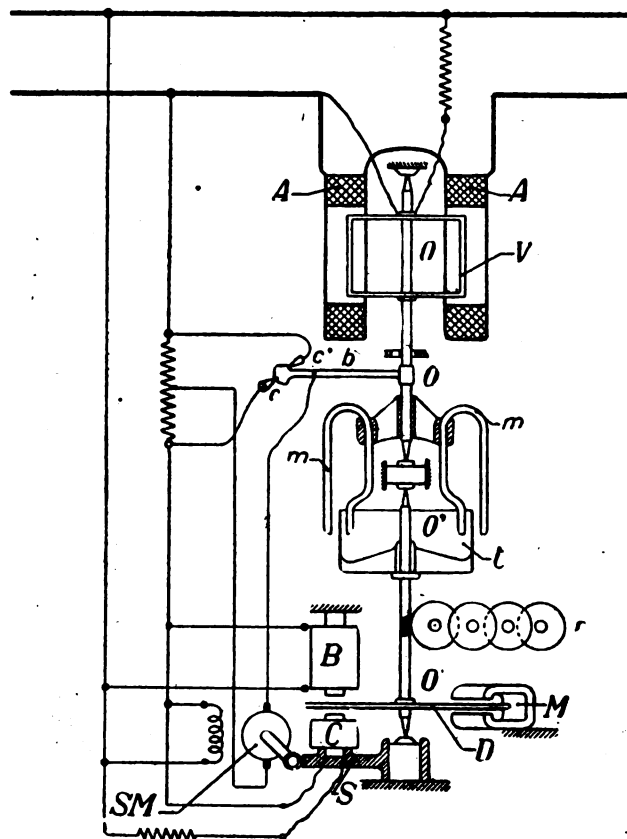


Fig. 11.

11. — Per quanto con questi procedimenti sia presumibile di poter rendere notevolmente più precise le misure di energia, è chiaro che la soluzione preferibile sarebbe ancora data da un nuovo tipo di contatore che non soggiacesse alle cause di errore che tanto pesano sui contatori ordinari. E la idea che si presenta è quella di applicare anche all'apparecchio

(1) Vedasi L'Elettrotecnica 1922, pag. 671.

integratore il provvido artificio del relais e del servomotore, col quale l'organo di misura viene esonerato da ogni lavoro, mentre il lavoro della misura, quale esso sia, è fatto a spese di una sorgente ausiliaria di energia a cui pure spetta il compito di superare tutte le resistenze passive.

Che cosa è necessario di fare per avere uno strumento integratore? È necessario realizzare un meccanismo che imprima ad una asse una velocità angolare la quale sia in ogni istante proporzionale alla grandezza x (nel caso nostro la potenza) di cui si vuol l'integrale nel tempo. Il numero di giri di tale asse in un tempo qualunque T (numero contato da un ordinario rotismo contagiri) ci darà senz'altro l'integrale nel tempo considerato ($\int_0^T x dt$) della grandezza misurata, ossia, nel caso nostro, l'energia fluita nel circuito in tale tempo T . Nei contatori ordinari è lo stesso wattmetro che produce la rotazione; ma la voluta proporzionalità è ottenuta solo in modo approssimato: per fare un contatore a relais basta invece fare in modo che il wattmetro vero e proprio si limiti a controllare

ad induzione: in esso, però, dei due sistemi elettromagnetici che, coi loro flussi, danno origine alla coppia motrice, uno solo (B) è fisso mentre l'altro C può essere spostato angularmente intorno al prolungamento dell'asse $O' O'$. Perciò esso è portato da un settore S il cui lembo a dentatura elicoidale, ingrana con la vite perpetua montata sull'asse del servomotore $S M$. Qualunque siano i valori e le fasi delle correnti che percorrono gli avvolgimenti di B e C , vi sarà una posizione di B rispetto a C per cui il disco D non risentirà nessuna coppia. Spostando C da una parte o dall'altra il disco sarà sollecitato, nell'uno o nell'altro senso, da una coppia via via crescente. Dopo ciò, il funzionamento dell'apparecchio è intuitivo.

Partendo da una condizione di equilibrio, a seconda che la potenza elettrica nel circuito aumenta o diminuisce, l'equipaggio mobile del wattmetro devierà da una parte o dall'altra della posizione di equilibrio (individuata ed assicurata da una o più molle a spirale non segnate in figura, ma che potrebbero es-

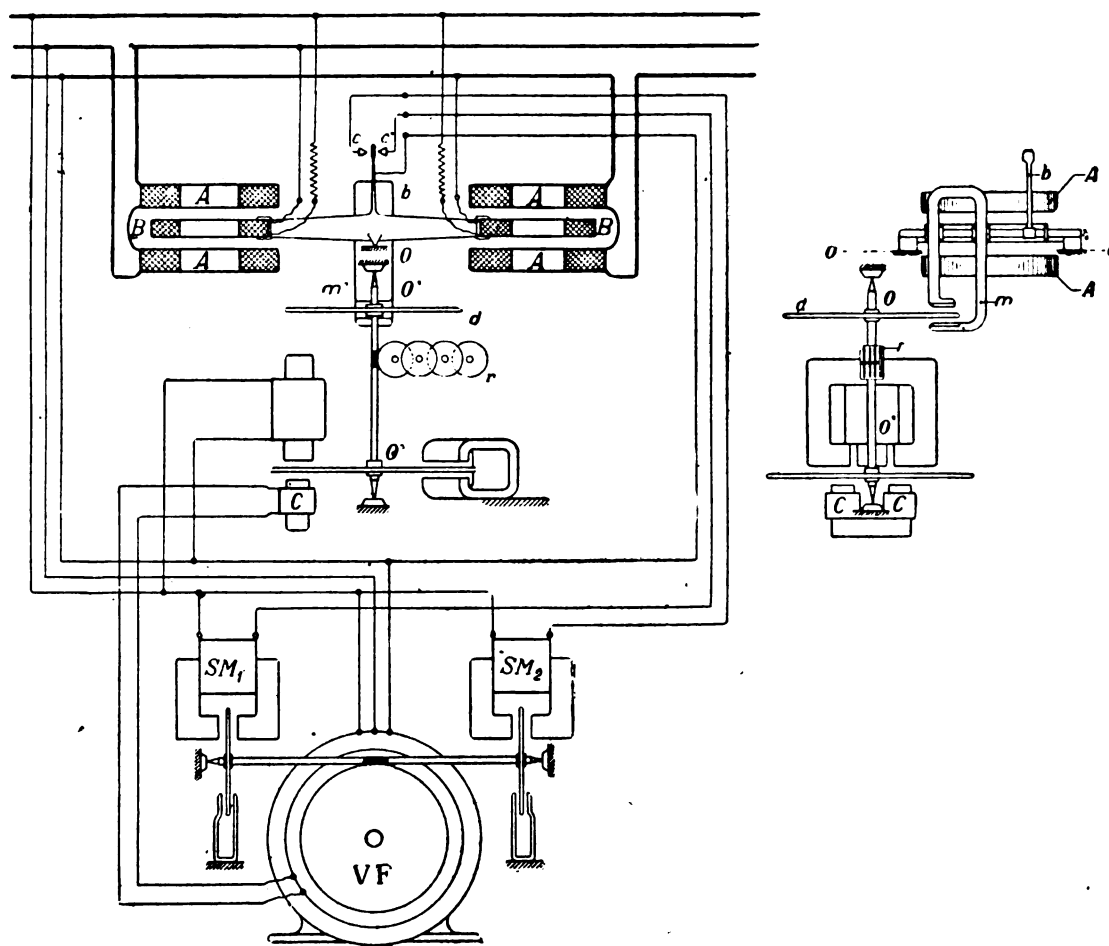


Fig. 12.

la velocità angolare di un motore ausiliario mantenendola proporzionale alla potenza del circuito.

Le figure 11 e 12 mostrano, a titolo d'esempio, due possibili disposizioni che sembrano risolvere il problema.

La fig. 11 considera il caso di un wattmetro integratore monofase. In esso l'organo di misura è un wattmetro elettrodinamico ad asse verticale: AA sono le due bobine amperometriche fisse, V è la bobina voltmetrica portata dall'asse OO . Lo stesso asse OO porta, alla parte inferiore, un sistema di due o più piccoli magneti permanenti $m m$, le cui espansioni abbracciano il lembo della superficie cilindrica di un tamburo metallico cavo t . Tale tamburo è portato dall'asse $O' O'$ del motore ausiliario, asse che si trova sul prolungamento dell'altro. Se l'asse $O' O'$, e con esso il tamburo, ruota, si esercita fra tamburo e magneti una coppia che è rigorosamente proporzionale alla velocità angolare relativa. Tale coppia, che tenderebbe a trascinare i magneti nel senso del moto del tamburo, potrà dunque equilibrare la coppia motrice elettrodinamica agente sul wattmetro, la quale è proporzionale alla potenza che si vuole integrare. Si tratta dunque di mantenere il wattmetro nella sua posizione di equilibrio variando la velocità di rotazione del motore ausiliario. Questo è un motorino ad induzione a disco, in tutto analogo agli ordinari contatori

sere le stesse che portano la corrente alla bobina mobile) e col braccio b chiuderà l'uno o l'altro dei contatti $c c'$. Pertanto il servo motore SM si metterà a girare nell'uno o nell'altro senso e sposterà il settore s e l'elettromagnete C rispettivamente in modo da aumentare o diminuire la velocità angolare del motore ausiliario (disco D), la quale verrà così mantenuta proporzionale alla potenza del circuito. Un ordinario rotismo contagiri r , innestato sull'asse $O' O'$ del motore ausiliario ci darà pertanto il valore dell'energia passata nel circuito.

Un magnete permanente M agente sul disco D del motore ausiliario è destinato a spegnerne le oscillazioni, in modo che la velocità angolare del disco segua facilmente e prontamente le variazioni della coppia motrice.

A scopo analogo l'asse OO del wattmetro sarà pure munito di organi smorzatori non rappresentati in figura.

Si potrebbe pensare che uno strumento così fatto debba essere effetto da gravi errori di temperatura, per il fatto che, variando la temperatura varia la resistività del tamburo metallico t e quindi, a pari velocità, varia pure la coppia elettromagnetica fra detto tamburo ed i magneti $m m$. Ma è facile vedere che, in uno strumento di questo genere, è perfettamente ammissibile di costruire il tamburo stesso di manganina (o altra lega a resistività costante). Negli ordinari wattmetri a induzione la

cosa non è possibile perchè il peso di un disco o tamburo di manganina, equivalente ad uno di rame nei riguardi della coppia elettromagnetica, dovrebbe essere circa 30 volte maggiore e influirebbe quindi in modo intollerabile sugli attriti. Ma, nella disposizione descritta, gli attriti derivanti dal peso del tamburo sono esclusivamente a carico del servo motore e non hanno quindi nessuna importanza nei riguardi dell'esattezza. Per le stesse ragioni è possibile dare al motore ausiliario velocità angolari notevolmente maggiori di quelle in uso negli ordinari contatori, in modo da ottenere i desiderati valori della coppia fra magneti e tamburo cavo, nonostante la maggior resistività di questo ultimo.

Sempre allo scopo di eliminare gli errori di temperatura si potrebbe fare il tamburo t di rame, facendo pure con filo di rame la resistenza addizionale del circuito volmetrico del wattmetro. In tal modo, collocando tale resistenza, com'è facile, assai vicina al tamburo, gli effetti delle variazioni di temperatura sarebbero tali da compensarsi. Ad un aumento di temperatura la coppia motrice del wattmetro diminuirebbe come la coppia elettromagnetica fra tamburo e magneti, cosicchè non verrebbe modificata la legge di proporzionalità fra potenza da integrare e velocità angolare del servo motore.

*

La figura 12 dà invece lo schema di un wattmetro integratore trifase, che, per la sua disposizione consentirebbe di ottenere un grado di precisione più elevato. Il wattmetro, di cui AA sono le bobine amperometriche fisse, BB le voltmetriche mobili, è del tipo a bilancia. Nella figura esso risulta inserito direttamente nel circuito, ma, ovviamente si potrà sempre ricorrere, quando ne sia il caso, a riduttori di tensione o di corrente. Sull'asse OO di oscillazione della bilancia è fissato il magnete permanente m che (come meglio appare nella sezione trasversale) colle sue espansioni abbraccia il lembo del disco d (di manganina o di rame secondo le precedenti osservazioni) fissato sull'asse $O'O'$ del motore ausiliario. È questo ancora un ordinario motorino ad induzione, tipo contatore; ma in esso tutto il sistema elettromagnetico è fisso: la variazione di coppia e quindi di velocità è ottenuta variando la fase della corrente che percorre uno dei due avvolgimenti. (L'inferiore, C nel caso della figura). All'uopo serve un ordinario variatore di fase ad induzione (VF) nel quale gli spostamenti angolari del rotore rispetto allo statore, sono comandati dai piccoli motorini ad induzione SM_1 e SM_2 (del tipo degli ordinari relais amperometrici) costruiti in modo da girare, quando siano percorsi da corrente, l'uno in senso contrario dell'altro. È il braccio b fissato al gioio della bilancia wattmetrica che, chiudendo uno dei due contatti c, c' , chiude il circuito dell'uno o dell'altro servo motore provocando lo spostamento angolare del variatore di fase nell'uno o nell'altro senso e, conseguentemente un aumento od una diminuzione della velocità angolare dell'asse $O'O'$. Per il resto la disposizione si spiega da sé.

Si potrebbero naturalmente moltiplicare gli esempi, ma non credo necessario insistere bastandomi di sottoporre all'esame dei colleghi una disposizione che attende il suo migliore giudizio dalla prova pratica.

12. — A tutte le disposizioni a cui sono venuto accennando, intese ad aumentare la precisione delle misure industriali dell'energia elettrica, si può obiettare, in grado maggiore o minore, che esse costerebbero assai di più degli attuali dispositivi di misura. Lo ammetto senz'altro pure osservando che, nel caso oggi più comune, di misure su circuiti ad alta ed altissima tensione, la maggior spesa è sempre costituita dai riduttori, mentre quella per gli strumenti di misura veri e propri, si contiene sempre entro limiti assai modesti. Vero è che per migliorare i risultati si dovranno migliorare anche i riduttori aumentando la spesa relativa; ma comunque voglio chiudere queste osservazioni affermando che per le misure in questione si può, anzi, si deve spendere assai più che oggi non si faccia. Ho già mostrato con un esempio l'importanza economica di queste misure e non mi pare sia il caso di insistere e di ripetersi.

Voglio solo aggiungere che se non si è sentito e non si sente finora lo stimolo a mettersi per questa via, lo si deve, probabilmente, al singolare ottimismo che è nel fondo dell'umana natura, per cui, fra due avvenimenti ugualmente probabili, uno fausto ed uno infausto, si è sempre portati istintivamente a sperare, a supporre, a credere che solo il primo abbia a verificarsi. Quando due industriali stipulano la vendita e l'acquisto di un lotto di energia dell'importanza sopra ricordata, essi sanno evidentemente che gli strumenti di misura da essi adoperati po-

tranno portare delle differenze anche di 100 o 200 mila lire all'anno; ma, poichè il segno dell'errore è incerto, ognuno d'essi coltiva più o meno inconsciamente la speranza che l'errore si risolva in suo favore e quindi a danno dell'altro. Fate che nell'animo di uno di essi si faccia strada se non la convinzione, almeno il dubbio che il danno debba essere prevalentemente suo: e vedrete che le maggiori spese occorrenti per avvicinarsi meglio alla verità saranno ritenute senz'altro necessarie: spese che saranno sempre una frazione della cifra che può corrispondere in capo ad un anno, alla parte di errore eliminato.

È sarà un bene per il progresso della tecnica; perchè se, molte volte, i progressi tecnici hanno portato a grandi conseguenze economiche, è pur vero che spesso solo le necessità economiche rendono possibili ulteriori progressi tecnici.

□ □ IL CENTRO RADIOTELEGRAFICO DI COLTANO □ □ □ □ □ □ □

G. VALLAURI



:: Comunicazione alle Sezioni di Firenze, Livorno, Roma, ::
:: :: :: Torino, Milano - Dicembre 1923 :: :: ::

(Continuazione e fine, v. N. 1)

12. - Antenna.

La parte forse più interessante del centro di Coltano è quella che riguarda il padiglione aereo o antenna. Per il servizio col Nord America, posto a base dei calcoli, si ritenne necessario un coefficiente di efficacia di almeno 35 000 metri-ampere ⁽³⁾. Contrariamente alle tendenze che allora si manifestavano in America, ma concordemente con quelle seguite anche da altri in Europa, si ritenne conveniente adottare piloni di sostegno dell'altezza di 250 m. Presumendo un'altezza di radiazione di almeno 165 m, bastava allora una intensità efficace di 212 A di corrente di antenna per raggiungere il valore proposto. Messa a calcolo una tensione di 70 000 V con lunghezza d'onda di 16 000 m risulta necessaria una capacità di circa 25 μ F.

Assunto questo valore per la capacità statica, fu studiata la forma dell'antenna. Se per valori più elevati di capacità, si sarebbe potuto discutere circa la convenienza di dare all'antenna una forma più o meno allungata, in questo caso, tenuto anche conto della disponibilità di terreno, s'imponneva quasi da sé la soluzione, che fu effettivamente prescelta. Essa consiste nell'adozione di un'antenna in forma di grande reticolato quadrilatero, sostenuto da quattro piloni eguali e collegato con la stazione per mezzo di una discesa a ventaglio, fissata ad uno dei lati. La forma prescelta è anche quella che meglio si presta, mediante l'aggiunta di successive coppie di piloni di seguito ai primi, ad effettuare quell'ulteriore eventuale ampliamento, di cui si volle mantenere sempre libera ed agevole la possibilità. Uno studio preventivo, eseguito sulla scorta dei metodi proposti dal Howe ⁽⁴⁾, permise di prevedere che la voluta capacità si sarebbe raggiunta dando al quadrato delle basi dei piloni un lato di m 420, e ponendo la stazione a m 250 dal lato più prossimo. Nacque così la distribuzione in pianta rappresentata dalla fig. 1. Le misure eseguite nel 1923 hanno dato per la capacità statica di antenna il valore di 25,0 μ F.

Per il tipo di reticolato di antenna si ritenne, in base all'esperienza raccolta nella Radio Roma, di poter continuare a servirsi della corda di bronzo fosforoso ad alta conducibilità, di diametro circa 3,5 mm, (7 fili di mm 1,2) rinforzando il reticolato con quattro corde terminali e con due interne in croce, tutte in cavo d'acciaio (draglie) (fig. 17). Tutti i fili di antenna sono assicurati alle draglie e fra loro mediante robuste legature in filo di bronzo. I fili della coda (a ventaglio) sono 19; di essi i due più esterni sono rinforzati, perchè costituiti da 4 fili ordinari legati insieme. L'apertura del ventaglio è limitata alla parte centrale della draglia sud per mantenere i fili della coda ben lontani dai controventi dei due piloni più prossimi. Sono tuttavia completate le connessioni in filo di bronzo dai fili della coda a tutti i conduttori che partono dalla draglia sud. La lunghezza del ventaglio è sufficiente per permettere di farne discendere il vertice fino a terra senza abbassare gli attacchi superiori. Dal vertice del ventaglio alla parete nord della stazione, la coda di antenna si prolunga (a questo riguardo il disegno da cui è stata

⁽³⁾ L'Elettrotecnica, 25 settembre 1923, Vol. X, N. 27, pag. 650, e Pubblicazione N. 26 dell'Istituto E. e R. T.

⁽⁴⁾ The El., 28 agosto e 4 e 11 sett. 1914 vol. 73 pag. 829 e seg. e 17 sett. 1915 vol. 75 pag. 870.

ricavata la fig. 2 è inesatto) con un conduttore tubolare lungo m 115 e costituito da 19 fili di aereo tenuti a distanza da anelli di rame del diametro di 20 cm. I punti di attacco esterni dell'antenna sono perciò cinque, di cui quattro al vertice dei piloni ed uno alla ritenuta della coda contro il fabbricato. Il peso totale dell'antenna si avvicina a 4 tonnellate. Tenuto conto della tensione iniziale di montaggio (con atmosfera calma) calcolata in tonn 4 per ogni vertice, della superficie di reticolato esposta al vento e di una pressione massima di questo, pari a 300 kg/m^2 su superficie piane, si è calcolato lo sforzo massimo di tensione che l'antenna può esercitare sul vertice di un pilone. Questo sforzo risulta di 10 tonn circa.

L'isolamento dell'antenna dai sostegni è stato affidato ad isolatori del tipo cilindrico o a bastone, in cui cioè la porcellana è sollecitata a trazione. Il tipo di isolatore adoperato risulta dalla fig. 18; ogni esemplare fu sottoposto a una prova di trazione di 5 tonn. Per la sospensione dei vertici dell'antenna si prescelse un tipo di attacco binato con due isolatori collegati da traverse a snodo (fig. 17). Il sistema deve quindi reggere fino alle 10 tonn previste nel caso di vento massimo eccezionale; esso costituisce altresì una valvola di sicurezza meccanica, in quanto che, in caso di sollecitazioni anormali, dovrebbe essere il primo a rompersi, evitando i danni molto maggiori che le sollecitazioni stesse potrebbero produrre sui piloni. Sulla ritenuta della coda è stato sistemato un altro isolatore del medesimo tipo (fig. 14). A partire dall'attacco di esso l'antenna si prolunga in un fascio di fili e poi in un tubo e perviene all'isolatore di passaggio in porcellana, sostenuto da due ampie lastre di vetro, la cui intelaiatura è fissata nella parte più alta della grande apertura di accesso dall'esterno alla sala archi. Tutti gli isolatori di sospensione sono forniti di anelli di guardia per migliorare la distribuzione del potenziale elettrico.

13. - Piloni di 250 metri.

I dati principali per il calcolo dei piloni sono costituiti, oltre che dalla tensione esercitata dall'antenna, sia in riposo, sia col massimo vento, anche dall'ipotesi della pressione del vento su tutto il pilone e sui suoi controventi e dallo spostamento che si ammette debba subire il vertice nella condizione di sollecitazione massima. Sono invece variabili entro certi limiti altri dati assai importanti, quali il numero dei controventi o stralli, il tipo di struttura metallica, la distanza degli ancoraggi dalla base, la creazione di cerniere intermedie, ecc. Si ammise che la pressione massima, che il vento avrebbe potuto esercitare sul pilone, variasse linearmente dalla base al vertice da 100 a 300 kg/m^2 . Si ammise altresì che in queste condizioni il vertice del pilone dovesse spostarsi di 2 m dalla sua posizione di riposo. L'ipotesi di uno spostamento così ampio è naturalmente accompagnata dalla condizione che il pilone si sposti restando rettilineo (a meno che non vi siano cerniere intermedie, ciò che in questo caso si era escluso) e che il suo appoggio alla base sia a cerniera. La scelta di questo appoggio, che è stato realizzato con un perno sferico e relativa calotta, ambedue in acciaio fuso, permise altresì di studiare il sistema in modo tale da consentire l'isolamento dei piloni da terra. La questione della convenienza o meno di tale isolamento è stata più volte discussa, e può considerarsi ancor oggi non del tutto risolta.

È da ritenersi che, ove non si incontrassero eccessive difficoltà tecniche ad effettuare un isolamento veramente buono della base dei piloni, esso sarebbe più conveniente che non la messa a terra diretta, ma che questa sia invece assai preferibile ad un isolamento imperfetto e mutevole con le condizioni atmosferiche. Il treppiede (figure 19, 20 e 21), che porta il perno sferico, può essere poggiato su tre gruppi composti ciascuno da quattro colonne di isolatori di porcellana del tipo a cilindro schiacciato e leggermente rigonfiato (a forma di formaggio). Ogni colonna deve comprendere quattro di tali isolatori, separati da dischi di materiale plastico, quale il piombo o meglio (secondo i risultati delle prove effettuate e indipendentemente dalla questione della durata) il legno santo. Nell'attesa di avere una serie di isolatori provati meccanicamente in modo del tutto sicuro ed in

ogni caso per non cimentarli durante il lavoro di montaggio, si misero inizialmente in opera, in luogo dei gruppi di quattro colonne di isolatori, altrettanti blocchi di granito di eguale altezza. Sono previsti appositi martinetti per sollevare di poco il treppiede ed eseguire la sostituzione degli isolatori ai blocchi di granito, i quali hanno dimostrato di non dare un isolamento elettrico abbastanza elevato e di richiedere quindi la connessione alla terra dei piloni. In queste condizioni l'altezza di radiazione, misurata sull'onda di m 10 750, è risultata di 165 m.

Quanto al tipo di struttura fu scelto quello triangolare, perchè, permettendo l'uso di tre sole famiglie di controventi (stralli), in tre piani distanti di 120° fra loro, consentiva (nel caso di quattro soli piloni) di tenere gli stralli ben lontani dalla proiezione dell'antenna sul piano orizzontale. Dopo vari studi di massima risultò più conveniente, come dimensione laterale della sezione a triangolo del trave a traliccio, quella di m 2,50 (fra i centri delle nervature) e ciò in relazione col numero di controventi prescelto. Per questo numero è stato adottato un valore abbastanza alto e cioè di 12 per ogni famiglia, ossia di 36 per ogni pilone, oltre uno speciale strallo suppletivo al vertice di ogni pilone per controbilanciare lo sforzo dell'antenna. Un numero rilevante di stralli permette di ridurre la lunghezza dei tronchi liberi e quindi di rendere più leggero ed economico il pilone, e permette altresì (insieme con la posizione degli ancoraggi relativamente lontana dalla base) di usare per gli stralli, cavi di acciaio di moderate dimensioni, più economici anch'essi, più maneggevoli e più adatti ad essere frazionati mediante isolatori. I tronchi liberi sono 12 e la loro lunghezza è di 25 metri per i 6 più bassi e va poi progressivamente decrescendo fino a 10 metri per l'ultimo. Gli ancoraggi si succedono raggruppati in quattro gruppi a distanze di m 52,50 dalla base e fra loro. Il gruppo più interno ed il successivo portano due stralli ciascuno, gli altri due ne portano invece quattro; lo strallo speciale di equilibrio dell'antenna

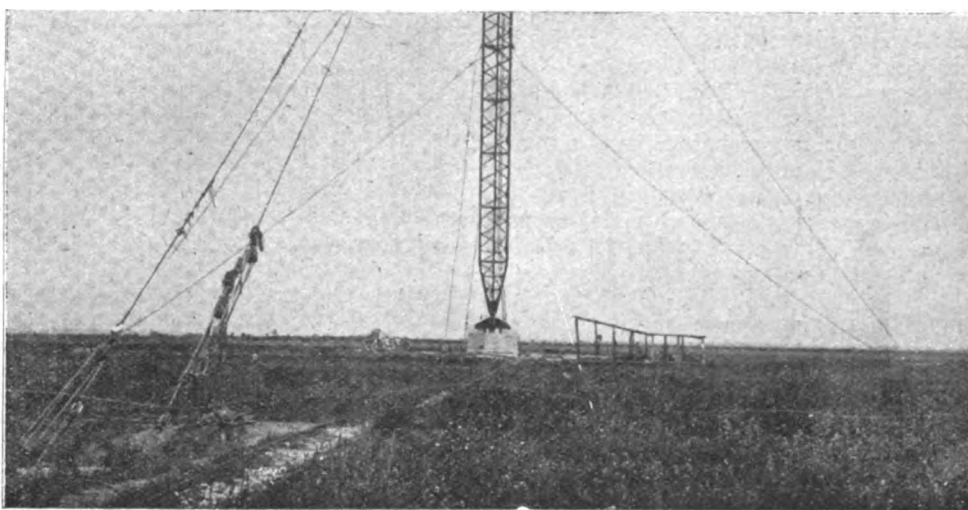


Fig. 21. — Tratto inferiore del pilone N. 2.

ha un suo ancoraggio a parte alla distanza di 40 m dall'ultimo, ossia di 250 m dalla base del traliccio. (Naturalmente la fig. 2, puramente dimostrativa, non dà indicazioni esatte circa il numero e la distribuzione dei controventi).

Il problema del calcolo dei controventi consiste nel determinare, per un dato tipo di corda di acciaio, da usarsi per un dato controvento, la tensione iniziale o di montaggio (quando l'azione del vento è nulla) che ad esso si deve dare, affinché, verificandosi la massima pressione di vento fissata come ipotesi e verificandosi in conseguenza il previsto spostamento del punto di attacco, nasca per questo fatto un aumento di tensione del controvento esattamente eguale a quello necessario per mantenere in equilibrio il sistema, sotto l'azione dei nuovi sforzi a cui è sollecitato. La determinazione della tensione di montaggio, in funzione dei dati accennati, si esegue facilmente col procedimento indicato dal Colonnetti⁽²⁾ e studiato appunto in occasione di questo lavoro, e coll'aiuto dell'abbaco a tal fine da lui costruito. Il calcolo dimostrò conveniente adottare corda d'acciaio del diametro di 30 mm per gli stralli superiori dal sesto in su e corda da 26 mm per quelli inferiori. In realtà fu adoperata quasi esclusivamente corda da 30 mm. Le tensioni iniziali calcolate variano da 0,5 a 4 tonn, quelle finali da 4 a 14. Queste tensioni finali sono state calcolate nell'ipotesi che il vento spiri nel piano degli stralli esterni in direzione verso il padiglione aereo sospeso e tenendo conto di tutte le sollecitazioni prodotte dal vento sull'antenna, sul pilone e sugli stralli così di sopravvento come di sottovento. Naturalmente molte altre ipotesi si potrebbero considerare sia riguardo alla direzione del vento, sia riguardo alla distribuzione della sua intensità; ma, a parte il fatto che esse sarebbero risultate troppo arbitrarie, si ritenne che i coefficienti di sicurezza assunti nel calcolo dell'ipotesi principale bastassero a fornire una ragionevole garanzia.

Il metodo di calcolo usato in progetto fu poi applicato anche per

⁽²⁾ L'Elettrotecnica, 25 novembre 1920, Vol. VII, N. 33, pag. 590.

la rettifica dei piloni durante e dopo il montamento. A tal fine vengono determinate, mediante successive stazioni del tacheometro e con calma di vento, le posizioni dei punti di attacco dei controventi al pilone e quindi gli scarti dalla verticale (in grandezza e direzione) di ciascuno di essi. In pari tempo, conoscendo con esattezza la po-

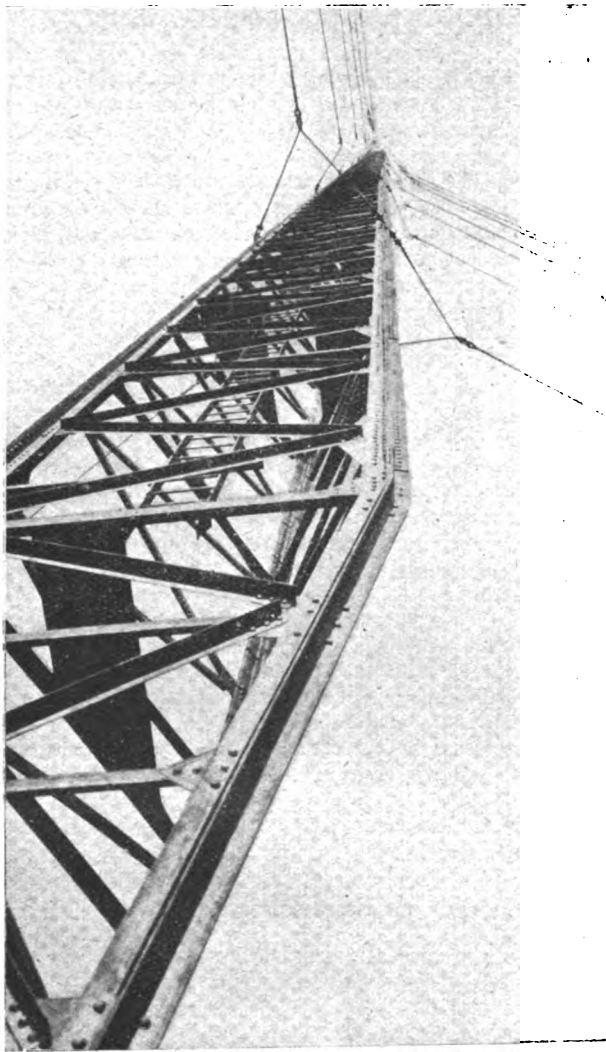


Fig. 22. — Un pilone visto dal basso.

sizione geometrica reciproca e rispetto al piano orizzontale di riferimento dei due punti di attacco di ciascun controvento e misurando con un inclinometro la direzione della tangente all'attacco inferiore, si determina la tensione effettiva data allo strallo. Con questi elementi si calcolano i dati di rettifica, cioè le lunghezze di cui occorre allungare o accorciare ciascun controvento, affinché, a rettifica eseguita e senza vento, siano soddisfatte le due condizioni: 1) posizione verticale e forma rettilinea del traliccio; 2) tensione iniziale dei controventi eguale a quella prevista in progetto.

In base agli elementi descritti si è potuto progettare il pilone di 250 m di altezza con un peso totale proprio di circa 80 tonn. La struttura comprende i tre montanti, i quali sono alla base composti ciascuno da quattro verghe angolate da $120 \times 120 \times 11$ e si vanno mano alleggerendo fino ad essere costituiti al vertice da tre verghe da $80 \times 80 \times 10$. La fig. 22 mostra un pilone visto in iscorcio dal basso. Gli attacchi dei tralicci e quelli dei controventi sono fatti mediante lamiere interposte fra le verghe; i tralicci sono di due tipi, in basso $80 \times 80 \times 8$, in alto $70 \times 70 \times 7$. I montanti sono frazionati in tronchi di lunghezza netta 5 m, oltre le sovrapposizioni di giunzione. Questi tronchi di montante (di cui i più pesanti si avvicinano a 1 tonn) furono preventivamente chiodati in fabbrica. Durante il montamento ciascuno di essi doveva essere sollevato e infilato per il tratto di sovrapposizione sulla sporgenza del tronco inferiore già montato. Messo a posto un tronco per ciascun montante e collegati questi con i tralicci, veniva ad esser costituito un nuovo tronco di cinque metri di tutto il pilone. Per eseguire queste operazioni fu studiata (mediante un modello) la manovra più comoda ed opportuna, che richiese la costruzione e l'impiego, per ciascun pilone, di una « gabbia di montamento » a due ripiani, portante un alberetto centrale e verticale girevole e un « picco » sporgente. Fissati i due ripiani della gabbia nell'ultimo tronco di pilone già montato, l'altezza

dell'albero e del picco permettevano di sollevare i tre nuovi pezzi di montante fino ad incastrarli in quelli già in opera. Fissati questi ed i tralicci con bulloni, il nuovo tronco era costituito e la gabbia veniva sollevata di 5 m, mediante paranchi differenziali, per ripetere la operazione.

Per la robustezza molto maggiore, che la giunzione mediante chiodi ribaditi presenta in confronto con quella mediante bulloni, ed anche per la maggiore leggerezza ed economia, che si possono conseguire, fu deciso di chiodare completamente la struttura dei piloni; e a tal fine, mentre durante il primo montamento la struttura veniva provvisoriamente fissata con bulloni, si provvedeva di pari passo, una decina di metri più sotto, alla chiodatura di tutte le giunzioni. A ciò serviva un ponte triangolare, esterno al traliccio, fornito anche di aperture o botole per lasciar passare i ferri, con cui coloro, che operavano più in alto, provvedevano a prolungare la struttura. Sul ponte lavorava una squadra di quattro operai chiodatori, forniti degli attrezzi necessari, compresa una fucinetta a carbone. Il montamento dei quattro piloni fu compiuto rapidamente e senza serie difficoltà nell'estate '22. Il tronco inferiore convergente e, prima di esso, il treppiede col perno sferico furono montati già in un sol pezzo (peso di oltre 3 tonn) mediante una biga. L'attacco dell'antenna fu fatto con un penzolo di cavo d'acciaio lungo complessivamente m 16,50 (fig. 17), che fa testa sul vertice del pilone mediante una traversa, a cui è assicurato anche lo speciale 13° strallo in fuori. Gli attacchi degli stralli sono « a patta d'oca » cioè biforcati, così che l'attacco di ogni strallo interessa direttamente due montanti, e il pilone volge le facce (e non gli spigoli) alle linee degli ancoraggi (fig. 22). Le figure 23, 24 e 25 presentano l'aspetto dei piloni durante il montamento.

Se può essere dubbia l'opportunità di tentare l'isolamento alla base dei piloni, non è dubbia la convenienza di frazionare mediante isolatori le lunghe campate dei controventi. A tal fine, sulla base di esperienze apposite, si ritenne di poter adottare per i controventi in cui la tensione massima prevista non supera 10 tonn il tipo di isolatori a noce a doppia gola già usati nella Radio Roma (stralli 1, 2, 3, 4, 5, 12). Per tensioni superiori a 10 tonn, quali si prevedono per gli altri stralli, si dimostrò conveniente usare un altro tipo di isolamento, che desse migliori garanzie dal punto di vista meccanico, e si studiò quindi una speciale struttura, in cui si utilizzano isolatori a formaggetta, assoggettandoli esclusivamente ad uno sforzo di compressione, per quanto possibile uniformemente distribuito (fig. 26). Poichè queste strutture vengono a costituire un insieme alquanto pesante e rap-

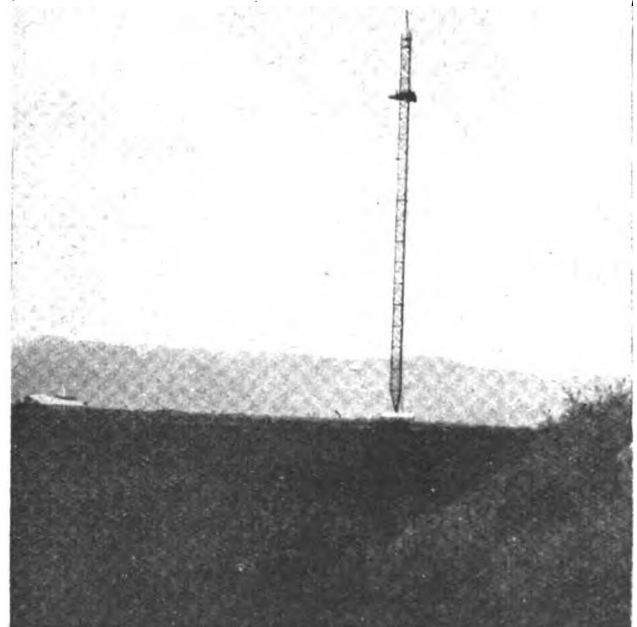


Fig. 23. — Il pilone N. 3 durante il montamento.

presentano quindi un carico concentrato negli stralli, e poichè d'altra parte il progetto richiede (e in ciò sta la ragione dei pregi di leggerezza ed economia dell'insieme), che le frecce degli stralli siano assai considerevoli, non si è ritenuto consigliabile collocare i nuovi isolatori composti in punti intermedi delle campate, di cui potrebbero esagerare le oscillazioni trasversali, sibbene di sistamarli in numero

conveniente ai due estremi, in prossimità dei punti di attacco (fig. 27). L'isolamento è stato particolarmente accresciuto per le due famiglie di controventi, che si trovano sotto la coda a ventaglio dell'antenna. Gli attacchi dei controventi agli ancoraggi sono fatti mediante carrucole di bronzo e stringitoi a bulloni (fig. 28). Non si sono adottati

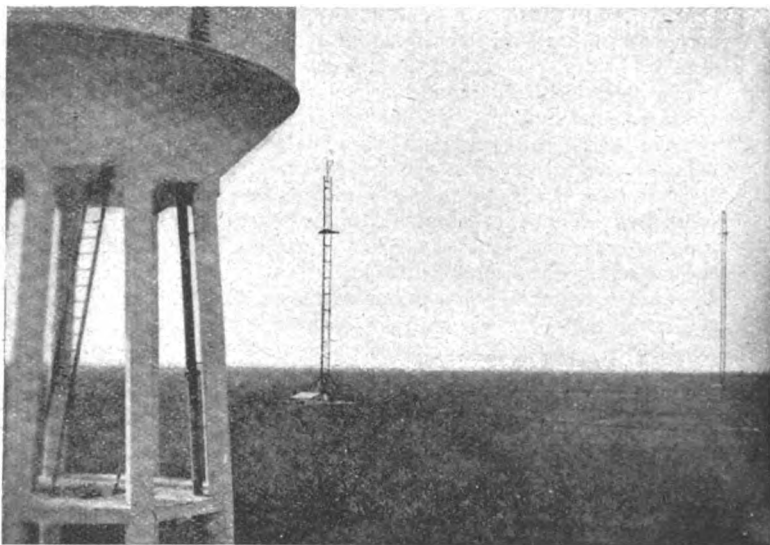


Fig. 24. -- I piloni N. 1 e 2 durante il montaggio.

tenditori a vite per economia, ed anche perchè la corsa di cui avrebbero dovuto essere suscettibili avrebbe richiesto dimensioni esagerate.

I blocchi di fondazione in calcestruzzo, su cui poggiano i piloni, sporgono parzialmente dal suolo e si allargano progressivamente in basso fino ad estendersi a un'ampia base esagonale e ad imprigionare le teste di 34 pali di pino battuti a rifiuto per costipare il terreno. Il peso approssimativo di ciascun blocco è di 170 tonn. Il carico, che il pilone fa gravare sull'appoggio nelle condizioni di massimo vento, assunte come ipotesi, è di 250 tonn. I blocchi degli ancoraggi sono anch'essi di calcestruzzo, parzialmente rinforzati con palafitte e del peso approssimativo di 40 tonn per gli ancoraggi a due attacchi e di 80 tonn per quelli a quattro.

Intorno alla base di ciascun pilone è stato costruito un piazzale di manovra e lungo ciascuna linea di ancoraggi un arginello di larghezza bastevole per la « Décauville ». In tal modo l'accesso ai basamenti e agli ancoraggi è assicurato anche nelle stagioni in cui il palude è allagato.

14. - Presa di terra.

Per la presa di terra fu studiato, prima ancora che si avessero notizie di tentativi analoghi ideati all'estero ⁽⁶⁾ un sistema inteso a ridurre sensibilmente la resistenza di terra e ad aumentare quindi il rendimento di radiazione ⁽⁷⁾. Il sistema doveva provarsi in via sperimentale e rendersi poi definitivo. Il concetto informatore fu quello di frazionare la presa di terra in tante prese distinte, di addurre separatamente la corrente a ciascuna o a gruppi di esse e di regolare questa distribuzione della corrente fra le singole terre, in modo da utilizzarle al massimo grado, ossia da ridurre la resistenza totale ad un minimo. A tal fine, dopo aver deciso di estendere il sistema di terra fino a un contorno distante di circa 250 m dall'ottagono degli arginelli, fu diviso il terreno così delimitato in 74 scompartimenti e in ciascuno di essi fu costruita una presa o stella di terra. Poichè per ogni stella di terra si è adoperata all'incirca la stessa quantità di materiale, si sono assegnate aree più vaste alle stelle più lontane, là dove il campo elettrico è meno intenso, così da proporzionare opportunamente la densità del reticolato metallico alla corrente che esso deve portare (figura 29).

Ogni stella è costituita di una lastra di rame dello spessore di 1 mm e della superficie di m² (1 × 1). Da ciascun vertice del quadrato parte un fascio di 4 conduttori di rame della lunghezza di 3 m, collegati con un tubo di rame del diametro di 40 mm e della lunghezza di m 1,10. Tutto in giro dalla lastra centrale partono a raggiera 8 a 10 fili di rame da 3 mm. La lastra è affondata orizzontalmente a m 1,30 di profondità e così i fasci di fili che vanno ai tubi, i quali sono affondati verticalmente fino ad arrivare con l'orlo inferiore a 3 m dal suolo. I fili radiali sono alla profondità di circa 0,55 metri; gli estremi di quelli appartenenti a una stella non vengono a contatto con quelli delle stelle contigue, ma ne distano di almeno due metri. Da ogni lastra di terra parte una striscia di rame che, imprigionata in un pilastro di calcestruzzo, esce fuori dal terreno e si connette con la corrispondente linea di terra. Per una prima prova le stelle furono raggruppate e connesse ordinatamente con 14 linee che all'entrata nella stazione si accoppiano a due a due così da fornire 7 prese di terra (terre 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), (fig. 30). Ad esse se ne aggiunge un'ottava (terra 0) costituita da una lastra a T di m² 4, anche essa con 4 tubi verticali connessi ai suoi vertici e collocata presso la parete nord del fabbricato principale. (Altre buone terre sono state eseguite in vari punti intorno alla stazione, per le esigenze degli altri servizi elettrici).

Mentre, coi vecchi tipi di terra a reticolato completamente immerso nel suolo, la parte più prossima al generatore è quella più intensamente utilizzata per diffondere la corrente nel terreno ed il rimanente produce un beneficio assai limitato, col sistema descritto è possibile inviare a ciascun gruppo di prese di terra la intensità di corrente, che ad esse compete per ridurre al minimo le perdite. A tal fine occorre tuttavia compensare le cadute di tensione che si incontrano nelle linee di terra in proporzione alla loro lunghezza ed il mezzo più semplice è quello di introdurre, in serie con ciascuna delle linee più corte, una reattanza conveniente. Si può cioè costituire un partitore di tensione mediante una semplice induttanza a più prese da cui si partono le linee di terra (figura 13). L'esperienza ha confermato le previsioni teoriche, secondo le quali, dato lo sviluppo delle linee di terra, la tensione in partenza sulla linea delle terre più lontane (terra 7) deve essere all'incirca di 2500 V nel funzionamento con 175 A di corrente di antenna e lunghezza d'onda 10750 m.

15. - Funzionamento del sistema irradiante.

Il fatto che, non appena fu possibile mettere in funzione gli archi, tutte le parti dell'impianto dimostrarono di corrispondere bene alle

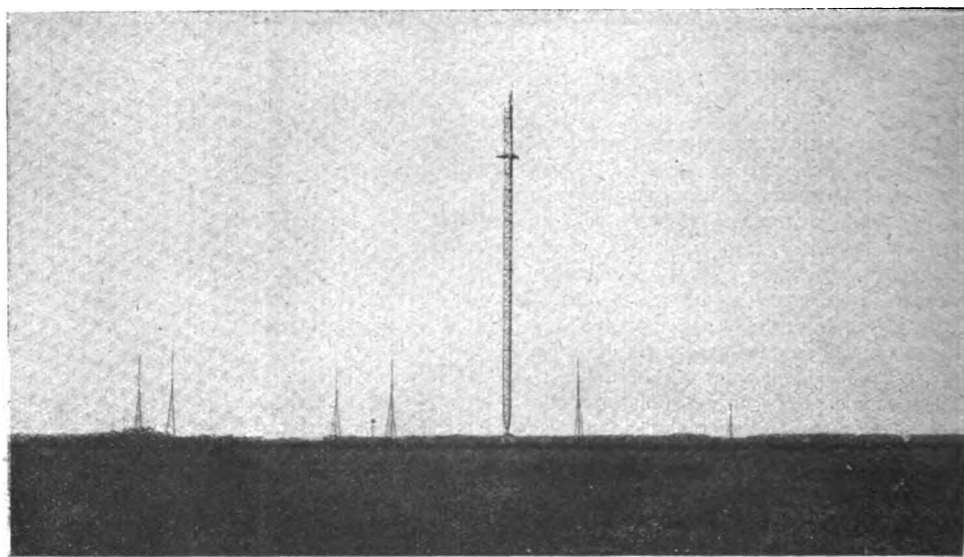


Fig. 25. — Il pilone N. 1 durante il montaggio e parte degli alberi della radio coloniale.

previsioni, e che fu quindi disposta l'immediata entrata in esercizio (anche per sostituire temporaneamente la Radio Roma durante la sua trasformazione), ebbe per conseguenza, che mancò il tempo per lo svolgimento di una serie minuziosa di prove; la quale del resto perdette poi anche di interesse, in vista dell'imminente cambiamento di direzione del Centro. Dalle esperienze preliminari, eseguite sia con correnti deboli, sia in effettivo funzionamento, risultarono tuttavia i seguenti elementi fondamentali: capacità statica dell'antenna 0,025 μ F, lunghezza d'onda naturale con tutte le terre in parallelo 5450 m, resistenza totale di antenna (ancora con tutte le terre in parallelo)

⁽⁶⁾ L'Elettrotecnica 15 febbraio 1923 vol. 10 n. 5 pag. 100 e Bollettino R. T., vol. 2 n. 21 pag. 277.

⁽⁷⁾ L'Elettrotecnica, 5 aprile 1921, Vol. VIII, N. 12, pag. 213, e Pubblicazione N. 11 dell'Istituto E. e R. T.

decescente e poi crescente in funzione della lunghezza d'onda; la regione di minimo è fra 13 000 e 15 000 m e scende a circa $2,7 \Omega$ per correnti di 200 A e coi piloni alla terra. (Ad es. tensione di alimentazione a corrente continua 780 V, lunghezza d'onda 14 020 m, corrente di antenna a regime 195 A). Le lunghezze d'onda limite, su cui gli archi possono funzionare con differenti valori dell'induttanza di antenna, sono 6400 e 18 000 m. Con onda di 10 750 m, con altezza

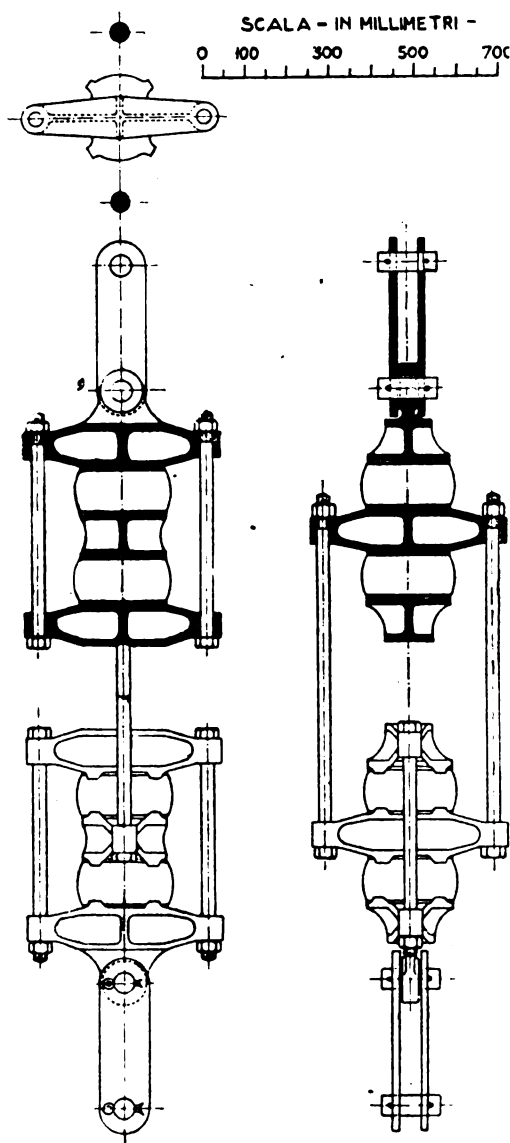


Fig. 26. — Isolatori tipo Coltano per tensioni meccaniche superiori a 10 tonnellate.

di radiazione 165 m e resistenza totale $2,8 \Omega$ il rendimento di radiazione si calcola immediatamente in 13,5 % e quello di generazione degli archi si misura in 45 % circa, a partire dai morsetti della dinamo generatrice. In queste condizioni gli amperometri inseriti sulle linee di terra (mediante trasformatori torici) collegate fra loro in parallelo, indicano, come era prevedibile, che la corrente passa in grande prevalenza nella terra più vicina (terra 0) e in misura rapidamente decrescente nelle successive, in ragione della loro distanza.

Le prove col sistema di terre multiple risultano eccezionalmente promettenti, perchè, con una buona distribuzione delle prese sulla reattanza di terra, è stato possibile misurare con correnti deboli una resistenza globale di $0,9 \Omega$ sull'onda di 11 000 m. Come si era preveduto, questo vantaggio si attenua al crescere della intensità di corrente, a cagione del modo affatto provvisorio con cui le linee furono costruite in via sperimentale, e cioè a cagione delle perdite per insufficiente isolamento, per insufficiente sezione dei conduttori, per il numero eccessivo di appoggi e per la loro natura, ecc. Si era infatti previsto, non appena le esperienze avessero fornito i dati necessari, di rendere definitiva la sistemazione, scegliendo per prova il migliore aggruppamento delle stelle di terra e sostituendo ai vecchi e corti (e perciò troppo numerosi) pali di legno e ai relativi isolatori (tutto materiale recuperato dalla demolita linea a 5000 V, che alimentava il vecchio impianto), un sistema di pali a traliccio robusti e poco numerosi, con lunghe campate di abbondante sezione e con isolatori a

10 000 V. Anche questo lavoro rimase sospeso in vista della cessione.

Nel funzionamento ad arco il sistema a terre multiple richiede ancora, che si soddisfi ad un'altra condizione. Come è noto, nel convertitore ad arco i morsetti di entrata (della corrente continua) e quelli di uscita (della corrente oscillatoria) coincidono, e se un polo del circuito oscillatorio si connette alla terra risulta connesso a terra anche il polo corrispondente (di solito il negativo) della dinamo. Per evitare i conseguenti pericoli di corto circuito, si suole interporre nella linea di terra del circuito oscillatorio un condensatore di grande capacità (per es. $80 \mu F$ nel caso dell'antenna di Coltano), che oppone reattanza trascurabile alla corrente oscillatoria, ma funziona come condensatore di arresto per la corrente continua. In tali condizioni la tensione oscillatoria, che inevitabilmente si ritrova ai morsetti della dinamo (e provoca un passaggio di corrente di 0,20-0,25 A nel dispositivo di protezione a condensatore descritto nel § 6, con corrente di antenna 175 A e lunghezza d'onda 10 750 m), si ripartisce sia rispetto alla carcassa (isolata da terra), sia rispetto alla terra in due parti fra loro poco diverse. Adottando il sistema delle terre multiple nel modo qui indicato, si avrebbe invece che il negativo verrebbe ad assumere una tensione oscillatoria verso terra di circa 2500 V, ciò che sarebbe indubbiamente pericoloso per l'integrità degli isolamenti della macchina e degli archi, oltre che per l'incolumità delle persone. A ciò si rimedia agevolmente, sostituendo al condensatore di terra a grande capacità e bassa tensione, un altro di capacità di alcuni decimi di μF e per tensione di alcune migliaia di V, il quale provochi una caduta reattiva all'incirca eguale ed opposta a quella prodotta dalla reattanza delle linee. Resta così solo in circuito la inevitabile resistenza ohmica, accresciuta da quella che corrisponde alle perdite nel

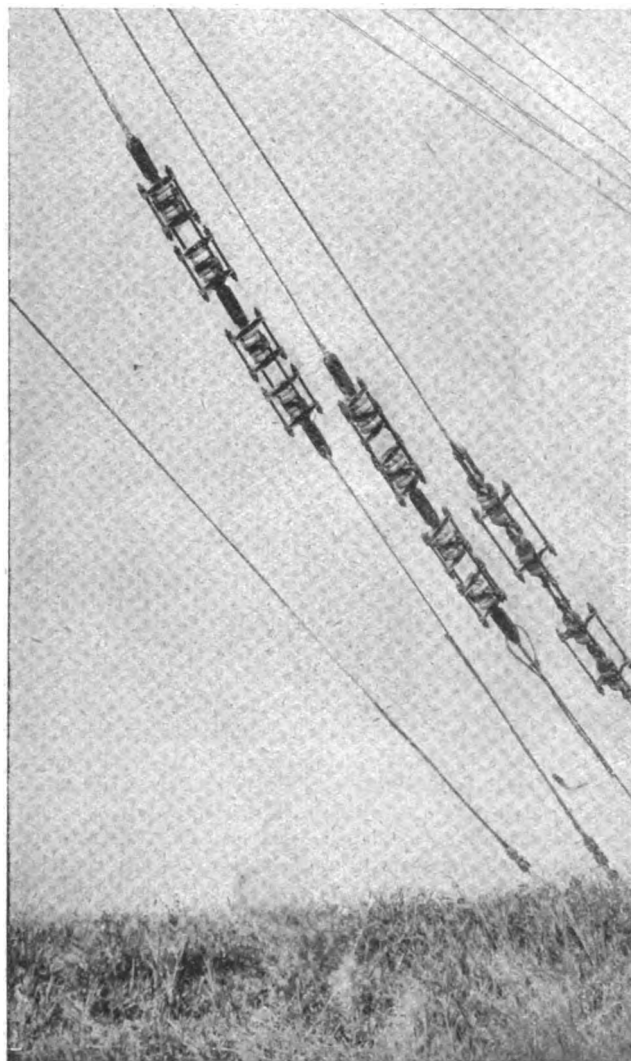


Fig. 27. — Isolatori doppi tipo Coltano inseriti sugli stralli.

condensatore, ma essa provoca in ogni caso cadute di tensione molto minori. Con tale dispositivo si annulla anche l'aumento di lunghezza d'onda che le linee di terra tendono ad apportare. S'intende che la capacità del condensatore deve essere variabile al variare della lunghezza d'onda, ma basta frazionare la variazione in pochi sbalzi per soddisfare alle condizioni volute. L'uso della capacità compensatrice

con le terre multiple è superfluo nel funzionamento ad alternatore, in cui il sistema « antenna — secondario dei trasformatori di oscillazione — terra » forma un circuito completamente isolato da quello della macchina.

16. - Stazioni minori.

Le stazioni per il servizio coloniale e continentale derivano dalla vecchia stazione Marconi. Questa aveva un apparato di trasmissione a scintilla del tipo a scaricatore rotante asincrono, che fu a suo tempo smontato, e possiede un sistema di 16 alberi per il sostegno delle antenne. La disposizione degli alberi e la forma delle antenne risultano dalle fig. 1 e 2. Trattasi di due antenne a gomito, aventi ciascuna uno sviluppo orizzontale di 530 m, sostenute rispettivamente da quattro coppie di alberi. Questi ultimi (fig. 31) sono costituiti per 45 m da un robusto traliccio convergente e per 30 m da un albero ed un alberetto in legno. Ogni antenna è composta da 24 fili sostenuti da

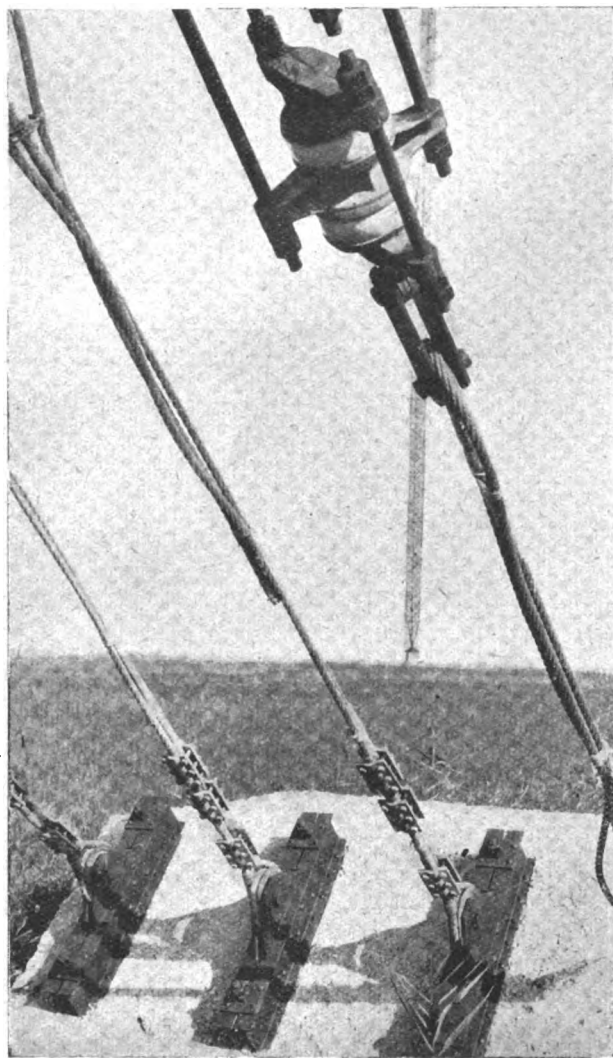


Fig. 28. — Attecchi dei controventi agli ancoraggi.

draglie trasversali. L'antenna di Sud-Est ha i fili a distanze uniformi, isolati dalle draglie trasversali mediante isolatori « a candela ». Per essa si utilizza la vecchia presa di terra, di cui rimangono le lastre di rame sotterrate presso il fabbricato, mentre la parte rimanente, costituita da fasci di filo di ferro zincato, è ormai già da tempo del tutto scomparsa per effetto di ossidazione. La lunghezza d'onda naturale è di circa 3000 m, la capacità statica di $17 \text{ m} \mu\text{F}$, la resistenza di circa 5Ω per l'onda di 5800 m. Per l'antenna Nord-Ovest fu progettato ed eseguito un nuovo reticolato di sostegno non solo per il padiglione aereo (a fili variamente distanziati per ottenere il massimo di capacità), ma anche per un tipo adatto di contrappeso isolato, da sostituire alla presa di terra, con la certezza di ottenere un oscillatore di resistenza molto ridotta. La struttura, già completa, è rimasta senza i fili di bronzo e non è quindi stata messa in esercizio.

Il fabbricato della vecchia Radio è rappresentato dalle fig. 32 e 33. Il macchinario dell'impianto comprende: un vecchio gruppo motore sincrono trifase 5000 V, dinamo $110 \div 180 \text{ V}$, 100 kW, che carica le due batterie di accumulatori, ciascuna di 60 elementi e di capacità

1150 Ah alla scarica in un'ora; un gruppo survolatore-devolatore (preda di guerra) costituito da due macchine a corrente continua, una a $115 \div 160 \text{ V}$, l'altra a 320 V da 70 kW; una batteria di trasformatori monofasi (del vecchio impianto a scintilla), che costituiscono due terne di trasformazione trifase 5000/500 V da 110 kVA ciascuna; un gruppo convertitore (nuovo e da duplicare) con motore a induzione trifase a

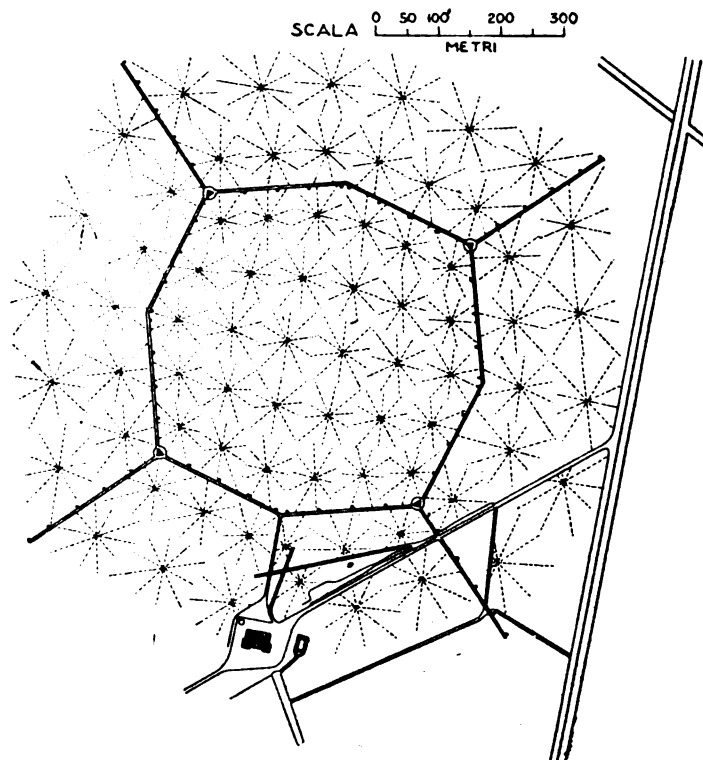


Fig. 29. — Stelle di terra.

500 V e dinamo da 75 kW per $400 \div 600 \text{ V}$. Lo schema generale è rappresentato dalla fig. 34. Esso è informato al criterio di utilizzare il macchinario esistente e di fornire agli apparati radio (ad arco o ad alternatore) corrente continua a 500 V, di produrre corrente continua a 110 V per la carica delle batterie, per i servizi ausiliari e per l'ap-

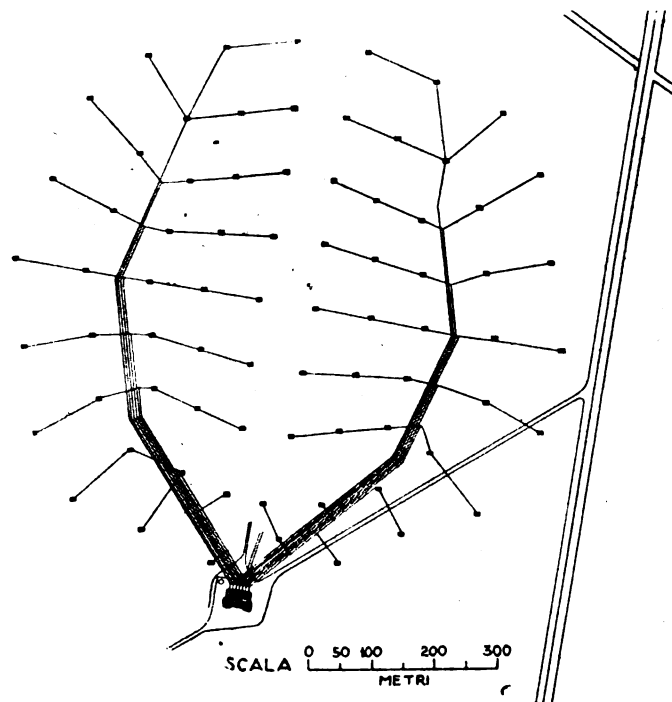


Fig. 30. — Linee di terra.

parato a triodi e di disporre di una riserva, effettuata mediante il gruppo di trasformazione della corrente continua a 110 V in corrente continua a 500 V e viceversa.

Era previsto, non appena eseguita la trasformazione dell'antenna Nord-Ovest (che avrebbe dovuto essere così in grado di assumersi servizi a distanze considerevoli, compreso, almeno in parte, quello

di Massaua), di eseguire analogo rimodernamento dell'antenna Sud-Est e di svolgere poi simultaneamente il servizio di ambedue, dapprima con archi e poi con apparati a triodi o ad alternatore. Sospesi i lavori, il servizio continentale è stato continuato con la vecchia antenna Sud-Est e coll'aiuto di un convertitore ad arco tipo R. Marina da 50 kW. La trasmissione avviene di regola con corrente di antenna 50 A e lunghezza d'onda 5800 m. La manipolazione ed il controllo della trasmissione sono eseguiti (§ 11) nella apposita sala del primo piano del fabbricato principale. Trovasi nella stazione anche un apparato a triodi «Marconi» del tipo detto da 6 kW, la cui potenza è insufficiente (tenuto conto della resistenza elevata dell'antenna) a produrre la corrente di aereo necessaria ai servizi ora affidati alla Radio Continentale. Esso servì bene, fino al mese di giugno 1923, per il servizio commerciale con la Spagna, passato poi alla Radio Centocelle (Roma).

17. - Abitazioni ed altri fabbricati.

Per la vita del personale destinato a Coltano, nell'ipotesi di personale appartenente alla R. Marina, furono previsti tre fabbricati di abitazione scaglionati lungo il lato nord della strada centrale (fig. 1 e 2). Di essi il più importante è la casermetta (fabbricato a due piani di pianta $47,50 \times 12,75$), che contiene da un lato il dormitorio marinai (72 posti), lavandini, bagni, refettorio, cucina, dispensa, magazzino

Per il servizio della luce e per gli altri servizi elettrici fu a suo tempo disteso un cavo trifase con neutro a 220 V, che può essere alimentato tanto dall'una, quanto dall'altra Radio e si dirama in ciascuno dei fabbricati del centro. Analogamente si provvede ai servizi dell'acqua potabile e di lavanda, come già si è accennato. Oltre alla strada fra le due Radio fu costruita completamente (posando la massicciata sul tracciato di una vecchia strada a fondo naturale) la strada, che dalla nuova Radio raggiunge l'argine del Caligi e si prolunga lungo il canale fino al campo scuola di aviazione di Coltano. Di là le strade già esistenti permettono di giungere a Pisa attraverso le borgate delle Rene e di Ospedaletto. Lungo tale percorso furono eseguiti direttamente dal personale della Radio, con l'aiuto di due autocarri, i trasporti di tutti i materiali d'impianto esclusi soltanto quelli per le costruzioni murarie (trasportati su barrocci), ma compreso tutto il ferro e tutti i cavi d'acciaio dei piloni e dei loro ancoraggi e tutto il macchinario.

18. - Centro ricevente.

In relazione con la direttiva generale di adoperare prevalentemente la nuova Radio, nel servizio commerciale, per il traffico col Nord-America, appariva conveniente sistemare il centro di ricezione all'incirca sulla normale alla direzione (per circolo massimo) da Coltano a New York. La distanza del centro ricevente da quello trasmittente

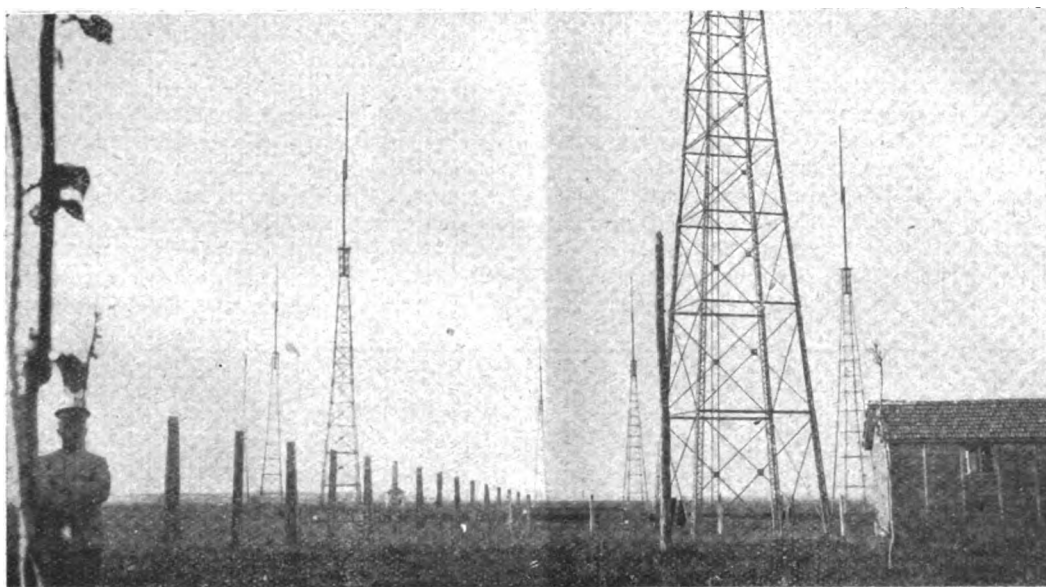


Fig. 31. — Alberi dell'aereo coloniale.

vestiario, corpo di guardia, infermeria, ecc.; e dall'altro lato una sala da pranzo, una sala di convegno e undici camere da letto per sottufficiali, con cucina, dispensa, lavandini, bagni, ecc., oltre ad ampi locali di deposito negli scantinati. In un locale di questi ultimi trovatisi l'impianto di pompe automatiche, che aspirano buona acqua di lavanda da un pozzo scavato appositamente a nord della casermetta (della portata di parecchie tonnellate giornaliere anche nella stagione secca) e la mandano nel serbatoio di 35 m³ sovrastante al tetto (§ 10). Segue alla casermetta, che è la più vicina alla vecchia Radio, una palazzina per l'alloggio dei sottufficiali con famiglia. Questo fabbricato (pianta $23,10 \times 10,65$) ha, oltre a scantinati e soffitte, tre piani, che comprendono in tutto sei piccoli appartamenti (vani alti m 3,20) di tre o quattro camere, con bagno e cucina. Dell'ultimo fabbricato, quello più prossimo alla nuova Radio e che doveva essere a due piani e contenere due piccoli appartamenti e tre camere separate per ufficiali, fu interrotta la costruzione, quando erano appena terminate le fondazioni.

Dal lato della strada opposto a quello, lungo il quale si trovano i fabbricati di abitazione, è stato costruito un fabbricato ad un solo piano, su pianta di m $45,35 \times 10,60$ coperto da tettoia in cemento armato e destinato in parte a rimessa degli autoveicoli (con fossa e piccola officina), in parte a officina del carpentiere e in parte a deposito. Era altresì previsto un piccolo fabbricato a parte, destinato a servire come deposito dei materiali infiammabili; ed erasi progettato l'adattamento a giardino, e in parte anche ad orti e pollai, di tutta la zona interna al recinto, ai due lati del viale centrale. Dietro ciascun fabbricato di abitazione fu costruito un ampio lavatoio in cemento e presso la palazzetta dei sottufficiali fu scavato un altro buon pozzo.

si ritiene debba essere non inferiore a una ventina di km. La direzione della normale alla congiungente Coltano-New York e passante per Coltano taglia da un lato la costa tirrena poco a sud di Livorno, dall'altro traversa la pianura a levante di Lucca e, al di là dell'Appennino, scende di nuovo nella pianura non lungi da Modena. Sebbene l'esperienza finora raccolta abbia dimostrato che in generale la ricezione sulla riva del mare è più favorevole che non all'interno, tuttavia la posizione a Livorno e precisamente presso la R. Accademia Navale non apparisce consigliabile (a malgrado del favorevole orientamento) per l'impianto definitivo, a cagione sia della distanza un po' troppo piccola da Coltano (15,5 km), sia principalmente dalla troppa stretta vicinanza a reti elettriche di ogni specie, che provocano sempre molesti e spesso intensi disturbi (e ciò senza tener conto delle esigenze della stazione sperimentale dell'Accademia, il cui funzionamento è stato temporaneamente del tutto paralizzato dal funzionamento del centro ricevente). Per questi motivi si era prescelta una località ad est di Lucca a più di 20 km da Coltano e si erano svolti gli studi e avviate le pratiche per la costruzione quivi del centro ricevente (senza escludere la eventualità di un'altra installazione analoga verso Viareggio, nel caso di estensione del servizio al Sud America), quando, in attesa di decisioni definitive sulla sorte dell'impianto, si preferì preparare la stazione provvisoria a Livorno presso l'Istituto Elettrotecnico e Radiotelegrafico della R. Marina.

Il centro ricevente provvisorio dispone, per la ricezione dall'America, sia di un telaio interno di m 2,10 di lato e di 64 spire, sia di un grande aereo radiogoniometrico sostenuto dall'albero di 60 m della stazione. Questo secondo aereo, il quale dà di regola risultati superiori al primo, ha la particolarità nuova di essere polifilare, cioè

ognuno dei suoi due aerei piani triangolari è costituito da 6 spire in serie (ciascuna di area oltre 1000 m²). Il sistema normale di ricezione comprende tre filtri astatici ad alta frequenza, un amplificatore a tre stadi di alta frequenza con circuiti risonanti intermedi e da ultimo l'introduzione della frequenza locale dell'eterodina, secondo il sistema

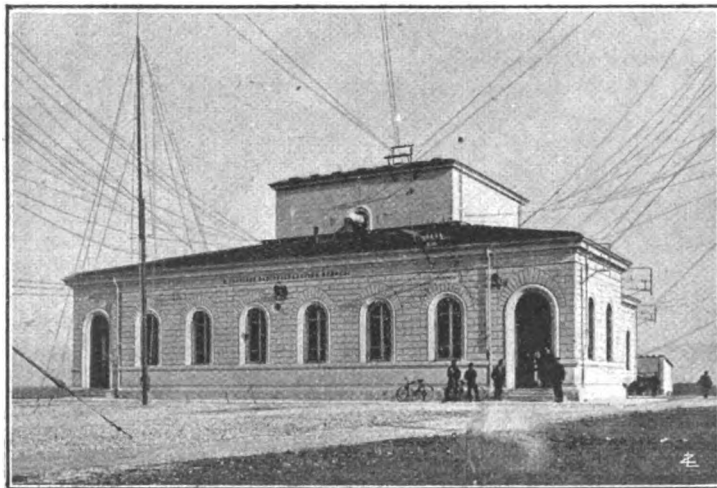


Fig. 32. — Stazione Marconi (vecchia radio).

Jouaust (*). Al triodo raddrizzatore seguono due filtri a bassa frequenza e a questi una triplice amplificazione a bassa. Tutto questo insieme è costituito da materiale della R. Marina (*), e si è dimostrato superiore ad un altro apparecchio fornito dall'industria privata, che si tiene pronto come riserva, così da poter passare con semplici manovre di commutazione dall'uno all'altro. La ricezione di WQL (stazione del Radio Central di New York, funzionante con alternatore ad alta frequenza e onda di 17 500 m) è possibile, salvo condizioni particolarmente avverse, in qualunque ora del giorno. È di solito molto gio-

adopera invece per la ricezione da Berlino POZ (fino a giugno per la ricezione da Barcellona EAB). Anche queste ricezioni continentali hanno doppia installazione e utilizzano amplificatori aperiodici parte del tipo a resistenza, parte del tipo a induzione.

Il servizio delle note per Coltano si fa con apparati Morse per mezzo di due linee telegrafiche, di cui una diretta, l'altra attraverso l'ufficio centrale di Livorno. Per l'inoltro dei telegrammi in arrivo, che può anche esser fatto a mezzo di fattorini, si sono installate due macchine Hughes.

19. - Servizio radio.

I servizi, che la nuova Radio (ICC) si assunse subito in sostituzione della Radio Roma (San Paolo) e quelli sviluppati in seguito, sono principalmente i seguenti:

a) *Massaua (ICX) e Mogadiscio (ISG)*. Questi servizi fanno fronte all'intero traffico, del resto abbastanza modesto, fra l'Italia e le Colonie del Mar Rosso e dell'Oceano Indiano. La ricezione riesce assai difficoltosa e richiede molta abilità, a cagione della potenza relativamente limitata della stazione di Massaua (la quale nel traffico verso l'Italia fa da relais anche per la provenienza da Mogadiscio). Poiché questo servizio deve tornare alla Radio Roma, la ricezione rimase alla stazione ricevente di Monterotondo, la quale nei riguardi della distanza si trova in posizione più favorevole di Livorno ed ha effettivamente ricevuto il traffico in arrivo, anche in periodi di condizioni atmosferiche particolarmente avverse. Questo servizio si svolge di regola nelle prime ore del mattino.

b) *Bollettino A. R. T. I. (ex Agenzia Radio Telegrafica Italiana) e telegrammi circolari. (CQ)*. Il bollettino è un riassunto giornaliero dei più importanti avvenimenti politici e delle notizie di interesse generale, che viene compilato ed inviato per proprio conto dalla Società «La Radio Nazionale». Esso viene largamente intercettato e serve quindi a rifornire di informazioni il naviglio mercantile sparso per tutti i mari del mondo.

c) *Estremo Oriente e navi lontane*. Con una scelta conveniente dell'orario e della lunghezza d'onda è possibile trasmettere giornalmente brevi telegrammi alla stazione della concessione italiana di

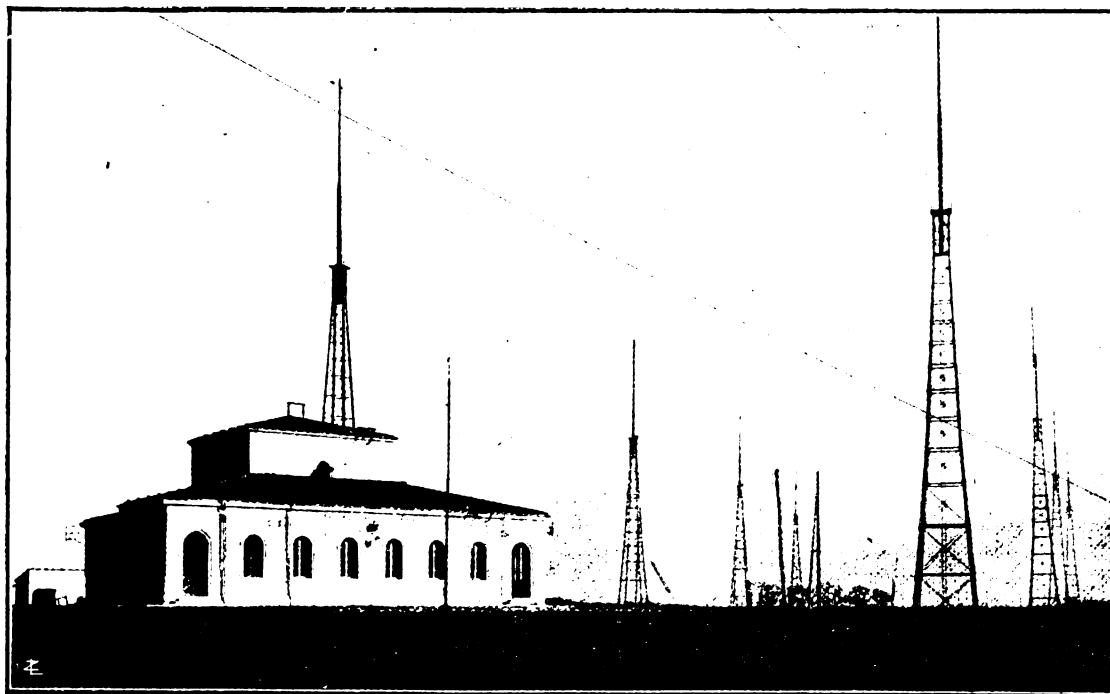


Fig. 33. — Stazione Marconi e aereo continentale.

vevole aggiungere l'effetto di antenna a quello radiogoniometrico, così da realizzare il così detto diagramma di ricezione a cuore.

Si è constatato essere agevolmente possibile far funzionare sul grande aereo radiogoniometrico anche un secondo radiogoniometro, senza disturbare quello destinato al servizio con l'America. Con il secondo apparecchio si ricevono (in un altro locale) le trasmissioni di Northolt GKB, di Mosca RDW, di Cristiania LCH, di Vienna OHL, di Poznan AXJ, ecc. Un distinto impianto di ricezione su telaio si

Pekino e alle navi da guerra che si trovano in quei mari. Il traffico è unilaterale, quello di ritorno si svolge per cavo.

d) *Levante*. Nei primi mesi si ebbe un servizio abbastanza intenso con il Levante (Costantinopoli, Smirne, ecc.). Esso è assai diminuito in seguito agli avvenimenti internazionali, che hanno escluso la diretta ingerenza politica e militare delle grandi potenze nelle cose di Turchia.

e) *Canada*. Per un accordo fra diversi gruppi giornalistici del Nord America fu installata ad Halifax (Nuova Scozia) una stazione ricevente (HX) destinata alla ricezione dei telegrammi di stampa dall'Europa. Il servizio delle frasi vien fatto per mezzo del cavo imperiale britannico dal Canada all'Inghilterra e di là per radio dalla stazione di Northolt (GKB) a Coltano (Livorno).

(*) *L'Onde Electrique*, gennaio 1922, Vol. I, N. 1, pag. 26.

(*) *L'Elettrotecnica*, 15 ottobre 1922, Vol. IX, N. 29, pag. 696, e Pubblicazione N. 19 dell'Istituto E. e R. T.

Stati Uniti. Questo servizio fu avviato, in seguito ad appositi accordi con la Radio Corporation, nel mese di agosto. Esso si svolge in duplex con una delle due stazioni (WQK-WQL) che costituiscono per ora il Radio Central di New York e precisamente con la seconda. Questo collegamento non ha potuto assorbire per ora se non una piccola parte del traffico fra l'Italia e gli Stati Uniti, sopra tutto per la difficoltà dell'inoltro telegrafico dal luogo di accettazione a Coltano, inoltro che deve avvenire esclusivamente per la via di Milano e di Roma, ed anche perchè il pubblico non è ancora abbastanza

effettivo delle cause accennate e specialmente per la riduzione del servizio col Levante. La media di 5000 parole giornaliere di trasmissione è assai bassa ⁽¹⁰⁾ e la stazione potrebbe comodamente, con un aumento relativamente insignificante di spesa di energia e senza sensibile aggravio del servizio o maggior cimento del macchinario e degli apparati, effettuare un traffico di trasmissione più che doppio, come provano del resto i massimi raggiunti in singoli giorni di particolare affluenza ⁽¹¹⁾. Basterà a tal fine incanalare verso Coltano una parte sufficiente del volume di traffico disponibile per l'America.

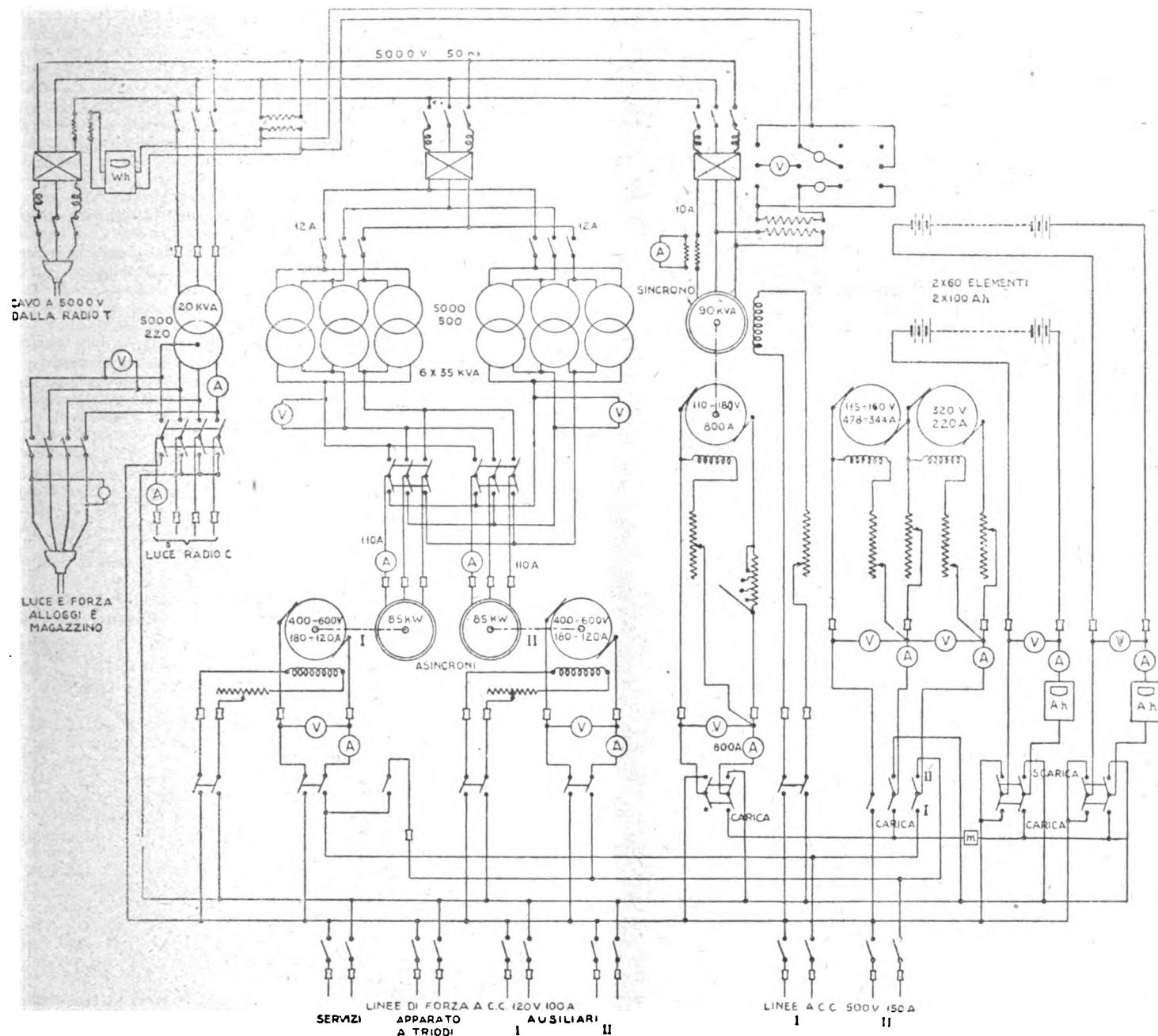


Fig. 34. — Schema elettrico della radio continentale e coloniale.

edotto dell'esistenza di questa via (aperta ad esso il 1° novembre), la quale dovrebbe rapidamente prevalere sulle altre, perchè risulta molto conveniente così dal punto di vista dell'economia, come da quello della rapidità del servizio, oltre ad essere, ben s'intende, assai più vantaggiosa delle altre per l'erario.

Il traffico della Radio Continentale (ICI) si svolge principalmente con Berlino (POZ) (fino a giugno con Barcellona EAB) e poi anche con Cristiania LCH, Mosca RDW, Poznan AXJ, ecc. Il servizio di ricezione del centro di Livorno è la controparte di quelli di trasmissione.

I diagrammi della fig. 35 danno un'idea del traffico svolto nei suoi primi mesi di vita dalla Radio transcontinentale; le ordinate sono i numeri delle parole mensili e rappresentano le sole parole trasmesse, indipendentemente dal traffico di ricezione. Le cifre che se ne deducono per il traffico totale sono ancora assai modeste ed anche il loro progressivo incremento non appare nettamente deciso per

Il consumo complessivo di energia per tutti i servizi del Centro trasmittente si aggira su una media giornaliera di 3200 kWh.

20. - Conclusione.

L'impianto della nuova Radio Coltano e l'organizzazione di tutto il centro Radio sono stati eseguiti dalla R. Marina con forze proprie e con l'appoggio dell'industria nazionale (esclusa la fornitura dell'al-

⁽¹⁰⁾ *L'Elettrotecnica*, 25 settembre 1923, Vol. X, N. 27, pag. 651, e Pubblicazione N. 26 dell'Istituto E. e R. T.

⁽¹¹⁾ I dati finora noti (*L'Elettrotecnica*, 15 settembre 1923, Vol. X, N. 27, pag. 657, e *Bollettino R. T.*, Vol. III, N. 25), dimostrano che i collegamenti transatlantici più attivi, i quali erano fino al marzo scorso quelli con la Germania e con l'Inghilterra, avevano avuto nell'ultimo anno un traffico medio di 20.000 parole giornaliere, come somma delle parole trasmissibili scambiate nei due sensi.

ternatore ad alta frequenza, di cui è cenno al § 8), senza ricorrere all'aiuto e senza far uso dei brevetti di alcuna compagnia radiotelegrafica. I risultati ottenuti alle prove, e confermati in oltre sette

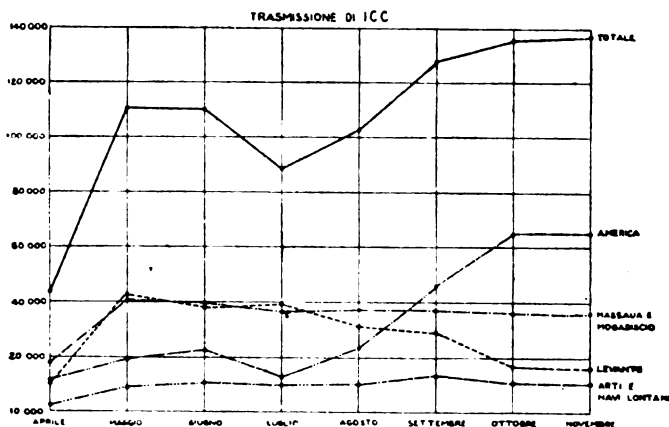


Fig. 35. — Diagrammi del traffico mensile di trasmissione della radio transcontinentale.

mesi di ininterrotto servizio, dimostrano che lo sviluppo dato dalla R. Marina alla tecnica radiotelegrafica in Italia è sufficiente a permettere al nostro Paese di fare ragionevolmente da sé anche in questo campo.

*

NOTA. — È giusto ricordare qui che allo studio dei progetti, alla direzione dei lavori e alle prove collaborò instancabilmente il primo Tenente di Vascello M. Zambon, a cui si deve la continua diretta assidua sorveglianza di tutto quanto si fece a Coltano nel periodo della costruzione e del montaggio. A lui è succeduto, fin dal principio dell'esercizio il Tenente di Vascello G. Lubrano, che ha curato con altrettanta abilità lo svolgimento del servizio e tutta la vita del Centro in questo suo primo anno. Gli ufficiali, destinati in varie epoche all'Istituto Elettrotecnico e Radiotelegrafico della R. Marina (Comandanti F. Vicedomini, C. Casati, U. Sordina, P. Borgatti, U. Kuelle, Capitano A. Mendici), pur attendendo, ai loro doveri didattici, recarono utili contributi allo studio dei problemi tecnici, che man mano venivano posti dallo sviluppo dei progetti e dei lavori. In particolare il Comandante U. Sordina organizzò completamente il centro provvisorio di ricezione, diretto ora dal Comandante P. Borgatti, ed il compianto Sottotenente di Vascello G. Del Santo svolse il progetto magnetico dei grandi convertitori ad arco. La Direzione di Artiglieria ed Armamenti del R. Arsenal di Spezia, diretta dal Comandante F. Ortalda, con tutte le sue officine e particolarmente con l'Officina Radiotelegrafica diretta dal Comandante G. Montefinale, fu lo stabilimento di costruzione che fornì una gran parte del materiale ed in specie svolse i progetti costruttivi e la completa esecuzione dei convertitori ad arco coi loro accessori e delle strutture metalliche per i grandiosi isolatori degli stralli (Tenente R. T. F. Buzzacchino e Capo tecnico E. Radice), provvide alla massima parte degli acquisti, alla costruzione degli stralli e dei loro attacchi, all'attrezzamento dell'officina meccanica, alla costruzione dei quadri e di apparecchi accessori, ecc. Il ricevitore per il servizio con l'America fu costruito, su progetto del Comandante G. Pession, presso la Radio Centocelle. La Direzione delle costruzioni dell'Arsenale di Spezia, diretta dal Colonnello G. Vian fornì strutture metalliche, collaborò allo studio della gabbia di montaggio per i piloni, preparò la sistemazione del Diesel di riserva. Una parte assai importante, in quanto provvide alla redazione dei progetti e alla direzione dei lavori per tutti i fabbricati, per le fondazioni dei blocchi di base e degli ancoraggi dei piloni, per l'impianto idraulico, ecc., ebbe dapprima la Sezione Staccata dal Genio Marina a Livorno (Col. A. Riccio, cui succedette la Direzione autonoma di Spezia diretta dal Col. F. Giambarda, che affidò i lavori di Coltano al compianto Ten. Col. G. Mondo e poi al Ten. Col. P. Nicoletti con la collaborazione dell'Ing. G. B. Spezia. Sotto la loro direzione i progetti di competenza del Genio furono in buona parte svolti dal disegnatore geometra T. Neri. La direzione e la sorveglianza continua dei lavori (affidati in parte a varie imprese) fu esercitata dal principio alla fine, con intelligente ed instancabile attività, dall'assistente tecnico P. Bertocchi. L'Amministrazione dei Telegrafi (e in particolare la Direzione delle Costruzioni di Pisa, diretta dal Cav. G. Frediani e la Direzione locale di Livorno, diretta dal Cav. A. Bordoni-Lilla) ha provveduto a tutti i collegamenti per filo e alla fornitura ed installazione del materiale telegrafico e collabora efficacemente allo smistamento e istradamento del traffico in arrivo e in partenza per mezzo degli uffici di Roma, Milano, Livorno e Pisa, a cui si collegano direttamente gli uffici radio gestiti da personale della Marina a Coltano e a Livorno.

Nello studio della sistemazione idrica di tutta la zona occupata dal centro, in relazione con i grandi lavori di bonifica, si è avuto l'aiuto efficace ed amichevole della direzione di essi, affidata all'ing. U. Todaro. Nell'impianto dell'acqua potabile, nella delimitazione dei terreni, nella costruzione delle strade, ecc., è riuscita preziosa la collabora-

zione della direzione locale dell'Opera Nazionale per i Combattenti (direttore A. Bogliolo).

Particolarmente preziosa fu la consulenza del Prof. G. Colonnetti (direttore prima della R. Scuola d'Ingegneria di Pisa, ora del R. Politecnico di Torino) nei riguardi dei calcoli di stabilità dei piloni, che furono eseguiti dalla Società Officine di Savignano. Oltre alla fornitura completa dei piloni, questa Ditta ha anche avuto parte nell'impianto elettrico con due gruppi convertitori ed un trasformatore. Il trasformatore e il gruppo convertitore principali sono del Tecnomasio Brown Boveri, che fornisce anche il gruppo di riserva. La Ditta Marelli ha in costruzione il trasformatore di riserva ed ha fornito parecchi macchinari ausiliari e aspiratori. L'alternatore di prova ad alta frequenza fu fornito dalla «Franco Tosi» (ora Comp. Gen. di Eletticità) che eseguì anche il progetto e l'offerta di un alternatore da 300 kW. Delle Officine di Rivarolo sono le pompe elettriche principali e secondarie, della Ditta Magrini i quadri così per la sala macchine come per la sala archi, della Pirelli e della Società Conduttori Elettrici i cavi interni e quelli sotterranei fra le due Radio. Gli isolatori della grande antenna sono di fabbricazione straniera, (forniti, insieme con alcuni materiali per le chiavi di manipolazione, dalla Ditta C. F. Elwell) ma la Ginori ha intrapreso con successo la costruzione di isolatori analoghi, che vengono continuamente perfezionati e che hanno intanto permesso di isolare le draglie del nuovo aereo nord-ovest della stazione coloniale con isolatori italiani. La costruzione della linea a 30 kV fu eseguita dalla Società Ligure-Toscana di Eletticità, che fornì anche l'apparecchiatura per la cabina di trasformazione.

Il lavoro di montaggio dei piloni è stato compiuto, con le solite mirabili doti di abilità e di abnegazione dai nostri marinai, sotto la guida del Capitano Nocchiere F. Barsella e dei primi Nocchieri P. Genovali e L. Antuono, aiutati, per la chiodatura, anche da operai borghesi. Il montaggio del macchinario, dei quadri e delle canalizzazioni, la costruzione di apparecchi accessori, la messa in opera e la condotta di tutta l'installazione sono state eseguite dal personale elettricista sotto la guida di abili Sottufficiali (G. Pasquini, E. Novelli, C. Chiellini, G. Tavolieri, A. Guarini, M. Cappugi, C. Argento. In tutti i lavori hanno avuto inoltre parte importante il capo carpentiere V. De Martino ed i capi meccanici S. Strano e G. Sassi. La condotta del servizio radio e telegrafico del Centro è stata tenuta dal personale radio e semaforista agli ordini di valenti capi posto (A. Sbardellati, V. Catarzi) e distinti Sottufficiali (A. Gatto, G. Verricchio, M. Perugini, E. Rutigliano, C. Cristiani, E. De Cesare). Tutti i lavori eseguiti a Coltano si sono svolti senza alcun incidente alle persone, che sia degno di rilievo e che abbia avuto comunque la benchè minima conseguenza.

Sulla facciata della nuova Radio è stata murata, per ordine di S. E. l'Ammiraglio Duca Paolo Tahon di Revel, Ministro della Marina, una lapide che reca questa scritta:

LA REGIA MARINA

IDEAVA

COSTRUIVA E METTEVA IN ESERCIZIO

1920 - 1923



:: SUNTI E SOMMARI ::

FISICA GENERALE.

A. CAMPETTI — *Teoria elettrica dell'affinità e della valenza.* (Nuovo Cimento, S. VII, N. 1-2, gennaio-febbraio 1923, pag. 5).

È noto che un ione consiste di un nucleo positivo e di un certo numero n di elettroni separati dal nucleo. Il numero n dicesi numero di carica nucleare o numero atomico e corrisponde al posto occupato dall'elemento nella tavola periodica. L'elettrone è straordinariamente piccolo di fronte all'atomo; la massa del nucleo positivo, nel caso dell'A. è circa 1800 volte maggiore di quella dell'elettrone e, siccome il raggio è in ragione inversa della massa, il raggio del nucleo è assai minore di quello dell'elettrone.

Per quanto riguarda la struttura dell'atomo, tenuto conto che i pesi atomici riferiti all'O = 16 sono numeri interi (o prossimi) e ammettendo che la massa dell'atomo dipenda essenzialmente dal nucleo positivo, ne consegue che il peso atomico deve rappresentare il numero totale di cariche positive contenute nel nucleo, mentre il numero atomico rappresenta il numero di queste cariche positive nucleari non compensate da elettroni legati al nucleo. Inoltre siccome, in prima approssimazione, tutti gli elementi hanno lo stesso spettro di raggi X si deve concludere che tutti gli atomi, per quanto riguarda la distribuzione degli elettroni interni, debbano avere, per gli strati esistenti, la stessa configurazione. Si ammette infatti che l'atomo sia costituito da un nucleo centrale carico di elettricità positiva, attorno al quale gravitano tanti elettroni negativi quante sono le unità di cariche positive riunite nel centro. Secondo il Bohr ⁽¹⁾ gli elettroni occupano attorno al nucleo una serie di sfere ad esso concentriche in modo che su ciascuna di esse si possano trovare tanti elettroni quanti sono richiesti dalle condizioni di equilibrio. Queste sfere, a cominciare dalla più interna vengono individuate mediante le lettere maiuscole romane K, L, M, N, O, P, Q, e per i gas rari, gli elettroni sarebbero distribuiti come indica la Tabella 1.

TABELLA I.

| | K | L | M | N | O | P |
|----|---|---|----|----|----|---|
| He | 2 | — | — | — | — | — |
| Ne | 2 | 8 | — | — | — | — |
| A | 2 | 8 | 8 | — | — | — |
| Kr | 2 | 8 | 18 | 8 | — | — |
| X | 2 | 8 | 18 | 18 | 8 | — |
| Em | 2 | 8 | 18 | 32 | 18 | 8 |

Il Kossel ⁽²⁾ suppone che le configurazioni di elettroni corrispondenti ai gas rari o nobili, appunto per il fatto che essi non presentano alcuna affinità chimica, siano le più stabili. Perciò, quando un involucro esterno contiene un numero di elettroni maggiore o minore di 2, o minore di 8, esso tende a perdere o ad attrarre a sé qualche elettrone, in modo da assumere la configurazione esterna dei gas rari, dando origine a ioni positivi o negativi: l'affinità chimica non è che la manifestazione della attrazione elettrostatica fra questi ioni di segno opposto. Se da un atomo si distaccano degli elettroni, questo possederà delle valenze positive, possiederà invece valenze negative per aggiunta di elettroni (completamento della zona periferica).

La teoria di Kossel rende bene conto della formazione di composti ad anioni complessi, della variazione delle proprietà chimiche nei composti formati in modo analogo cogli elementi di uno stesso periodo, ed in generale, almeno qualitativamente, del complesso dei fenomeni e delle proprietà chimiche dei composti eteropolarari ⁽³⁾.

Questa stessa idea fondamentale serve a darci ragione dei fenomeni di coesione cristallina. Consideriamo infatti uno dei più semplici reticolati cristallini, quella di Na Cl, si dimostra facilmente che, almeno per gli alogenuri alcalini, ai vertici del reticolato si trovano ioni. Ora questi ioni, per effetto delle loro cariche opposte, si attraggono tendendo a produrre una contrazione del reticolo spaziale; mentre gli involucri elettronici di due ioni esercitano tra loro un'azione repulsiva. Se allora si tien conto della variazione di energia potenziale dovuta ad una variazione delle dimensioni del reticolo spaziale si può calcolare il coefficiente di compressibilità K . I valori di K osservati direttamente su alcuni alogenuri corrispondono in generale abbastanza bene con quelli calcolati nel modo su indicato. Analogamente si possono calcolare i calori di reazione e di ionizzazione.

Però, per quanto la teoria di Kossel si adatti, in prima approssimazione, ai dati sperimentali, non costituisce certo la soluzione definitiva del problema dell'affinità. Essa è troppo semplice e non si presta a spiegare certi fatti come p. es., i legami che tengono uniti gli atomi dei composti omoepolarari. Il Langmuir ⁽⁴⁾, osservando che frequentemente negli involucri periferici degli atomi, gli elettroni sono otto, suppone questi otto elettroni disposti come gli otto vertici di un cubo, onde il nome di *ottetto* data a questa configurazione. Ora am-

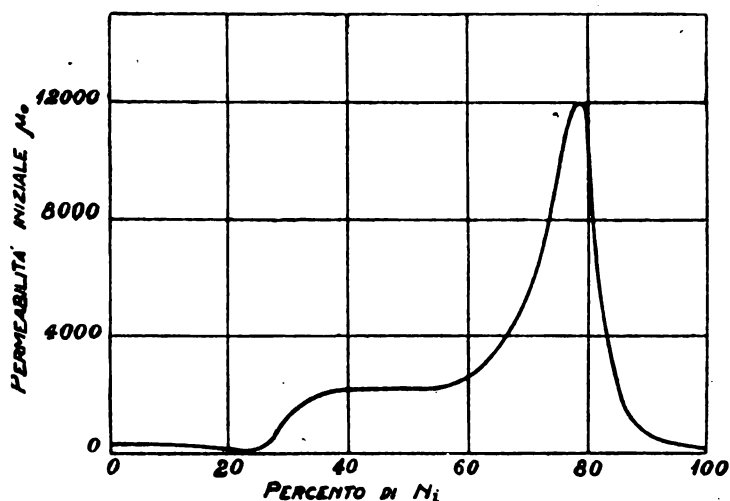
mettendo che questi ottetti nei composti possano avere uno spigolo od una faccia in comune, e ammettendo anche una reciproca penetrazione, il Langmuir, pur basandosi sull'idea fondamentale del Kossel, ci dà una spiegazione della formazione di un numero di composti assai maggiore, in particolare dei composti omoepolarari. b. n.

* *

MAGNETOFISICA.

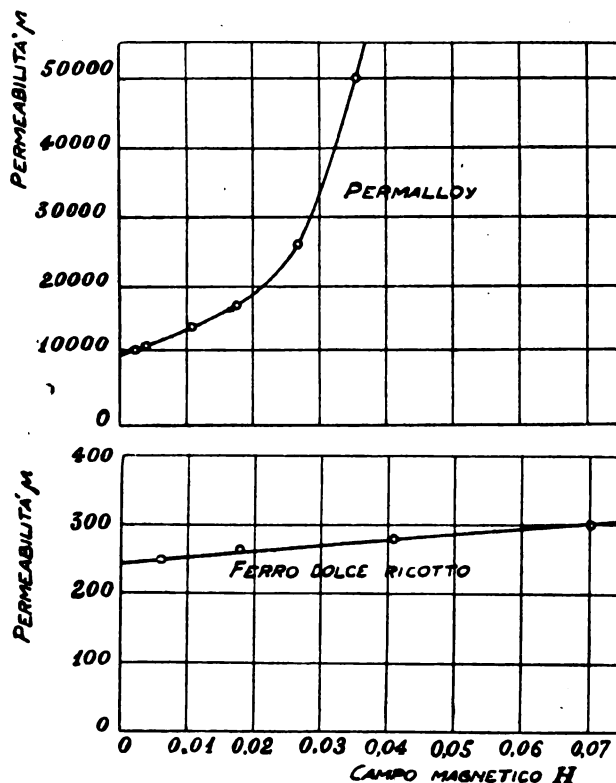
H. D. ARNOLD e G. W. ELMEN — *Una nuova lega ferromagnetica «Permalloy».* (The Electrician, 22 giugno 1923, Vol. 90, N. 2353, pag. 672).

Negli ultimi anni è stata studiata una nuova lega nickel-ferro, che, con opportuna composizione e conveniente trattamento termico, presenta, per campi deboli, valori di permeabilità elevatissimi e mai prima raggiunti. Essa consente radicali progressi nella costruzione e



- FIG. 1 -

nell'uso dei cavi sottomarini e promette altre importanti applicazioni. Si tratta di una lega che contiene all'incirca l'80 % di Ni ed il 20 % di Fe, insieme con il minor numero e con la minore quantità possibile di impurità; fra queste, particolarmente dannoso è il car-



- FIG. 2 -

bonio. Gli AA. hanno misurato la permeabilità per campi molto deboli, mediante la misura di autoinduzione di circuiti avvolti sui saggi in prova, disposti in forma di anello. La frequenza usata era 112 e l'uso del ponte permetteva, coll'aiuto di amplificatori, di operare con correnti magnetizzanti debolissime. Le misure sono state fatte per ogni campione per $H = 0,002; 0,003$ e $0,010$ gauss. Congiungendo in un

⁽¹⁾ Phil. Mag. 26, 1913

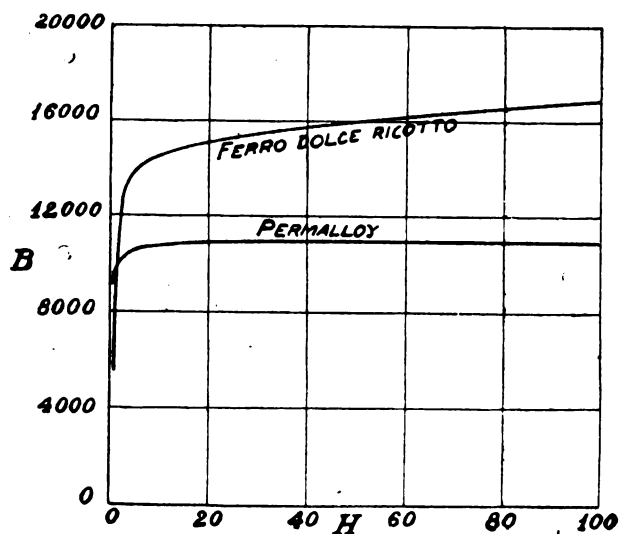
⁽²⁾ Ann. der Phys. 49, 1916.

⁽³⁾ A quelli cioè che danno origine a ioni di segno l'apposto per es.: Na Cl.

⁽⁴⁾ J. An. Ch. Soc. 41, 42, 1919, 1920.

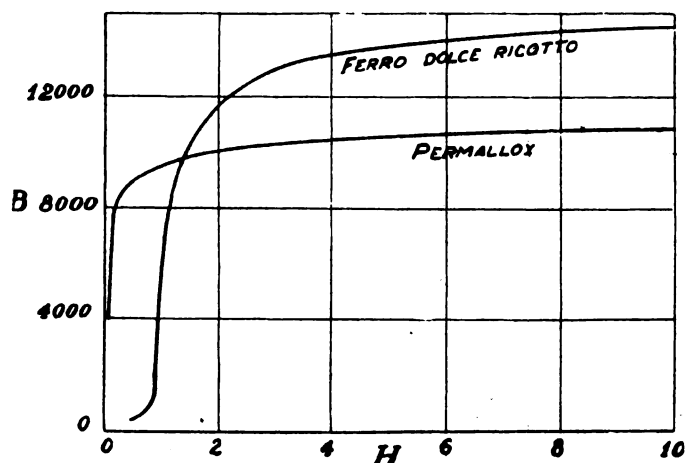
diagramma $\mu = f(H)$ i punti corrispondenti ai tre valori indicati, gli AA. hanno ricavato per extrapolazione il valore della permeabilità iniziale.

Il trattamento termico ha un'importanza decisiva per la parte che si svolge a temperature superiori a 300° C. Operando su campioni



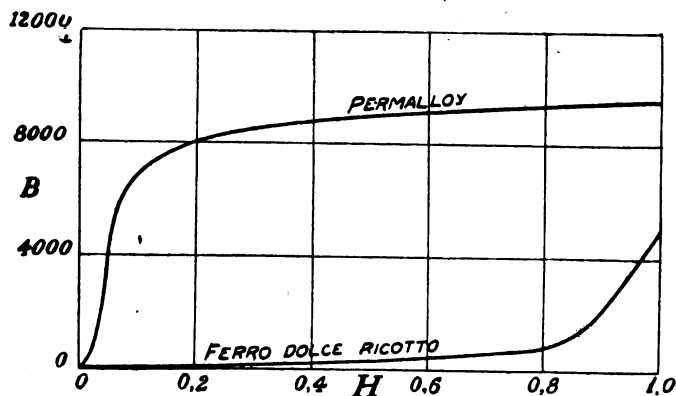
-FIG. 3-

in strisce sottili si è trovato che il processo più conveniente consiste nel surriscaldare per circa un'ora a 900° C, lasciar raffreddare lentamente evitando l'ossidazione, riscaldare nuovamente a 600° C e poi togliere prontamente dal forno e posare su una lastra di rame a temperatura ambiente. A rigore il trattamento termico ottimo varia al-



-FIG. 4-

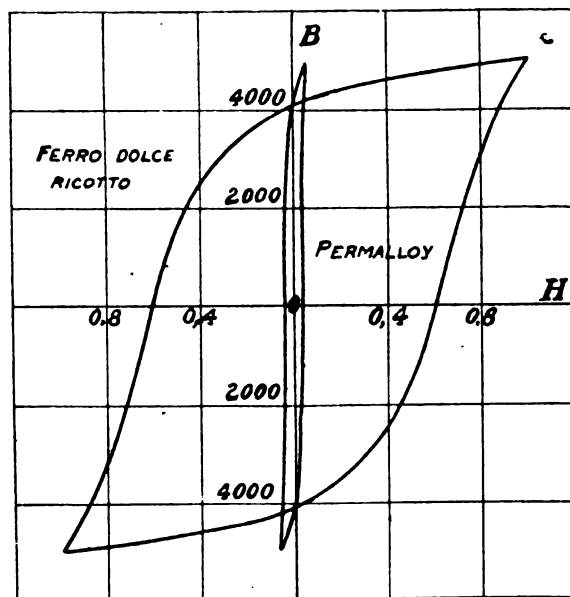
quanto con la composizione della lega ed anche con la forma e con le dimensioni del saggio. Ad ogni modo dando a tutti i campioni il trattamento che si è trovato ottimo per la lega a 80 % di Ni si sono ottenute per l'intera serie delle leghe Ni-Fe le permeabilità iniziali rappresentate dal diagramma della fig. 1.



-FIG. 5-

La massima permeabilità iniziale rilevata dagli AA. è stata di 13 mila unità C.G.S. ossia più che 30 volte il valore corrispondente per la migliore qualità di ferro. La figura 2 riporta il primo tratto dei diagrammi $\mu = f(H)$ per la Permalloy e per un buon ferro dolce ricotto. Per contro la Permalloy si satura magneticamente con campi

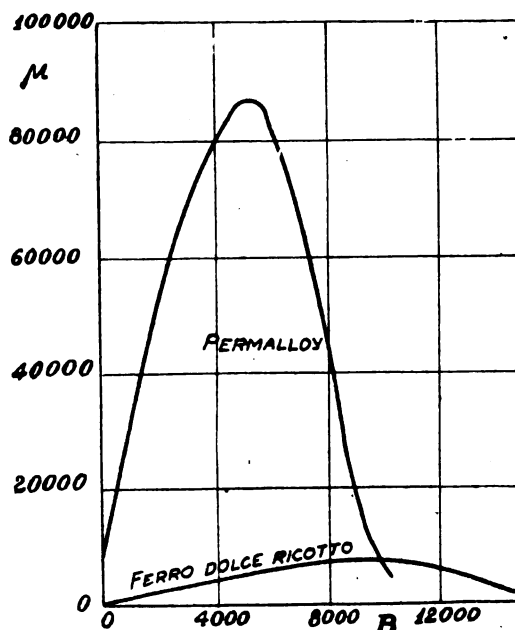
assai deboli, dell'ordine del campo terrestre; occorre quindi nelle misure aver cura di proteggere i saggi da campi magnetici dispersi. Il valore di saturazione è praticamente indipendente dal trattamento termico e obbedisce alla legge già rilevata dal Weiss, secondo la quale la magnetizzazione di saturazione per atomo-grammo, nel caso della serie Ni-Fe, varia linearmente con la composizione a partire da 222 per il Fe, fino a 59 per il Ni.



-FIG. 6-

Le figure 3, 4, 5 danno un'idea dell'andamento delle curve $B = f(H)$ e dalla 5 si rileva facilmente la grande differenza fra Permalloy e ferro dolce nei campi deboli. In figura 6 sono riportati due cicli di isteresi alternativa riferiti al medesimo valore di B; l'area di quello relativo alla Permalloy è 1/16 di quella dell'altro. Infine in fig. 7 sono riportati i diagrammi $\mu = f(B)$.

La nuova lega è eccezionalmente sensibile nelle sue proprietà magnetiche ed elettriche agli effetti delle sollecitazioni meccaniche. Per esempio si può far variare la permeabilità iniziale di un saggio da 1



-FIG. 7-

ad 1/10 unicamente con l'applicazione di una conveniente tensione meccanica. Allo stesso modo la conducibilità elettrica si può far variare di circa il 2%. Una analoga riduzione di conducibilità è prodotta dalla magnetizzazione, ma i due effetti massimi non sono cumulabili (lo sono solamente se si tratta di azioni parziali), ciò che fa ritenere che in ambedue i casi l'effetto ultimo sul saggio sia il medesimo. La variazione di conducibilità sotto l'azione della magnetizzazione si presta ad una misura del campo terrestre, mediante la determinazione del campo contrario, che si deve applicare al saggio, immerso nel campo terrestre, per riportarlo al massimo di conducibilità.

Nei riguardi della densità, delle proprietà termiche, e di quelle meccaniche, della conducibilità, ecc., la Permalloy non apparisce come un composto speciale nella serie Ni-Fe, ma presenta invece le caratteristiche intermedie corrispondenti alla sua composizione.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

A. BLONDEL — *Note sui triodi*. (R. G. E., 13 ottobre 1923, Vol. 14, N. 15, pag. 523).

In due note, presentate all'Accademia delle Scienze, l'A. richiama un suo studio precedente sulla teoria dei triodi (R. G. E. d'icem. 1919, vol. 6, pag. 875 e 923), e mette in rilievo come, nel funzionamento del triodo come generatore, non convenga far avvenire la variazione della corrente anodica intorno al punto medio della caratteristica (corrente media eguale all'incirca alla metà della corrente di saturazione), ma convenga invece spostarsi verso valori più bassi della corrente anodica, ossia verso valori più bassi (più fortemente negativi) della tensione di griglia. Il vantaggio consiste soprattutto nel rendimento (e non già nella potenza messa in giuoco, che sarebbe maggiore col primo sistema), perchè si realizza una condizione di funzionamento ad impulso, ossia la corrente anodica passa solo per una parte relativamente breve del periodo, così da rifornire, in modo discontinuo e al momento opportuno, la necessaria energia al circuito oscillatorio.

Il rendimento sarà tanto più elevato, quanto più breve il periodo dell'impulso; ma nel funzionamento come generatore non si può andare troppo oltre in questo senso, per evitare il pericolo che le oscillazioni si disinnescino. E quindi possibile raggiungere rendimenti ancor più elevati col funzionamento a eccitazione separata, cioè usando il triodo come amplificatore, senza subire i vincoli imposti dall'auto-eccitazione. Così pure è necessario che la fase dell'impulso sia la più favorevole, per ottenere il rendimento massimo.

L'A. mostra come, adottando ipotesi semplificative (corrente oscillatoria armonica semplice, tensione di griglia anch'essa sinoidale e in opposizione di fase rispetto a quella anodica, caratteristica anodica rettilinea), sia possibile calcolare il rendimento in funzione del potenziale medio negativo di griglia, ovvero in funzione dell'intervallo di tempo durante il quale, entro ciascun periodo, passa la corrente anodica. Si calcolano in tal modo rendimenti assai più elevati che quello di 0,5, non superabile nel caso di variazione sinoidale della corrente anodica.

Ne segue che la potenza oscillatoria ricavabile da un triodo varia non solo con la tensione anodica applicata, ma anche con le condizioni di eccitazione della griglia, ossia con la durata più o meno grande dell'impulso. E meglio quindi, come è già stato proposto da altri, definire un triodo in base alla potenza che in esso si può dissipare senza eccessivo riscaldamento.

Un sistema di triodi amplificatori, comandati da un triodo eccitatore (sul cui circuito di griglia reagisce eventualmente la corrente oscillatoria principale) può essere, secondo l'A., regolato in modo da funzionare essenzialmente ad impulso e cioè in modo perfettamente simile alle oscillazioni di seconda specie dell'arco cantante, le quali, come è noto, permettono di raggiungere elevati rendimenti.

In base alle considerazioni esposte, l'A. ritiene che debbano essere completate le prove di collaudo fatte finora sui triodi generatori, in modo da ricavarne elementi anche riguardo al funzionamento ad impulso, che è il più importante. Egli propone di eseguire presso il costruttore le seguenti prove:

1) *Potenza massima dissipabile nel triodo*. Applicata la tensione anodica normale si accrescono la tensione di griglia e quindi anche la corrente anodica, fino a che quest'ultima diviene instabile o si rivela altrimenti un riscaldamento eccessivo.

2) *Tensione di griglia di innescamento*. Per una serie di valori della tensione anodica si determinano i corrispondenti valori della tensione di griglia, per cui la corrente anodica scende a zero.

3) *Tensione limite di griglia*. Poichè l'A. ritiene che le oscillazioni siano limitate principalmente dall'aumento della corrente di griglia, propone che si rilevino i diagrammi corrente di griglia in funzione di tensione di griglia per diverse tensioni anodiche. Il gomito di questi diagrammi indica le tensioni di griglia che non conviene oltrepassare.

4) *Caratteristiche di oscillazione a resistenza negativa costante*. Se si danno alla tensione media di griglia ed a quella anodica determinati valori e si introduce nel circuito anodico una resistenza R , facendo ora variare periodicamente la tensione di griglia e quindi anche la corrente anodica i si ha che la tensione anodica risulta espressa da

$$v = V - Ri,$$

ove V è la tensione costante della batteria anodica. Poichè solo V ed i sono variabili, si rileva che rispetto alle loro variazioni il triodo si comporta come una resistenza negativa R . Mettendo in relazione ad es. i valori efficaci delle parti variabili di v e di i con vari valori di R , si può studiare per una data condizione di innescamento il modo di comportarsi del triodo con diversi valori della resistenza e calcolare approssimativamente il rendimento per ciascuno caso.

5) *Misura delle perdite nel circuito di griglia ed in quello di accensione*.

6) *Misura delle costanti del triodo*. Si rilevano i soliti elementi deducibili dalle caratteristiche statiche e cioè la resistenza interna ed il coefficiente di amplificazione interna. Occorre anche misurare la capacità elettrostatica fra gli elettrodi e specialmente fra griglia e anodo.

Oltre a queste prove, da eseguirsi presso il costruttore, l'A. propone le prove seguenti che dovrebbero eseguirsi presso i laboratori radio incaricati dell'accettazione:

a) *Prove su un'antenna muta*. Il triodo è fatto funzionare come generatore a eccitazione separata sopra un'antenna muta di caratteri-

stiche prestabilite. Queste prove si fanno in condizioni diverse della tensione med' a di griglia, così da verificare sia la potenza massima ricavabile dal triodo senza eccessivo riscaldamento, sia le potenze (minori) ricavabili con una più completa eccitazione ad impulso, nonché i relativi rendimenti.

b) *Rilievi all'oscillografo*. Sono un complemento utilissimo delle prove precedenti, specialmente nei riguardi dei vari elementi di cui non si può tener conto nelle ipotesi semplificative delle trattazioni teoriche.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

W. R. STEINMETZ. — *L'elettrificazione è principalmente un problema finanziario*. (E. R. J., 19 maggio 1923, pag. 855).

I trasporti costituiscono oggigiorno una delle più importanti imprese industriali. In America (Stati Uniti) si hanno oggi 407.000 km di binari, 65.000 locomotive e 2.500.000 carri. Nel mese di gennaio 1923, l'entrata fu di 500 milioni di dollari circa con un guadagno netto di circa 93 milioni su un capitale valutato a circa 19 bilioni.

Lo sviluppo delle ferrovie americane avvenne con la trazione a vapore e un tal sistema sarà sempre il principale, almeno per qualche anno ancora.

Il problema attuale è quello che si riferisce al miglior esercizio dal lato dell'economia e dell'efficienza ed è sotto questo aspetto che l'elettrificazione vien considerata come il sistema che dà i migliori affidamenti.

Lo studio della elettrificazione delle ferrovie si presenta sotto due differenti aspetti: si deve dimostrare che esso è il migliore tanto dal lato economico quanto da quello economico-finanziario così da giustificare i grandi investimenti di capitale che essa richiede.

L'elettrificazione ha dimostrato di essere il mezzo più sicuro ed economico come trasmissione di potenza.

La locomotiva elettrica è stata applicata con successo in tutti i vari servizi ferroviari e diede prova di superare tutte quelle difficoltà di esercizio causate dall'incremento del traffico come non avrebbe potuto fare la locomotiva a vapore.

I quattro vantaggi principali offerti dalla elettrificazione. — Un primo vantaggio dato dall'esercizio elettrico delle ferrovie consiste nelle migliori condizioni della circolazione ed esercizio nell'interno delle gallerie. Nel tunnel di Hoosac (America) la potenzialità di traffico fu di circa quattro volte superiore a quella che si aveva allorché la trazione era a vapore, e il tunnel del Sempione non avrebbe, con ogni probabilità, potuto essere esercito a vapore.

Un secondo vantaggio dell'applicazione della trazione elettrica è dato dall'adozione della trazione in multiplo di automotrici in sostituzione dei treni a vapore suburbani: l'eliminazione delle manovre alle estremità ed una più rapida circolazione dei treni hanno molto influito in senso benefico nella congestione del traffico.

Terzo vantaggio si ha sulle linee in pendenza: l'elettrificazione ha notevolmente sorpassato la trazione a vapore nei riguardi dell'economia della potenzialità e sicurezza d'esercizio. Le salite, nelle linee elettrificate, non costituiscono più il grave fattore che veniva a limitare la potenzialità di una data ferrovia.

La ferrovia Norfolk e Western la cui salita «Elkhorn» rappresenta il tratto di ferrovia in pendenza di maggior traffico nel mondo, a trazione elettrica è in grado di trainare pesi assai più elevati ed a velocità doppia di quello che si poteva avere col servizio a vapore.

La quarta ed ultima dimostrazione dei vantaggi e della convenienza della trazione elettrica è data dai risultati ottenuti dalla completa elettrificazione di tutti i servizi di parecchie linee importantissime attraversanti il continente nord americano.

La ferrovia Chicago-Milwaukee e S. Paul Rly, funziona elettricamente attraversando quattro delle principali catene di monti dell'America del Nord: I locomotori elettrici per treni viaggiatori fanno giornalmente 770 km. con una percorrenza mensile di 19.200 km. Le macchine hanno, raggiunto, nelle 24 ore, anche 1216 km. (1).

Il problema finanziario. — Mentre il finanziamento elettrico è stato applicato con successo negli Stati Uniti a 14 differenti linee, per 4000 km di binario, utilizzando 354 locomotori, sta però di fatto che tale estensione rappresenta solo l'1% delle lunghezze di binario, e di tonnellaggio che ancora vengono esercitati con trazione a vapore.

Da ciò deriva spontanea la domanda: perchè l'elettrificazione non venne studiata per un più largo sviluppo? Ciò porta al secondo aspetto del problema e cioè alla parte finanziaria.

L'elettrificazione è un miglioramento d'esercizio che richiede però impiego di grandi capitali per quanto vi corrispondano molte attrattive per le economie realizzabili nel corso dell'esercizio. Si deve però notare che i vantaggi sono più sensibili in quanto il traffico sia di una certa intensità.

L'elettrificazione delle ferrovie si ebbe in parecchie regioni con programmi definiti (Francia, Giappone, Sud-America, ecc.). In dette regioni l'utilizzazione delle energie idrauliche con conseguente risparmio del carbone (date le difficoltà di approvvigionamento di quel-

(1) I locomotori del Gottardo debbono, quale prova di collaudo, superare in 24 ore tre volte il percorso Chiasso-Lucerna-Chiasso, cioè in totale 1440 km. (N. d. R.).

combustibile) costituiva di per sè stessa valida giustificazione alla conversione della trazione a vapore in quella elettrica. Simile condizione non si verifica invece per gli Stati Uniti.

La spesa per gli approvvigionamenti delle ferrovie americane ascende solo all'11 o 12 per cento delle spese totali di esercizio mentre per es. in Svezia, durante la guerra, tale spesa ammontò al 50 % rispetto a quelle totali.

Un recente studio sull'elettificazione di una linea montana di grande traffico dimostrò che pagando il carbone a tre dollari per tonnellata e l'energia elettrica a tre quarti di centesimo di dollaro per kilowatt-ora, le convenienze dei due sistemi di trazione si eguagliavano.

Nelle regioni sopracitate, col carbone a 15-40 dollari la tonnellata e col prezzo dell'energia idroelettrica presso a poco uguale a quello praticato negli Stati Uniti è evidente la convenienza della trazione elettrica.

Vi sono tuttavia altre ragioni che giustificano la preferenza della trazione elettrica.

L'attuale progresso commerciale che si verifica in America fa prevedere non lontana la necessità di poter sfruttare al massimo i mezzi di comunicazione esistenti: come si disse l'elettificazione rimuove la maggior parte delle cause che limitavano la potenzialità di traffico di una linea ferroviaria.

Una delle limitazioni — di carattere finanziario — all'efficienza della trazione a vapore è data dalla mano d'opera. Gli alti salari e l'abbreviamento del periodo lavorativo ora avvenuto e che certo continuerà anche in seguito, costituisce un notevole ostacolo. Il personale delle macchine elettriche dovendo consumare minor tempo nelle operazioni varie accessorie (ispezione e manutenzione) può render di più. L'effetto nocivo causato da tali operazioni inerenti alla macchina a vapore viene poi aumentato quando vi sia congestionamento di traffico.

Altro degli inconvenienti della trazione a vapore è rappresentato dal rilevante numero di impianti secondari richiesti dalla locomotiva, specie nelle stazioni terminali.

L'abolizione, coll'adozione della trazione elettrica, delle stazioni di rifornimento d'acqua e di carbone, delle piattaforme per la rotazione delle locomotive, di varie officine meccaniche, ecc., e una maggior facilità delle manovre nelle stazioni terminali, sono tutti elementi che favoriscono il miglior sfruttamento degli impianti attuali.

Una terza limitazione risulta dal fatto che la locomotiva a vapore è sempre un elemento poco sicuro di rapido traffico nei casi in cui si verificano sfavorevoli condizioni atmosferiche. Un vantaggio delle locomotive a vapore viene trovato nel fatto che esse costituiscono un mezzo indipendente di trazione. Esse, per contro, sono però soggette a forti diminuzioni nella potenza utile in causa di avverse condizioni atmosferiche, così che spesso quando occorre la maggiore potenzialità del mezzo di trazione, bisogna invece alleggerire i treni e ridurre la velocità a causa della diminuita efficienza delle locomotive.

Se si vuole che le ferrovie si mantengano al livello del sempre crescente traffico si devono adottare tutti i mezzi possibili per il loro progresso ed il loro miglioramento.

Nessun capitale può essere investito in aziende ferroviarie se non è sicuro un certo lucro: l'elettificazione è uno dei primi e più importanti miglioramenti che diano affidamento di buon reddito. Tutte le elettificazioni finora eseguite confermano tale asserto. g. v.

:: Note Politiche, Economiche e Finanziarie ::

Rassegna delle Società Elettriche.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Società An. Distribuzione Energia — Milano.

In assemblea straordinaria è stato approvato l'aumento del capitale sociale da L. 264.000 a L. 1.000.000 mediante emissione di 7360 azioni da L. 100.

Società Italiana Apparecchi Protezione Impianti Elettrici Interni — Milano.

Ha deliberato di aumentare il capitale sociale portandolo da L. 40 mila a L. 500.000 mediante 4600 nuove azioni da L. 100.

Unione Esercizi Elettrici — Milano.

In assemblea straordinaria venne deciso di elevare il capitale sociale portandolo da L. 80.000.000 a L. 102.000.000 emettendo 440.000 nuove azioni da L. 50. Di queste azioni, 400.000 sono riservate in opzione agli azionisti.

Società An. per le Forze Idrauliche di Trezzo d'Adda «Benigno Crespi».

L'assemblea straordinaria degli azionisti ha deliberato di aumentare il capitale sociale da 20.000.000 a L. 30.000.000 emettendo 40 mila azioni da L. 250 riservate in opzione agli azionisti.

Società Idroelettrica Cisalpina — Milano.

Venne deciso di emettere 30.000 azioni da L. 500 aumentando così il capitale da L. 30.000.000 a L. 45.000.000. L'aumento è specialmente destinato a proseguire la costruzione degli impianti del Liro (Chiavenna).

Fabbriche Elettrotecniche Riunite — Milano.

Aumentano il capitale da L. 400.000 a L. 3.000.000 mediante emissione di 26.000 azioni da L. 100.

Società An. Luce e Forza — Parabiago.

Emette 500 nuove azioni da L. 200 per portare il capitale sociale da L. 1.000.000 a L. 2.000.000.

Società An. Imprese Elettriche Sarde — Cagliari.

In assemblea straordinaria è stato deliberato l'aumento del capitale a L. 600.000 mediante emissione di nuove azioni da L. 100.

COSTITUZIONI E SCIoglimenti DI SOCIETÀ.

Soc. Industrie Pesaresi Elettriche SIPE — Pesaro.

È la trasformazione della esistente Società collettiva dello stesso nome. Il capitale sociale è di L. 72.000 diviso in 1440 azioni da L. 500.

Società Idroelettrica Alto Savio — Roma.

Si è costituita col capitale di L. 4.000.000 diviso in 8000 azioni da L. 500 per le utilizzazioni delle forze idrauliche e distribuzione di energia elettrica.

Società Elettrica Alto Adige — Milano.

Si è costituita col capitale di L. 50.000 diviso in 500 azioni da L. 100.

Società Radio Reale Italiana — Milano.

Si è costituita per la costruzione e per l'esercizio di stazioni radiotelegrafiche di media e piccola potenza. Il capitale di L. 10.000 in 100 azioni da L. 100.

Società Industrie Elettriche Sepino - SIES - Ing. Alberto Giachi e C. - Sepino-Terzo.

Si è costituita questa Anonima col capitale sociale di L. 1.000.000 diviso in 10.000 azioni da L. 100.

Società Partenopea per Industrie Metallurgiche ed Elettriche — Napoli.

È stato deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua messa in liquidazione.

Società Italiana per la Fabbricazione dell'Alluminio e altri Prodotti dell'Elettrometallurgia. — Roma.

In assemblea straordinaria è stato deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua messa in liquidazione.

* *

La *detente* franco-germanica, a cui accennavamo nella precedente Nota, ha continuato a svilupparsi nel mese di dicembre. I contatti fra le due nazioni nemiche si sono fatti più frequenti e più diretti e ciò stesso fa sperare in una meno difficile intesa.

Il Governo di Berlino ha manifestato apertamente alla Francia il suo desiderio di trattare direttamente con essa tutte le questioni relative alla regolazione della situazione Renana. L'incaricato tedesco d'affari a Parigi ha avuto parecchi colloqui con il presidente Poincaré, e ha presentato diversi memoriali illustranti il punto di vista tedesco. Da parte francese si insiste nell'atteggiamento formalmente intransigente riguardo allo sfruttamento e mantenimento dei pigni. Poincaré ha riaffermato ancora una volta che l'evacuazione della Ruhr potrà avvenire solo gradualmente in proporzione ai pagamenti effettuati dalla Germania. Tuttavia in Germania si nota con non celata soddisfazione che v'è da parte francese un evidente mutamento sostanziale nel modo di agire, mutamento che si manifesta chiaramente nella cura con cui si evita di troncarsi bruscamente i tentativi di approccio tedeschi come venne invece fatto nelle precedenti occasioni.

È innegabile che un miglioramento si è verificato nella situazione interna della Ruhr grazie ad una mitigazione del regime di occupazione. Si annuncia anzi che prossimamente gran parte delle truppe occupanti sarà ritirata. Gli accordi cogli industriali si vanno intensificando ed estendendo cosicché la ripresa del lavoro è quasi generale e la vita industriale del paese si va risvegliando.

La Commissione delle Riparazioni in seguito alla esposizione fatta dagli incaricati tedeschi sulle condizioni finanziarie e sociali della Germania, ha stabilito di nominare due Comitati di inchiesta. Il primo dovrà studiare i mezzi opportuni per il riassetto del bilancio tedesco e per arrivare alla stabilizzazione della moneta; l'altro sarà incaricato di studiare i mezzi per far rientrare in Germania i capitali emigrati clandestinamente all'estero.

L'America dopo qualche tergiversazione ha acconsentito a partecipare a tali Comitati almeno colla presenza di suoi «osservatori» secondo la soluzione intermedia ormai da tempo adottata dalla politica americana.

I lavori di questi Comitati cominceranno in gennaio e non intralceranno i procedimenti della Commissione delle Riparazioni che continuerà immutata nelle sue attribuzioni e nelle sue finalità. La partecipazione dell'America e di tutti gli Alleati conferisce però al lavoro dei Comitati un peso morale grandissimo, tanto che le conclusioni che verranno prese non mancheranno di influenzare in modo decisivo tutta la complessa questione delle riparazioni.

Il Governo tedesco ha ceduto anche sul punto del controllo militare alleato, e si annuncia che il generale Nollet è ripartito per Berlino allo scopo di rimettere in attività gli organi di controllo interalleati.

La adesione dell'Inghilterra all'iniziativa francese del Comitato di inchiesta era stata salutata a Parigi come un riavvicinamento inglese alla alleata continentale, e la stampa francese non aveva mancato di sottolinearne in modo significativo l'importanza ricollegando tale fatto alle recenti manifestazioni italo-spagnuole. Ma tale soddisfazione fu di breve durata perché l'esito inatteso delle elezioni politiche inglesi rovesciò completamente la situazione politica.

Infatti le elezioni, quasi improvvisamente decise dal primo mi-

nistro Baldwin, segnarono con generale sorpresa un deciso scacco per il partito conservatore che perdette molti seggi a favore di quello liberale e in particolare modo di quello labourista. Tale esito è generalmente attribuito all'allarme suscitato nelle masse dalle direttive di politica protezionistica adottate dal passato Governo, ma non mancherà di far risentire la sua influenza su tutta l'azione politica dell'Inghilterra nel prossimo futuro.

In Francia si è seriamente allarmati e si attende con una certa ansietà il chiarirsi della nuova situazione politica, tutt'ora incerto fra un governo labourista e una coalizione fra liberali e conservatori.

Intanto in Inghilterra si delinea un notevole malcontento contro i prestiti che la Francia va concedendo alle piccole Potenze dell'Europa centrale. Tali prestiti che ammontano a centinaia di milioni e devono essere destinati ad acquisti di materiale da guerra in Francia, si ricollegano ad una serie di trattati e di accordi, in apparenza commerciali, ma di innegabile contenuto politico, che la Francia va stringendo colla Polonia, colla Jugoslavia e colla Ceco Slovacchia. La stampa inglese non esita ad osservare che se la Francia ha tanta disponibilità di capitali per scopi militari potrebbe meglio ricordarsi dei debiti da essa contratti coi maggiori alleati o almeno mostrare minore intransigenza nella questione delle riparazioni.

La situazione interna tedesca, per quanto un poco ristabilitasi dopo i movimenti separatisti e nazionalisti, è sempre precaria. La questione dell'approvvigionamento sembra occupare più di ogni altra l'attuale Governo. Esso aveva aperto trattative con l'America per l'apertura di un prestito per acquisto di generi alimentari. Il prestito era stato concesso per 70 milioni di dollari destinati all'acquisto di derrate alimentari americane, ma per tale prestito era necessario che la Germania potesse dare garanzie all'America. La Commissione delle riparazioni non ha accolto la domanda di priorità sulle riparazioni avanzate a tale scopo dalla Germania.

In Grecia le cose si complicano sempre di più. Dopo la serie di rivoluzioni e contro rivoluzioni, si è ora inscenata una agitazione repubblicana la cui origine è ben chiara e la cui sincerità può essere agevolmente giudicata da chi ricordi come il partito repubblicano non sia mai esistito in Grecia. Con una trovata veramente greca, si è costretto il Re a recarsi all'estero per un viaggio la cui durata non è stabilita. E mentre il Re va in licenza in Romania, si convoca ad Atene la costituente per decidere la questione del regime. A completare la scena, Venizelos, che pochi anni fa doveva fuggire ingloriosamente dalla sua patria, cede agli insistenti inviti dei suoi partigiani e si reca ad Atene per risolvere la situazione politica! Ecco una bella occasione per chi voglia procurarsi la soddisfazione di fare il profeta a buon mercato!

Un certo allarme ha suscitato nel mondo politico e specialmente nel campo della Piccola Intesa la stipulazione di un accordo fra l'Albania e la Turchia. Tale accordo, la priorità del quale si fa risalire all'Italia, si vuol ricollegare con pretese manovre per la formazione di un nuovo blocco turco-bulgaro-ungaro albanese sotto gli auspicci dell'Italia. Tali voci vengono però autorevolmente smentite.

Si annuncia prossimo un nuovo Convegno della Piccola Intesa che dovrebbe occuparsi di importanti questioni e specialmente dell'occlusione della domanda nuovamente avanzata dalla Polonia per essere ammessa a far parte dell'Intesa.

*

L'esito delle elezioni inglesi, se ha suscitato qualche apprensione negli ambienti politici, è stato invece salutato con soddisfazione nelle sfere industriali e finanziarie europee. È certo che, qualunque soluzione parlamentare possa dar vita ad un nuovo Governo, la nuova composizione della Camera inglese segna la sconfitta decisa della direttiva protezionistica adottata dal Governo di Baldwin. Questo fatto toglie una delle cause maggiori di perturbamento e di apprensione che erano venute a gravare negli ultimi tempi sulla vita finanziaria europea.

I tempi non sono evidentemente propizi per esperimenti protezionistici. Si annuncia infatti che anche la Ceco Slovacchia, che aveva adottato da tempo delle tariffe gravissime a protezione delle proprie industrie, è sul punto di ricredersi. Il ministro delle Finanze avrebbe deciso la riforma radicale delle tariffe doganali; ben 140 voci della tariffa verrebbero abolite e il commercio reso libero nei loro riguardi. La mentalità protezionistica ceco-slovacca si ripercuote però ancora nelle discussioni avviate per il nuovo trattato di commercio coll'Italia. Difficoltà gravi si sono infatti incontrate e si incontrano tuttora appunto per eccessive pretese avanzate dai Commissari ceco-slovacchi. Tuttavia i lavori sono ormai avanzati; è stata regolata definitivamente la questione dei debiti di guerra ed è prossima la conclusione del trattato consolare.

Notevole interesse ha suscitato la stipulazione di un trattato commerciale fra la Germania e l'America. A quanto pare la Germania godrà della clausola della nazione più favorita per quanto riguarda il commercio, la navigazione, il diritto di soggiorno e l'attività consolare. Le pratiche furono condotte con grande riserbo e ancora non si hanno notizie precise. Questo trattato viene a specificare ancor meglio la situazione affatto particolare, nei riguardi della Germania, assunta dall'America. È noto che questa non ha mai accettato né firmato il Trattato di Versailles.

La Germania continua così con fermezza ed abilità grande a gettare i semi della sua nuova prosperità. È annunziato come prossimo un trattato di commercio colla Russia e sono avviate pratiche per

quello colla Spagna. Grandi speranze sono fondate in Germania sulla concessione di un prestito da parte dell'America, ma la grande difficoltà consiste nell'impossibilità da parte della Germania di dare garanzie in merito, essendo tutte le sue risorse ipotecate dalla Commissione delle Riparazioni.

Un nuovo conflitto d'origine economica, ma che può avere gravi conseguenze politiche si va delineando fra la Polonia e la Russia. Il Governo di Mosca non ha fino ad ora dato esecuzione alle clausole del trattato di Riga. Scaduti ormai i termini, la Polonia esige l'esecuzione; si tratta, fra l'altro, di 30 milioni di rubli oro che la Polonia dovrebbe ricevere per gli oggetti preziosi ed il materiale rotabile polacco rimasto in Russia. Inoltre i Soviet hanno causato continue difficoltà intorno alla restituzione delle fabbriche cosicché solo 13 di esse su 300 poterono essere restituite. Le condizioni gravissime delle finanze statali polacche rendono indispensabile la raccolta di tutte le riserve, cosicché v'è da attendersi che la Polonia insista con energia nella sua richiesta.

In Russia si riparla della esportazione di grano. Secondo dichiarazioni di personalità bolsceviche, la Russia avrebbe venduto oltre 800.000 quintali di grano, di cui 40.000 diretti in Italia. La Francia e l'Inghilterra si interessano vivamente a tale esportazione; in Francia si è permesso agli Istituti finanziari di anticipare a tale scopo le somme occorrenti; in Inghilterra si è formata una Società mista russo-britannica per finanziare le esportazioni di grano.

Si hanno anche notizie circa le operazioni di cambio e di credito fatte dalla Banca di Stato russa su divise estere. Queste operazioni sono in quest'anno aumentate da 44 milioni di rubli oro a 500 milioni di rubli oro. Anche i depositi presso la stessa Banca di Stato, che cominciarono un anno fa con 2.800.000 rubli oro hanno toccato quest'anno i 30.000.000 di rubli oro.

La Rumenia si è accinta con energia a risanare il proprio bilancio. Il Ministro delle Finanze ha fatto una larga esposizione della situazione finanziaria illustrando il preventivo per il 1924. Esso prevede, rispetto all'esercizio precedente un aumento di 887 milioni nel gettito delle imposte dirette, e di 600 milioni nelle imposte indirette; notevoli aumenti sono pure previsti nelle altre voci di entrate: per i monopoli è previsto un miliardo. Nelle spese sono in forte aumento quelle militari (503 milioni sul bilancio della guerra). Nel bilancio del Ministero delle Finanze le spese sono in aumento per 1360 milioni per l'accertamento del debito pubblico interno ed estero, inscritto per la prima volta nel bilancio dopo la guerra, e per pagare l'interesse dei Buoni del Tesoro non consolidati. Il Ministro ha espresso la convinzione che il bilancio sarà in pareggio e forse presenterà un leggero margine di eccedenza.

Nella Ruhr la vita industriale riprende con intensità. Un accordo è intervenuto per il regolare funzionamento delle ferrovie. La produzione delle miniere e quella delle fabbriche di coke è aumentata di quasi il 30 per cento dopo superato il periodo critico del conflitto più acuto. La quantità di carbone prodotto complessivamente dalle miniere della Ruhr supera le 600.000 tonnellate per settimana, ciò che corrisponde al 30 per cento della produzione normale nel periodo corrispondente nel 1922. I forni da coke producono oltre 60.000 tonnellate settimanali, ossia il 14 per cento della corrispondente produzione del 1922. Queste cifre sono però in continuo aumento perché nuove miniere vengono rimesse in attività e sempre nuovi forni riprendono a funzionare.

I proprietari di miniere hanno deciso di abbandonare il famoso Kohlsyndikat il cui trattato scade il 31 dicembre. Al suo posto è progettata la istituzione di una nuova organizzazione col nome di Società per la spartizione e la vendita del carbone della Ruhr. Nel nuovo Consiglio di amministrazione entreranno quattro rappresentanti degli operai.

Secondo le convenzioni intercorse nel patto di Dusseldorf fra proprietari di miniere e Autorità di occupazione, il 23 per cento della produzione verrà consegnata in conto riparazioni. Gli industriali hanno anche consentito a consegnare pure in conto riparazioni, il 10 per cento dei sottoprodotti. Corrispettivamente è stata consentita una diminuzione dell'imposta sul carbone, la quale da 10 franchi per tonnellata venduta, viene portata a 6 franchi.

La rientrata della Ruhr nel ciclo produttivo dell'economia europea, porta un elemento finanziario nuovo di grandissima importanza. La produzione della Ruhr, se come pare, potrà riprendere un valore paragonabile a quello dei tempi normali, non mancherà di influenzare il mercato in modo sensibilissimo. E ciò tanto più in quanto durante il periodo di occupazione, e specialmente durante il tempo della resistenza passiva, molte industrie sia per non lasciare inattivi gli operai, sia d'altra parte per non accumulare prodotti che avrebbero potuto essere soggetti a confisca, hanno impiegato le loro attività in ampliamenti o in costruzioni di nuovi impianti.

*

La condizione di cose che può derivare dal nuovo fattore Renano, interessa in modo particolare l'Italia, che può trarne vantaggi e riceverne danni.

Fra i vantaggi va segnalato in prima linea la ripresa delle consegne di carbone in conto riparazioni. Per la settimana dal 16 al 22 dicembre le consegne vennero stabilite in 6000 tonnellate giornaliere e per la settimana dal 23 al 29 in 8000 tonnellate giornaliere. Per quanto questi valori siano sempre assai lontani dalla quota assegnata per riparazioni in natura, è confortante l'incremento progressivo

e soprattutto deve allietare il fatto che si sia evitata, grazie alla ripresa del lavoro nella Ruhr, la completa sospensione delle consegne, che il Governo Tedesco era già stato costretto a decretare anche nei nostri rapporti.

Nella Ruhr si erano anche accumulate altre materie prime e specialmente rottami, dei quali erano disponibili 250 000 tonnellate. Ma questo materiale che ci sarebbe assai utile, pare sia stato interamente ripartito fra Francia e Belgio, nelle loro qualità di paesi occupanti. E sperabile che l'energia del nostro Governo, come è riuscita a farci assicurare la consegna di carbone appena ripreso il lavoro nelle miniere, riesca anche ad assicurarci una partecipazione ai larghi stock di altre materie prime (benzolo, naftalina, ecc.) attualmente disponibili nella Ruhr.

Il pericolo per l'Italia è costituito invece dagli stock di prodotti finiti e semifiniti. Pare vi sia una disponibilità, per l'esportazione, di circa 800 000 tonnellate di prodotti metallici finiti o quasi. La Francia e il Belgio non avranno certamente la stessa buona volontà di assorbire questi prodotti di concorrenza, come lo ebbero per le materie prime. E prevedibile quindi che cerchino di facilitarne la esportazione sugli altri mercati e non vi ha dubbio che se quella massa si riversasse in gran parte sull'Italia, ne verrebbe un profondo turbamento sul nostro mercato.

Occorre quindi da parte della nostra industria ed eventualmente anche da parte del nostro Governo una oculata vigilanza estesa non soltanto a questo primo periodo di assestamento ma anche e più a quello successivo, quando cioè l'industria Renana rinforzata dai nuovi grandiosi impianti riprenderà la sua piena efficienza.

Tutto un lavoro si svolge da parte dell'Inghilterra e della Francia per prepararsi una propria rete di influenze. L'industria inglese si è accaparrata un notevole stock di azioni di Società tedesche. I movimenti e gli approcci per una intesa industriale franco-tedesca sono ben noti e non è detto ancora che l'interesse finanziario non abbia ad essere anche più forte del contrasto politico.

Dopo che la Camera approvò l'accordo commerciale colla Russia, si sono fatte più numerose e più insistenti le voci intorno ad un prossimo riconoscimento ufficiale del Governo Bolscevico da parte dell'Italia. Tali vie sono forse ancora premature, ma è certo che spira attualmente un'aura di cordialità nei rapporti italo-russi. Da parte italiana vi è il miraggio di procurarsi delle fonti preziose di materie prime a condizioni favorevoli. Da parte russa si fa ogni sforzo per ottenere il riconoscimento giuridico nella convinzione che, se una Potenza comincia a mettersi su questa strada, le altre non tarderanno a seguirne l'esempio.

Il rappresentante bolscevico, Jordanski, a Roma è assai largo di dichiarazioni sulla opportunità reciproca di un riavvicinamento italo-russo. Anche il prof. Stein della Università di Mosca, attualmente in missione a Roma insiste pubblicamente nel mettere in evidenza come l'economia Russa, eminentemente agricola e produttrice di materie prime, sia opportunamente complementare di quella italiana prevalentemente tecnica e manifatturiera.

È giunto a Roma il rappresentante del Governo Russo, Jansen, incaricato di trattare col nostro Governo per la conclusione di accordi concreti. Jansen ha assicurato che tutta la stampa russa saluta con simpatia il riavvicinamento coll'Italia ed auspica più stretti rapporti. Ha assicurato che sono assolutamente false le notizie di manifestazioni antifasciste avvenute in Russa, dove le dichiarazioni del Governo Italiano hanno dissipato ogni malinteso ed ogni prevenzione.

Secondo notizie corse, i trattati in elaborazione sarebbero due. Uno, di carattere prevalentemente politico fra l'Italia e l'Unione delle Repubbliche Russe, l'altro particolare fra l'Italia e la Repubblica dell'Ucraina. E infatti in modo speciale con quest'ultima che, per la sua posizione geografica, l'Italia ha maggiore opportunità per avviare scambi. Già nell'ottobre scorso infatti il Governo dei Soviet noleggiava, per mezzo dei suoi emissari una dozzina di vapori italiani per una stazza complessiva di 100 000 tonnellate, destinandoli al traffico fra i porti del Mar Nero e quelli del Mediterraneo, compresi gli Italiani.

Da Mosca giunge notizia che il Governo Russo avrebbe ratificato la concessione a un gruppo di industriali e capitalisti italiani di una vasta concessione petrolifera. Si tratterebbe di un'estensione di circa 20 000 ettari nella Georgia, in zona ricchissima di petroli, nafta e oli pesanti. La notizia merita però conferma perchè da altra fonte si annuncia invece che il Governo Russo anzichè una concessione vera e propria, preferisca addvenire alla formazione di una impresa o consorzio italo-russo al quale concedere in affitto una zona per un certo numero d'anni. All'Italia sarebbe poi anche riservata una zona carbonifera nel Donetz e una zona agricola nella Ucraina da destinare alla cultura di cereali.

La trattativa italo-russa sono seguite colla maggiore attenzione specialmente a Parigi e a Londra. Dobbiamo augurarci che esse vengano sollecitamente condotte a compimento, prima che nuovi intralci o difficoltà vengano sollevati dalla diffidenza dei contrastanti interessi internazionali.

Di tale diffidenza, e del malvolere col quale la nuova ascensione d'Italia è seguita all'estero, abbiamo avuto chiare prove nella questione della posa di nuovi cavi dritti fra l'Italia e l'America. Sono ben note le opposizioni tenaci a cui la nostra iniziativa andò incontro specialmente da parte delle grandi Compagnie estere dei cavi appoggiate più o meno apertamente dai rispettivi Governi.

Si annuncia ora che le difficoltà sarebbero state superate e che si sarebbe giunti ad un accordo soddisfacente, evitando lo scoglio in-

sorto dal rifiuto opposto dal Portogallo, sotto pressioni dell'Inghilterra, a concedere l'autorizzazione per l'approdo del cavo alle Azorre. Per superare l'ostilità inglese l'Italia ha acconsentito ad impegnarsi a non servirsi delle linee Americane tra New York e l'America del Sud, per il traffico con quest'ultima, ma di continuare invece a servirsi delle vie inglesi. La condizione tuttavia è puramente temporanea, poichè è noto che l'Italia intende di procedere alla posa di un altro cavo diretto coll'America del Sud, via Malaga, il quale permetterà di sottrarsi alla soggezione inglese. Si è anche accolta una partecipazione del capitale inglese nella costruzione e nell'esercizio del primo tratto dall'Italia a Malaga, partecipazione tuttavia assai limitata essendo ormai il capitale occorrente già quasi interamente sottoscritto in Italia o nelle Colonie Italiane del Sud America.

Il primo cavo che verrà collocato sarà dunque quello Italia-Malaga-New York. Il tronco fino a Malaga potrà servire anche per il cavo coll'America del Sud da collocarsi in un secondo tempo. Quanto alle forniture di materiale, mentre pare che il tratto Italia-Malaga debba essere riservato all'industria nazionale, si prevede che si dovrà concedere per il rimanente una parte dei lavori all'industria estera per evitare nuovi ostacoli e difficoltà.

L'Italia è poi anche interessata nella ripartizione dei 20 000 chilometri di cavo tedesco tenuti dagli Alleati come preda di guerra. La questione si trascina fin dalla Conferenza di Washington del 1920 specialmente per causa della Francia. Pare tuttavia che nel 1924 una apposita Conferenza sarà tenuta a Londra per risolvere definitivamente il problema.

*

Nell'ambiente finanziario ed economico italiano ha avuto larghissima eco il discorso pronunciato dal Ministro De Stefani sulla situazione del bilancio dello Stato.

Risulta dalle dichiarazioni del Ministro che il bilancio 1922-23, chiuso al 30 giugno ha registrato un disavanzo definitivo di 3041 milioni, segnando così un miglioramento di circa un miliardo sul previsto.

Lo svolgimento del conto di competenza, per l'esercizio in corso, aveva suscitato qualche apprensione per il fatto che già al 31 ottobre la rimanenza disponibile costituita da stanziamenti non ancora impegnati era già ridotta a 2561 milioni. L'apparente tenuità di tale riserva non deve impressionare poichè circa gli otto decimi degli stanziamenti già eseguiti contemplano spese che vengono impegnate per l'intero esercizio. Tale asserzione è anche comprovata dal fatto che nell'intero mese di novembre la riserva suddetta venne intaccata soltanto per 225 milioni.

L'andamento delle entrate nei primi cinque mesi dell'esercizio finanziario segnano un maggiore accertamento di 161 milioni sul previsto. Il disavanzo calcolato al 30 novembre ammonta a 690 milioni, cifra superiore al previsto; il Ministro attribuisce tale fatto alla sopravvenienza di circostanze che esso definisce d'indole politica a riflesso finanziario. La situazione mensile del bilancio al 30 novembre, secondo la pubblicazione mensile proseguita con lodevole puntualità dall'On. De Stefani porta una nota secondo la quale il disavanzo totale previsto inizialmente in 2616 milioni viene elevato a 2913 con un aumento di 300 milioni. Nel suo discorso al Senato, il Ministro non ha però escluso che la situazione possa essere migliorata e corretta nei prossimi mesi.

Il riassetto dell'azienda ferroviaria procede soddisfacentemente. Il deficit pel bilancio in corso, che era stato previsto in 654 milioni, potrà essere ridotto, secondo le assicurazioni ripetute dell'On. Torre, a 374 milioni grazie a 180 milioni di minori spese e a 100 milioni di maggiori entrate.

Con molta prudenza il Ministro De Stefani ha avanzato delle previsioni anche pel bilancio 1924-25 pel quale crede si possa prevedere un disavanzo di 700 milioni.

L'Azienda delle Poste e Telegrafi prevede di poter chiudere il bilancio futuro in pareggio e forse con un piccolo margine di beneficio. Le dichiarazioni dell'On. De Stefani furono accolte con larga soddisfazione. E' specialmente confortante notare come vada ormai diminuendo rapidamente il ricorso a nuovi debiti per saldare i disavanzi del bilancio di competenza. Il debito contratto nei primi cinque mesi dell'esercizio in corso fu di 540 milioni, ma il fabbisogno vero tenuto conto dell'aumento del fondo di cassa fu di soli 325 milioni ossia di circa 65 milioni al mese.

Altro importante discorso illustrante la situazione economica ed industriale fu tenuto dal Ministro Corbino in occasione della celebrazione del Centenario della Cassa di Risparmio di Lombardia. L'esposizione del Ministro Corbino riuscì una nuova solenne constatazione di vitalità giovanile e una energica affermazione di fiducia nel progresso del Paese.

Non sono del resto soltanto voci italiane quelle che rilevano o osservano gli indici di vigoria e di riassetto del nostro Paese. Ad esse aggiungono autorevoli attestazioni estere fra le quali merita di essere rilevata quella dell'Associazione dei Banchieri Americani. Questo importantissimo organo economico ha riassunto in una sua recente pubblicazione la situazione finanziaria italiana in termini lusinghieri. Vediamo con piacere constatato il fatto che l'Italia fu, tra le Nazioni europee, la prima a non fondare la propria ricostituzione finanziaria dal provento delle riparazioni, tantochè comprese nei suoi bilanci le ricostruzioni e le pensioni di guerra. La pubblicazione constata il progressivo ridursi del deficit tendente a scomparire, il notevolissimo miglioramento della bilancia commerciale (da 19 mi-

liardi nel 1920 a 6,5 miliardi), la riorganizzazione dell'industria, il rinnovato ordine interno ed esprime fiducia nel nostro avvenire economico.

Anche eminenti personalità canadesi ricevute dal Presidente del Consiglio ebbero ad esprimere lusinghieri commenti sulla nostra situazione. Commenti tanto più attendibili in quanto la loro visita era indirizzata a realizzare un programma di interessamento del capitale americano in Italia. Nel Canada il lavoro italiano accoppiato al capitale locale ha dato ottimi risultati e la finanza canadese sembra essere incline a tentare la stessa alleanza direttamente in Italia.

Prosegue la prosperità del Porto di Trieste alla quale accennavamo nelle precedenti note esponendone le ragioni. Il traffico di questo nostro importantissimo porto, ha raggiunto ormai una intensità superiore a quella di anteguerra. Nell'ultimo mese i magazzini generali del Porto hanno caricato e scaricato per 16 128 carri ferroviari con 2 147 128 quintali di merci. Queste cifre segnano un aumento di 3305 carri e 730 338 quintali sui corrispondenti valori del 1912 (12 823 carri e 1 416 880 quintali).

Altre buone notizie si hanno nel campo agricolo. Il raccolto dell'uva, secondo i dati ufficiali dell'Ufficio Statistica Agraria del Ministero della Economia Nazionale, è riuscito assai soddisfacente. Il raccolto complessivo, compreso quello delle nuove Provincie, ammonta a 83 848 000 quintali, cifra superiore di ben 27 507 000 quintali al raccolto del 1922 e di 31 914 000 quintali a quello del 1921. Il raccolto nelle sole vecchie Provincie fu nel 1923 di 81 668 000 quintali e quindi assai superiore alla media dodicennale 1910-1921 che fu di 59 831 000 quintali.

Quanto al grano, da autorevole fonte si ritiene che l'importazione potrà essere quest'anno limitata a circa 10 milioni di quintali, bastante ad assicurare una scorta sufficiente. Questa cifra è valutata sulla base dei dati ufficiali sul raccolto dell'anno, già riportati sulle note precedenti, tenendo conto delle rimanenze della campagna precedente non minori di 13 milioni di quintali, e calcolando su un fabbisogno medio di kg. 160 per abitante annuo. Su queste basi dovrebbe realizzarsi un risparmio di quasi due miliardi e mezzo. Il favorevolissimo raccolto di quest'anno non deve però far trascurare lo studio del nostro problema granario, problema che si è andato facendo sempre più grave. Basti pensare che nell'ultimo ventennio la produzione media è rimasta costantemente sui 50 milioni di quintali mentre la popolazione aumentava di 6 milioni di abitanti. Il solo andamento demografico richiede perciò un maggior consumo di oltre 10 milioni di quintali all'anno.

La guerra, coi pericoli delle insidie sottomarine, ha messo anche in maggior evidenza il danno di una troppo grave dipendenza granaria dall'estero ed ha rinnovato l'interessamento per la soluzione di tale problema. La cultura granaria, se ha di poco migliorato nel settentrionale e nel centro, ha addirittura peggiorato nel meridionale sia come estensione di superficie coltivata a grano, sia come produzione unitaria per ettaro. Confrontando i dati del quinquennio 1909-1913 con quelli 1919-1923 si osserva che il raccolto è aumentato nel settentrionale e nel centro da 30 145 000 di quintali a 31 731 000 mentre diminuiva nel meridionale e nelle isole da 19 751 000 quintali a 16 586 000.

Un miglioramento sulla situazione si impone. Poco si può sperare da un ampliamento dell'estensione coltivata, sia pur tenendo conto degli importanti lavori di bonifiche in corso. Molto invece si può fare ancora per aumentare la produzione unitaria, perfezionando i metodi di coltura. Le iniziative prese in proposito dal Governo e l'opera attiva delle Cattedre ambulanti, meritano perciò un plauso specialmente se verranno opportunamente corroborate con una efficace politica dei concimi.

*

L'andamento finanziario Europeo fu specialmente caratterizzato da due fenomeni monetari: l'inizio della carriera del Gold-Mark e la rapida caduta del franco francese e belga. È ancora troppo presto per poter considerare gli effetti del rapido passaggio tedesco da una moneta svalutata al massimo grado ad una moneta pari all'oro. Per ora, mentre da una parte si nota un graduale abbassamento dei prezzi all'interno, già saliti vertiginosamente più dello svilimento già tanto rapido della moneta, dall'altro canto si lamenta un nuovo aumento nei salari e un corrispondente peggioramento nelle industrie sempre più impossibilitate a riprendere le esportazioni.

La caduta del franco francese e belga ha suscitato in Francia vivaci discussioni ed animate polemiche. Se ne sono ricercate le cause per ogni dove, non escluso in inverosimili manovre tedesche; si sono messi in evidenza con ogni mezzo i sintomi di stabilità e di floridezza del bilancio statale e dell'industria nazionale. Ma il franco continua a scendere. Il Ministro delle Finanze Francese asserì che il franco viene disprezzato per ragioni psicologiche e ne rigettò la colpa sulla Germania. «Ciò che pesa su di noi, come su tutto il mondo, è la mancata esecuzione del Trattato di Versailles da parte della Germania».

Si potrebbe osservare che la lira italiana, in questo stesso momento, non viene deprezzata. La ragione vera della crisi del franco è nettamente dichiarata da un giornale parigino: la Francia ha giuocato il suo avvenire monetario sul rimborso delle somme dovute a titolo di riparazione. Ora che si ha l'impressione che questo rimborso è più lontano che mai, la Francia sconta la sua imprudenza finanziaria.

Calmi e poco variati i cambi nei riguardi delle altre divise. L'andamento generale delle nostre Borse, fu piuttosto sostenuto ed attivo, salvo nell'ultimo periodo del mese, per le frequenti chiusure festive.

I fondi di Stato sono stati abbastanza favoriti, e dopo staccata la cedola hanno registrato qualche progresso.

Movimentate la Banca d'Italia, passate da 1520 a 1573 per chiudere a 1568. Meno mosse le Commerciali, mentre le Credito passano gradatamente da 816 a 892 declinando però in chiusura a 880. Nel comparto dei trasporti hanno mostrato speciale attività gli ex-ferrovieri e specialmente le Meridionali che dopo esser sbalzate da 401 a 454 chiudono a 448. Anche attivi e in qualche miglioramento gli altri valori.

In pieno aumento sono i titoli tessili. Furono specialmente favorite le Turati passate da 546 a 570 e le Targetti da 276 a 366; le Cascami Seta da 772 in apertura giungono con qualche oscillazione a 839. In buona sostenutezza ma senza spostamenti vistosi i titoli metallurgici e gli automobilistici.

Fra i valori alimentari e i titoli di esportazione si registrano progressi notevoli specialmente da parte delle Brasital.

Attivo e nettamente favorevole il mercato dei titoli elettrici come si può vedere dallo specchietto che segue.

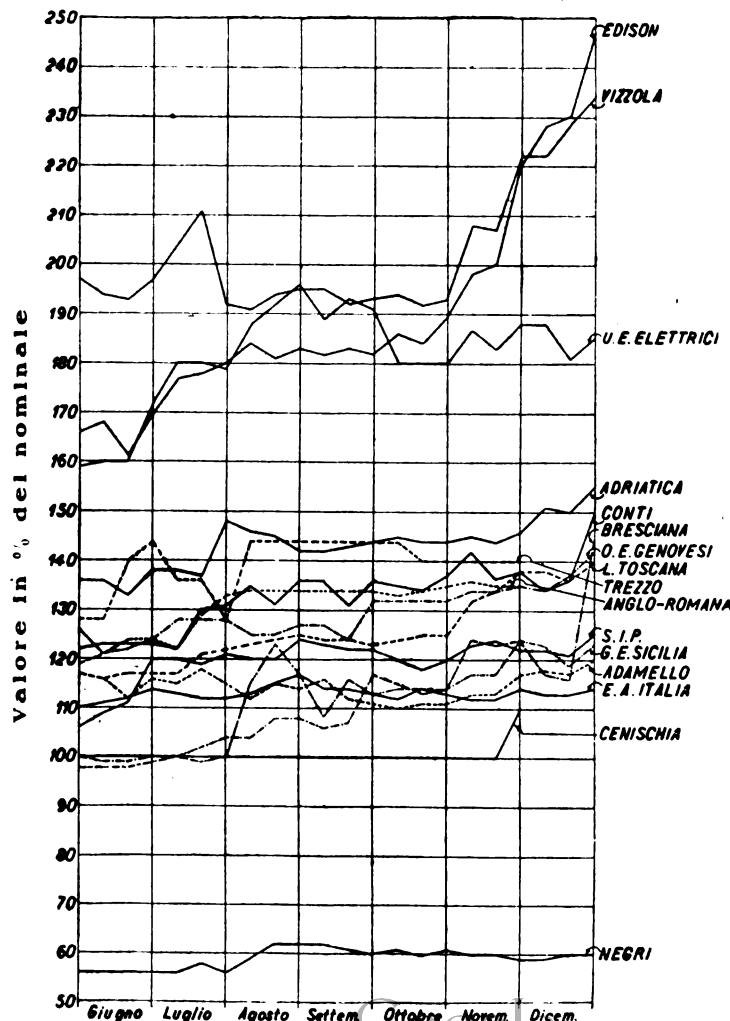
Ing. RENATO SAN NICOLÒ.

Variazioni dei Titoli Elettrici nel dicembre 1923.

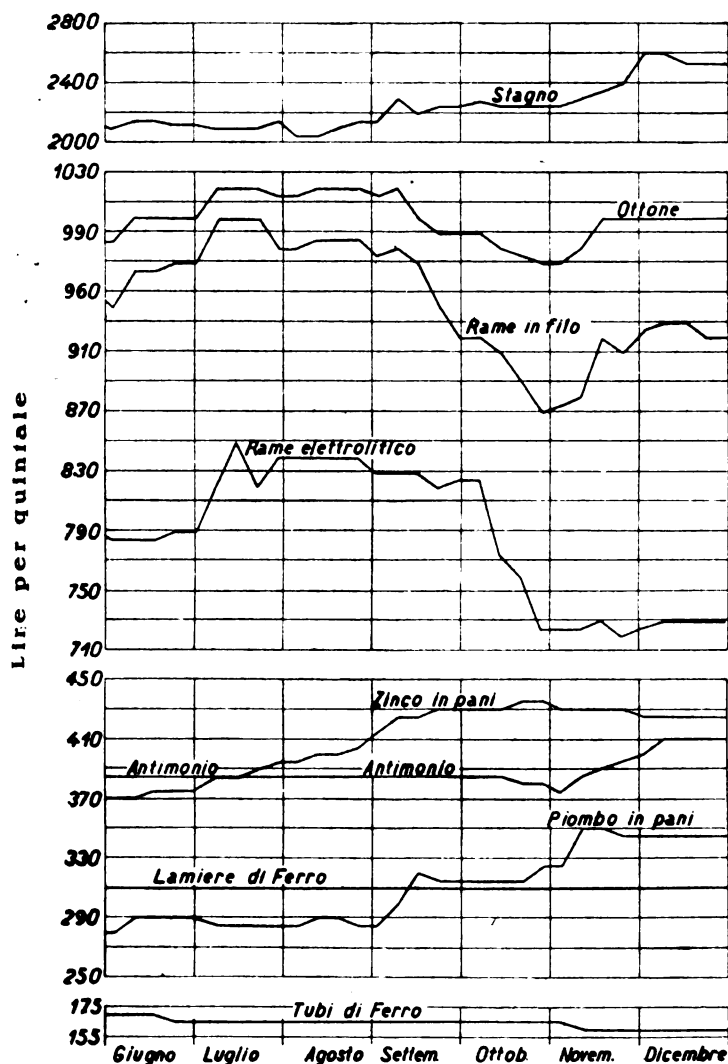
| | Valore nominale | I decade | II decade | III decade |
|--------------------------------------|-----------------|----------|-----------|------------|
| Edison | 300 | 684 | 691 | 741 |
| Conti | 250 | 336 | 341 | 375 |
| Vizzola | 500 | 1111 | 1120 | 1172 |
| Bresciana | 100 | 117 | 117,50 | 144 |
| Adamello | 200 | 239 | 232 | 240 |
| Unione Eser. Elettrici | 50 | 94 | 90,50 | 94,50 |
| Elettrica Alta Italia | 250 | 234,50 | 283 | 285 |
| Officine Elett. Genovesi | 250 | 335 | 342 | 356 |
| Adriatica | 100 | 151,50 | 151,50 | 155 |
| Negri | 200 | 119 | 119 | 121 |
| Ligure Toscana | 200 | 276 | 272 | 280 |
| Gener. Elet. della Sicilia | 100 | 123,50 | 121,50 | 123 |

* *

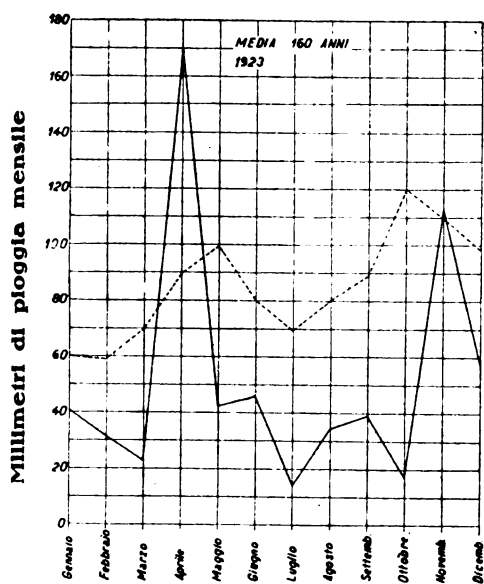
Titoli delle principali Società Elettriche (Riassunto semestrale)



METALLI (Riassunto semestrale)



Dati pluviometrici mensili per la Città di Milano (Riassunto annuale)



Errata-corrige.

N. 36 - Vol. X - 25 Dicembre 1923.

Nell'articolo **La nostra industria: Telefoni e segnalazioni al servizio degli impianti elettrici**, è stato omissso il sotto-titolo **Apparecchi della Società Brevetti; Arturo Perego di Milano e la firma A. Perego.**

SCOLARI PAOLO, gerente responsabile.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Elezioni e referendum.

Diamo l'elenco completo delle schede regolarmente pervenute all'Ufficio Centrale:

| Sezione di | Bari | schede | 26 sopra | 78 iscritti | (33,3 %) |
|------------|---------|--------|----------|-------------|----------|
| » » | Bologna | » 184 | » 374 | » | (49,2 %) |
| » » | Catania | » 16 | » 59 | » | (27 %) |
| » » | Firenze | » 54 | » 212 | » | (25,5 %) |
| » » | Genova | » 54 | » 191 | » | (28,1 %) |
| » » | Livorno | » 75 | » 269 | » | (28 %) |
| » » | Milano | » 342 | » 1334 | » | (25,6 %) |
| » » | Napoli | » 109 | » 308 | » | (35,3 %) |
| » » | Palermo | » 35 | » 130 | » | (26,9 %) |
| » » | Roma | » 125 | » 587 | » | (21,3 %) |
| » » | Sarda | » 26 | » 59 | » | (44 %) |
| » » | Torino | » 206 | » 743 | » | (27,7 %) |
| » » | Trento | » 25 | » 87 | » | (28,7 %) |
| » » | Trieste | » 35 | » 180 | » | (19,5 %) |
| » » | Veneta | » 62 | » 164 | » | (37,9 %) |
| Totale | | 1374 | 4775 | | (28,9 %) |

Come annunciato, domani 16, seguirà lo scrutinio.

* *

Rendiconti della Riunione annuale.

Per iniziativa della Presidenza generale e dell'Ufficio Centrale è stato pubblicato in questi giorni un volume di circa 200 pagine del formato del giornale contenente il testo di tutte le memorie presentate e i verbali di tutte le discussioni seguite alla riunione di Milano dell'autunno 1922. Per quanto le une e gli altri siano già stati a suo tempo pubblicati sul giornale, molti soci saranno lieti di avere così ordinatamente raccolta tutta la interessante materia del Congresso, tanto più che un doppio indice, per autori e per materia, permette di rintracciare facilmente qualsiasi particolare.

Il volume si pubblica in ritardo per il fatto che si dovettero ricomporre quasi tutte le memorie; ma l'analogo volume per il recente Congresso di Venezia potrà approntarsi subito dopo la pubblicazione dei Verbali. E se, come è da augurarsi, l'iniziativa verrà continuata si formerà una nuova interessante ed utile raccolta di volumi ad attestare l'attività del nostro sodalizio.

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO.

La sera del 25 Gennaio corrente alla Sezione di Milano si inizierà una serie di discussioni sugli argomenti che formarono oggetto della recente Conferenza internazionale di Parigi.

Il Presidente della Sezione ha distribuito ad alcuni Colleghi volenterosi il compito di riassumere tutte le 40 memorie circa che furono presentate a Parigi, in modo che su di esse, per gruppi, possa svolgersi una ordinaria discussione che potrà certo riuscire assai interessante. Di essa naturalmente terremo informati i lettori.

*

SEZIONE SARDA

Il 30 u. s., dietro invito della Sezione Sarda dell'A. E. I., il socio Ing. Enrico Donadio, di ritorno dalla visita alla diga del Gleno, ha tenuta una brillante conferenza sul doloroso ed immane disastro.

Il conferenziere, dopo aver accennato a quelle che sembrano essere le cause più verosimili che hanno condotto al crollo della diga, ha ricostruito lucidamente e vividamente il tragico percorso delle acque dalla diga crollata al lago d'Iseo, lusingando il suo dire preciso e chiaro con grafici e fotografie.

Esposte le cause e i luttuosi effetti il conferenziere ha preso in considerazione quelle che possono essere le provvidenze per eliminare il ripetersi di sì luttuosi avvenimenti o almeno alleviarne le disastrose conseguenze.

E qui, opportunamente ha fatto i confronti del caso con lo sbaramento del Tirso acuendo così l'interesse del pubblico.

Egli ha osservato come la diga del Tirso offra garanzie di solidità e di sicurezza tali da escludere anche la più lieve apprensione concludendo con parole di doverosa lode per i tecnici che crearono la grande opera.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA
ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La nuova Presidenza.

Pubblichiamo più avanti i risultati ufficiali delle elezioni Presidenziali per il nuovo triennio 1924-26. La percentuale dei votanti si è mantenuta al solito livello del 30 per cento e se, da un punto di vista superiore, sarebbe desiderabile un maggior interessamento dei soci alla vita interna del Sodalizio, si deve d'altra parte riconoscere soddisfacente il risultato, se si tien conto del grande numero dei soci nuovi i quali, necessariamente, sono proclivi all'astensione non conoscendo ancora bene, dell'A. E. I. nè uomini nè cose. Vero piacere dà la constatazione della compattezza della votazione in cui il numero dei voti dispersi è stato veramente insignificante. Per la Presidenza Generale tutti i suffragi convergono sul nome del Prof. GIUSEPPE SARTORI, un veterano del nostro Sodalizio, già Presidente di Sezione e Vice-Presidente Generale, per il quale il passato è sicura garanzia per l'avvenire. Ai lettori dell'*Elettrotecnica* non occorre del resto una particolare presentazione perchè il Prof. Sartori è da tempo uno dei più fedeli e preziosi collaboratori del nostro giornale, al quale ha sempre riservato la primizia dei suoi numerosi e interessanti lavori.

A Vice-Presidenti generali furono chiamati il Prof. E. Soleri, già Presidente della Sezione di Torino, ed il nostro collega Giancarlo Vallauri; entrambi pure ben noti ai lettori. Terzo Vice-Presidente rimane di diritto il Presidente uscente, Ing. Del Buono.

A Segretario Generale fu riconfermato l'Ing. Giuseppe Comboni, mentre i Colleghi Sperti, Pugno e Rigatti furono rispettivamente chiamati a coprire le cariche di Segretario della Presidenza, di Vice Segretario Generale e di Cassiere.

A tutti gli eletti i nostri più vivi rallegramenti ed auguri.

Costruzione ed esercizio delle grandi linee aeree.

Tre scritti si raggruppano, nell'odierno fascicolo, sotto questo argomento. Il Prof. REBORA molto opportunamente espone alcuni facili procedimenti per la misura delle frecce, ricordando giustamente come tutti i brillanti studi e gli ingegnosi abachi via via escogitati per il calcolo delle frecce cadano spesso nel vuoto per il fatto che, il più delle volte, la messa in opera dei conduttori è abbandonata all'empirismo dei tirafili, mentre dovrebbe essere continuamente sotto il controllo di rigorose misure di temperature e di frecce.

L'Ing. VENTURINI, che fu forse il primo ad importare in Italia il criterio della verifica periodica, in esercizio degli isolatori delle grandi linee e che ha altra volta descritto l'apparecchio ch'egli all'uopo ha fatto costruire, ci dà oggi interessanti notizie statistiche sui notevoli risultati pratici raggiunti. È da augurarsi che la sua esposizione concorra a vincere la ritrosia ed il misonismo di tanto nostro personale tecnico ed anche di molti ingegneri che hanno linee in esercizio.

Infine l'Ing. MANFREDI, con la nota presentata a Parigi, illustra brevemente la nuova linea a 135 000 volt recentemente costruita dalla sua Società, e per più di un aspetto caratteristica.

La moderna tecnica costruttiva dei cavi ad alta tensione.

Pure alla Conferenza di Parigi il Prof. SOLERI ha presentato la nota di cui oggi pubblichiamo il testo; nota la quale ha confermato, a Parigi, l'impressione che le Ditte italiane marcino veramente alla testa in questo importante ramo dell'industria elettrica.

LA REDAZIONE.

PROVA DEGLI ISOLATORI IN ESERCIZIO COL "FIORETTO ACUSTICO," □ □ □

PIO G. VENTURINI

Nell'*Elettrotecnica* del 25 aprile 1921, anno VIII, n. 12, ho descritto un apparecchio per la verifica periodica degli isolatori durante l'esercizio normale sulle linee ad alta tensione, ed i primi risultati delle prove. In seguito, con lettera 26 novembre 1921 ha informato i lettori dei brillanti risultati ottenuti con le prove che ebbero inizio col 1° novembre 1920 su una linea a 70 kV, (*Elettrotecnica*, n. 33, vol. VIII, anno 1921) ed ora, dopo oltre due anni di esperienza, ritengo interessante pubblicare i risultati pratici ottenuti perchè mostrano chiaramente la convenienza grandissima di procedere alla prova e sostituzione degli isolatori in linea, prima che si abbiano a subire interruzioni nel servizio.

L'apparecchio « Fioretto acustico » fig. 1, costruito dalla Ditta Carlo Tofani di Firenze, che ha servito alle prove, è basato sul principio descritto nel 1921.

Consiste cioè in uno spinterometro posto alla estremità di un fioretto tubolare. Un polo dello spinterometro, mediante un'astina metallica, può essere portato a contatto col filo di linea o col cemento o coll'armatura che collega due campate o due isolatori sospesi. L'altro polo dello spinterometro è costituito da un tondino metallico che attraversa un tubo di sottile foglia di ottone, situato nell'interno dell'estremità del fioretto perchè costituisca una capacità contro terra. Quindi, quando la punta di questo fioretto è portata ad un potenziale elettrico sufficiente per superare la distanza spinterometrica, si avrà una scarica che sarà rivelata dal rumore caratteristico.

Questo dispositivo è stato imitato in America con un apparecchio simile per la prova degli isolatori in linea ed è descritto nel n. 24 dell'*Electrical World*, 16 giugno 1923. In esso, per amplificare il rumore della scarica spinterometrica è stato inserito un telefono sul circuito dello spinterometro e della capacità ed alla estremità inferiore il fioretto si raccorda con un tubo di gomma che si porta direttamente all'orecchio dell'operatore.

Per la prova degli isolatori con questo sistema, si fissa la distanza dello spinterometro per modo che questa sia appena superiore a quella necessaria per avere la scarica con la tensione del punto che si vuole provare. Se allo stabilire del contatto col punto in tensione avviene la scarica nello spinterometro, vorrà dire che l'isolante compreso fra la linea ed il punto toccato è deteriorato.

Nel « Fioretto acustico » da me ideato, l'estremità che porta lo spinterometro è stata ridotta più semplice e meno ingombrante possibile, sia per ottenere la massima leggerezza, sia perchè opponga la minima resistenza al vento.

Lo spinterometro si aggiusta una volta per sempre, per modo che permetta la scarica quando si tocca il punto dell'isolatore a potenziale più basso, cioè la congiunzione della campata infissa sul perno con la superiore.

Il rumore di questa scarica viene ascoltato per mezzo di un microtelefono con pila a secco, racchiuso in una scatola all'estremità del fioretto impugnata dall'operatore e l'audizione si fa col telefono, inserito opportunamente con una spina sul circuito del microfono. L'esperienza ha dimostrato che senza cuffia la percezione è forte e nitida anche tenendo il padiglione del telefono discosto dall'orecchio.

Regolata la vite micrometrica dello spinterometro, per modo che lasci passare la scarica alla tensione richiesta dal-

l'operatore, quando con la punta del fioretto si tocca un filo di linea in tensione e successivamente il cemento che collega le campanelle dell'isolatore, oppure le armature metalliche degli isolatori sospesi di una catena, si udranno dei rumori di scarica successivamente e gradualmente meno intensi a seconda della diminuzione di tensione che si ha partendo dal filo di linea per giungere al supporto dell'isolatore.

Risultati delle prove.

Riferirò solo sui risultati ottenuti su due tronchi della stessa linea di lunghezza di 80 km ciascuno, con isolatori in tre pezzi e linea alla tensione di 70 kV e neutro isolato.

Le prove furono eseguite con due criteri diversi: nel primo tratto furono fatte procedere con relativa lentezza prolun-

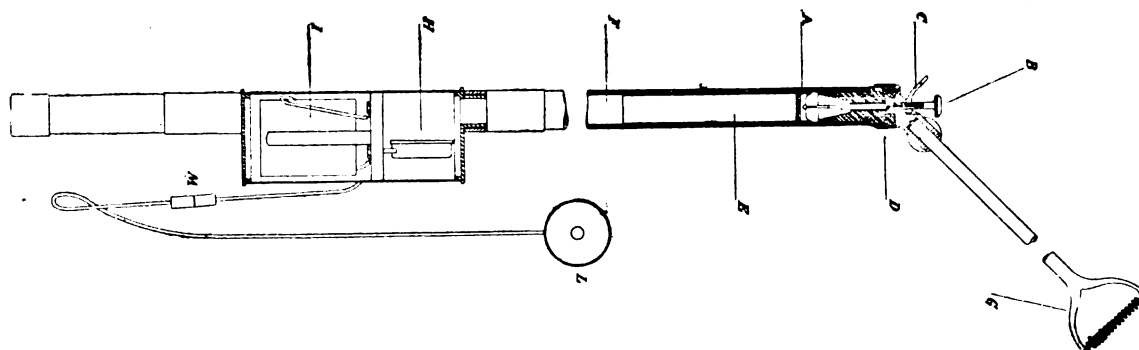


Fig. 1.

- | | |
|---|----------------------------|
| A - Spinterometro registrabile | G - Forcella di contatto |
| B - Vite micrometrica di registro | H - Microfono |
| C - Arresto | I - Pila a secco |
| D - Coperchio di ebanite | L - Ricevitore telefonico. |
| E - Tubo metallico costituente capacità | M - Attacco a spina. |
| F - Fioretto tubolare di bakelite | |

Se una delle parti isolanti è deteriorata si avrà una diversità nella graduazione di questi suoni prodotti dalla scarica e l'operatore potrà individuare la parte isolante deteriorata, perchè sperimentando al di sopra e al di sotto di essa si avrà la stessa intensità di suono corrispondente allo stesso potenziale elettrico.

Con la lunga esperienza ottenuta, ripetendo per 8 volte la verifica sotto tensione e l'immediata sostituzione degli isolatori sulle linee a 70 kV della S. E. V. e della S. E. I. C. per un percorso di 160 km da Castelnuovo (Valdarno) a Nera Montoro (Val Nerina) e sulle linee a 70 kV Prato-Galliciano (chilometri 65), ho potuto raccogliere preziosi risultati ed utili informazioni dal personale incaricato di eseguire le prove e ritengo di far cosa grata a chi ha l'esercizio di lunghe linee elettriche esponendole in questa breve nota.

Debbo premettere che gli operai che hanno usato l'apparecchio, scelti fra l'elemento giovane e quindi scevro da vecchie abitudini o pregiudizi, pronti di intuito e svelti di gambe, hanno portato un valido contributo all'applicazione del metodo, stimolati anche dalle ricompense loro assegnate in ragione della eliminazione delle interruzioni di servizio dovute a guasti di linea.

L'apparecchio usato è il primitivo, che trasformato come si è detto, ha preso la forma della fig. 1 e con esso si sono facilmente ottenuti i risultati desiderati.

Essendo di facile e comodo uso, le prove hanno proceduto speditamente ed il personale ha potuto servirsi con sicurezza dell'opera del guardiafilo addetto al tratto di linea, che per quanto non abituato a questo genere di lavoro ha facilmente superata la prima impressione di introdurre fra i fili della linea il lungo ma leggero fioretto.

gandone la durata in modo da occupare continuamente l'operario; nel secondo tratto invece vennero fatte con la massima rapidità e ripetute ad intervalli, più volte.

Così, nel primo caso gli isolatori venivano sostituiti con un intervallo di tempo più lungo, mentre nel secondo caso la linea veniva in breve tempo rimessa tutta a nuovo e la si lasciava poi inosservata per un periodo variabile, di circa due mesi.

Si è potuto così constatare che il secondo sistema dà i migliori risultati, sia per il numero delle fulminazioni provocanti interruzioni di servizio, sia per il numero degli isolatori cambiati.

La spiegazione si può supporre ammettendo che, (la linea, nel primo caso, non essendo mai completamente in perfetto ordine), la deficienza di isolamento in un appoggio determini scariche superficiali, cioè momentanee messe a terra, provocando su tutto l'impianto (con neutro isolato) sopraelevazioni di tensione che danneggiano anche gli altri isolatori.

La percentuale superiore di isolatori difettosi nel primo tratto si spiega con la diversa fornitura di porcellana, a meno che non si voglia trovare nel fatto che essendo più prossimo alle Centrali di produzione, è sottoposto ad una maggiore tensione di linea.

Gli isolatori cambiati in seguito alle verifiche sono stati tutti provati in vasca alla tensione di prova a secco e sono risultati difettosi nella parte indicata dall'apparecchio, anche se non presentavano tracce visibili di deterioramento, perchè perforati nella parte coperta dalle campanelle di porcellana.

Nel seguente specchio sono esposti i risultati delle prove nei due tratti considerati:

1° Tratto

| | | | | | | |
|----------------------|--------------------|--------------------|---|-------------------|--------------|---------|
| 1 ^a Prova | Dal 15 Aprile 1921 | al 25 Luglio 1921 | — | Su 3186 isolatori | 80 difettosi | = 2,5 % |
| 2 ^a » | » 25 Novembre 1921 | » 1 Aprile 1922 | — | » 3186 » | 72 » | = 2,3 % |
| 3 ^a » | » 9 Aprile 1922 | » 18 Novembre 1922 | — | » 3186 » | 76 » | = 2,4 % |
| 4 ^a » | » 4 Gennaio 1923 | » 5 Aprile 1923 | — | » 3186 » | 64 » | = 2,0 % |
| 5 ^a » | » 29 Maggio 1923 | » 27 Giugno 1923 | — | » 3186 » | 70 » | = 2,2 % |

2° Tratto

| | | | | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|---|-------------------|--------------|----------|
| 1 ^a Prova | Dal 1 Novembre 1920 | al 25 Febbraio 1921 | — | Su 1780 isolatori | 35 difettosi | = 2,0 % |
| 2 ^a » | » 6 Luglio 1921 | » 30 Settembre 1921 | — | » 1730 » | 23 » | = 1,3 % |
| 3 ^a » | » 16 Dicembre 1921 | » 8 Gennaio 1922 | — | » 753 » | 8 » | = 1,05 % |
| 4 ^a » | » 1 Marzo 1922 | » 20 Maggio 1922 | — | » 1780 » | 4 » | = 0,22 % |
| 5 ^a » | » 23 Giugno 1922 | » 21 Luglio 1922 | — | » 1730 » | 5 » | = 0,28 % |
| 6 ^a » | » 6 Ottobre 1922 | » 24 Ottobre 1922 | — | » 1242 » | 1 » | = 0,08 % |
| 7 ^a » | » 7 Marzo 1923 | » 28 Marzo 1923 | — | » 3922 » | 6 » | = 0,15 % |
| 8 ^a » | » 23 Luglio 1923 | » 30 Settembre 1923 | — | » 5176 » | 21 » | = 0,4 % |

Le interruzioni avvenute durante il periodo della prova, e le cause relative, sono le seguenti:

dovendo egli rimettere alla fine d. ogni prova un rapporto completo sulle condizioni generali della linea.

| DATA | 1° Tratto | | | | Cause | 2° Tratto | | | | Cause |
|---------------|-----------|------------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------------|-----------|------------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------------|
| | Km. | Isolatori in esercizio | Interruzioni avvenute | Isolatori fulminati | | Km. | Isolatori in esercizio | Interruzioni avvenute | Isolatori fulminati | |
| Gennaio 1921 | — | — | — | — | — | 80 | 1780 | 1 | 1 | scariche atmosferiche dirette |
| Maggio » | 80 | 3186 | 3 | 16 | scariche atmosferiche dirette | — | — | — | — | — |
| Giugno » | 80 | 3186 | 2 | 9 | » | — | — | — | — | — |
| Luglio » | — | — | — | — | — | 80 | 1780 | 1 | 4 | scariche atmosferiche dirette |
| Novembre » | — | — | — | — | — | 80 | 1780 | 1 | 2 | » |
| Totale | | | 5 | 25 | | | | 3 | 7 | |
| Aprile 1922 | 80 | 3186 | 1 | 4 | scariche atmosferiche dirette | — | — | — | — | — |
| Giugno » | 80 | 3186 | 1 | 8 | » | 80 | 1780 | 4 | 7 | scariche atmosferiche dirette |
| » | 80 | 3186 | 1 | 2 | ignota | — | — | — | — | — |
| Settembre » | 80 | 3186 | 1 | 6 | scariche atmosferiche dirette | 80 | 1780 | 1 | 2 | scariche atmosferiche dirette |
| Dicembre » | 80 | 3186 | 1 | 5 | » | — | — | — | — | — |
| Totale | | | 5 | 25 | | | | 5 | 9 | |
| Marzo 1923 | 80 | 3186 | 1 | 3 | » | 80 | 5176 | 1 | 2 | scariche atmosferiche dirette |
| Aprile » | 80 | 3186 | 2 | 7 | » | — | — | — | — | — |
| Giugno » | 80 | 3186 | 1 | 1 | » | — | — | — | — | — |
| Luglio » | 80 | 3186 | — | — | — | 80 | 5176 | 1 | 7 | scariche atmosferiche dirette |
| Agosto » | 80 | 3186 | 2 | 3 | scariche atmosferiche dirette | — | — | — | — | — |
| Totale | | | 6 | 14 | | | | 2 | 9 | |

N.B. — Nel 1923 sul 2° Tratto venne messa in servizio una nuova terna montata in parte con Isolatori sospesi del tipo 17313 Richard-Ginori.

Metodo di prova.

Il diagramma a pag. 48 indica il profilo della linea in prova ed il numero degli isolatori fulminati in esercizio e cambiati in seguito alle prove col fioretto acustico, su ognuno dei conduttori.

Si vede che le interruzioni di linea, per effetto del cambio degli isolatori in seguito alla prova, vengono limitate a quelle prodotte da scariche dirette atmosferiche e si ha inoltre il vantaggio che il guasto viene limitato al punto colpito, rimanendo in efficienza il resto della linea.

In tal modo è facile che su due terne siano rimasti isolati almeno tre fili sui quali si può dopo breve tempo riprendere il servizio elettrico; inoltre il guasto è facilmente identificato, anche ad occhio, dal guardiafilo poichè la scarica atmosferica diretta deteriora visibilmente l'isolatore.

Il suo compito è di percorrere ciascun tratto della linea, assistito dal guardiafilo relativo ed eseguire quanto appresso:

- 1) Verificare lo stato degli isolatori con l'apparecchio.
- 2) Osservare in seguito ai risultati della verifica se l'isolatore difettoso presenta segni visibili di deterioramento (incrinature, fiammate od altro).
- 3) Prendere nota sull'apposito libretto del numero dell'isolatore, della fase corrispondente e della parte che risulta difettosa; se il difetto non è visibile, verrà rilevato in seguito, dopo effettuato il ricambio dell'isolatore.

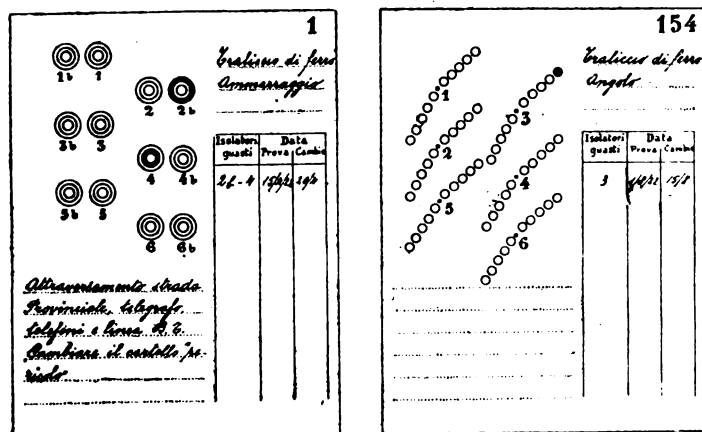


Fig. 2.

N.B. I cerchi concentrici rappresentano le parti dell'isolatore rigido e quelli allineati gli elementi sospesi di una catena.

Le parti difettose sono contrassegnate riempiendo a lapis il vuoto dei cerchi corrispondenti.

Per agevolare il compito di chi è preposto alla organizzazione del servizio prove degli isolatori in esercizio, riferirò qui il procedimento seguito sulle nostre linee ed ormai convalidato dalla lunga pratica:

Il verificatore deve essere un operaio che normalmente non abbia altra funzione: deve, egli solo, eseguire la prova su tutta la linea a lui affidata, che può essere di circa 100 km con due terne. E però scelto fra i più giovani e buoni operai tirafili, poichè si richiede da lui pratica di linee e di servizio

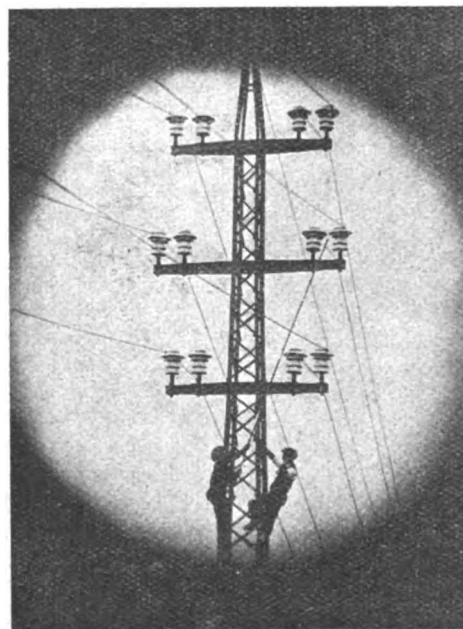
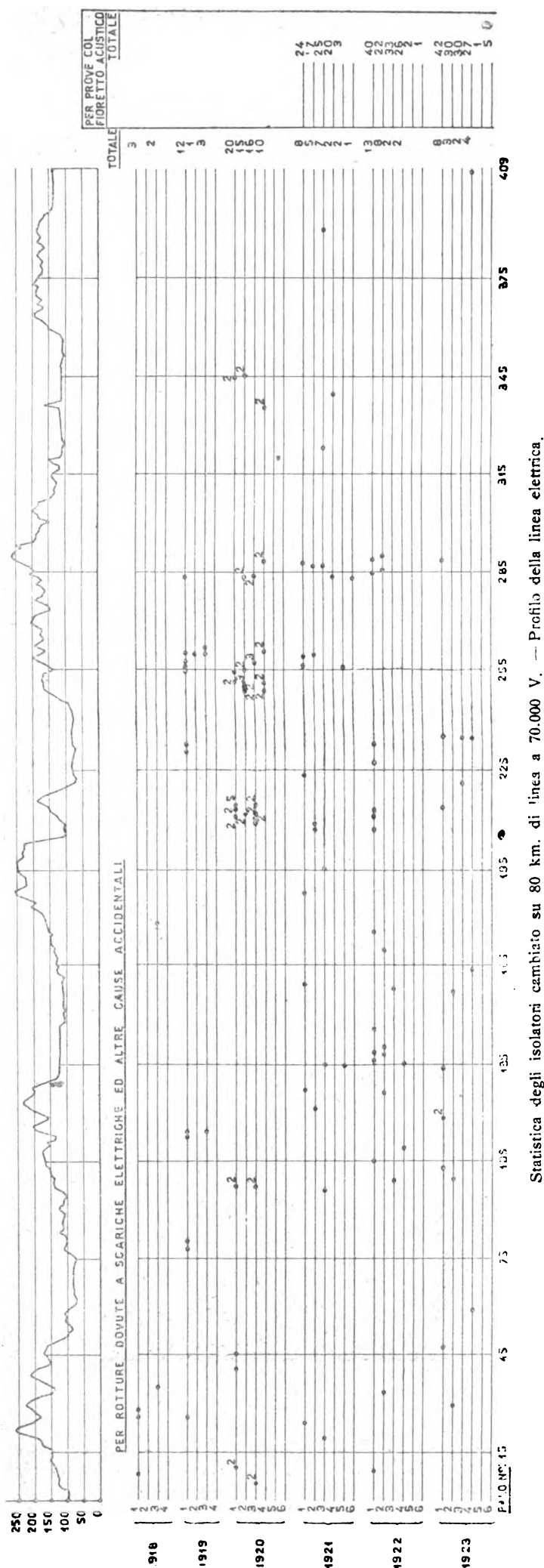


Fig. 3.

4) Assicurarsi del buono stato dei conduttori, dei giunti, e prender nota, per il momento in cui verranno sostituiti gli isolatori, dei lavori di rafforzamento necessari.

5) Osservare la distanza delle piante dalla linea e provvedere immediatamente insieme col guardiafilo, al taglio delle medesime.

6) Verificare lo stato degli attraversamenti di strade, ferrovie o di altre linee elettriche, telegrafiche o telefoniche.



7) Verificare lo stato dei cartelli avvisatori di pericolo, delle protezioni, della chiodatura e verniciatura dei tralicci e del rivestimento del blocco di fondazione.

8) Prender nota di ogni altra osservazione eseguita.

A questo scopo il suo libretto viene preparato prima dell'inizio della prova e ciascuna pagina rappresentando un traliccio, od appoggio della linea, è formata come in fig. 2.

Il guardiafilo addetto al tratto della linea sulla quale si eseguisce la prova, deve accompagnare il verificatore col seguente incarico:

1) Aiutarlo per il trasporto della busta dell'apparecchio, nella quale dovrà esser riposto appena piove od in caso di nebbia.

2) Portare la borsa degli arnesi contenente quelli necessari per la sostituzione degli isolatori.

3) Portare un telefono trasportabile, col quale, in caso di interruzioni di servizio, facilmente avvertire dal verificatore, può mettersi a disposizione dei capi linea.

4) Salire sul traliccio insieme al verificatore aiutandolo a trasportare all'altezza delle mensole l'apparecchio già montato, e reggere l'apparecchio stesso per tutta la durata della prova, spostandolo prontamente secondo le indicazioni del verificatore e *guardando sempre in alto*, per evitare sbandamenti dell'apparecchio.

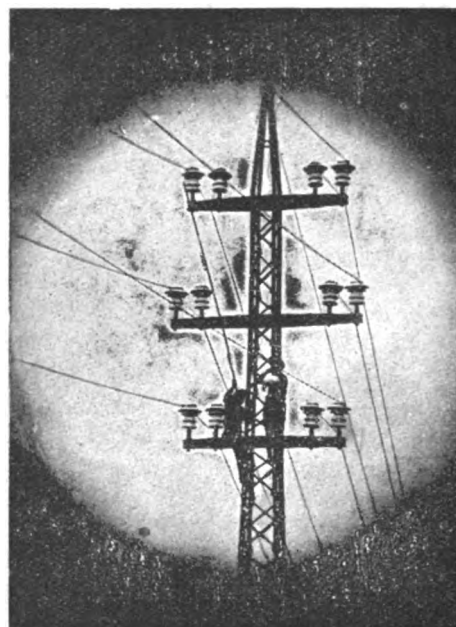


Fig. 4

Durante l'operazione è assolutamente necessario, per la loro incolumità, che tanto il guardiafilo che il verificatore siano legati al traliccio con la cintura di sicurezza ed è preferibile che l'apparecchio sia tenuto con due mani, solamente dal guardiafilo, in modo che questi possa portarlo alla massima distanza dall'appoggio e dalle mensole.

Le fig. 3 e 4 illustrano la posizione degli operai mentre eseguono la consueta verifica su una linea a doppia terna a 70 kilowatt.

Elenco dei fabbricanti in Italia ... di macchinario e materiali elettrici ...

L'Ufficio Centrale sta preparando la 3^a edizione dell'elenco, del quale pervengono continue richieste da parte di Ministeri, Enti pubblici, Camere di commercio, Consolati, ecc. È quindi interesse di tutte le Ditte costruttrici in Italia di essere incluse in questa vera Guida dell'industria elettrotecnica nazionale.

Gli interessati sono pregati di rivolgersi direttamente all'Ufficio Centrale (Via S. Paolo 10 - Milano (9)).

MISURA DELLE FRECCE

GINO REBORA

1. — Durante la tesatura di una linea è necessario conoscere lo sforzo di posa al quale è soggetto il conduttore tenendo conto della temperatura ambiente. Questa sollecitazione dovrà essere tale che, al sopraggiungere delle condizioni di sovraccarico e di temperatura più gravose, l'aumentato sforzo non esca dai limiti fissati.

La valutazione dello sforzo di posa si effettua mediante il dinamometro o colla misura della freccia.

La verifica è sempre fatta su uno solo dei conduttori: per gli altri la tesatura avviene per similitudine.

Lasciando da parte il metodo dinamometrico, per sè ovvio, rammento che la misura che dirò — topografica — della freccia si compie facilmente *traguardando*: cioè tracciando visuali da un palo all'altro tangenti al conduttore.

La fig. 1 indica l'operazione.

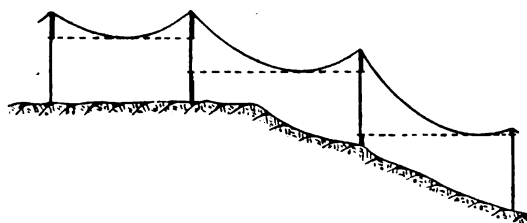


Fig. 1.

Basandosi sul profilo esatto della linea, le intercette, segnate in tratto forte sul disegno, permettono di verificare se la freccia è maggiore o minore della prescritta e di portarla in ogni caso al giusto valore.

Il traguardo potrà essere fatto con una visuale orizzontale oppure comunque inclinata fissando le intercette sui due pali della campata e regolando la tensione del conduttore fino ad ottenere la tangenza alla visuale stessa.

In qualche punto speciale della linea il controllo della freccia o la distanza minima tra filo e terra può essere compiuto lanciando sopra il conduttore un ciottolo assicurato ad una funicella: lo si lascia giungere fino al suolo dove si tiene fisso pure l'altro capo della cordicella.

La metà della lunghezza della funicella impiegata è la misura voluta.

2. — Interessa qualche volta verificare le campate dal punto di vista meccanico: per es. controllare se una linea già tesata sia stata eseguita a dovere. Non basta infatti calcolare a tavolino frecce, temperature e sforzi; bisogna assicurarsi se la posa corrisponde veramente al progetto. Ogni studio, confronto o calcolo deve, perchè sia utile, essere basato sui dati fisici effettivi cioè *rilevati* non su indicazioni di preventivo che assai spesso non corrispondono alla realtà. Questa osservazione vale del resto non solo per le linee, ma per tutte le opere di ingegneria.

Il metodo che illustro, semplicissimo, ed adottabile anche per linee sotto tensione, è stato applicato ad una lunga linea a 65 000 V. Esso consiste (fig. 2) nel guardare tangenzialmente uno dei conduttori ponendosi ai piedi di un palo.

L'altezza dell'occhio sul punto di riferimento del terreno sia h . La visuale tangente in t_0 incontra l'altro palo della campata e determina una quantità x facilmente rilevabile sul traliccio. Basta infatti osservare in qual punto del traliccio va a finire l'estremo di x . Se coincide esattamente con un nodo del traliccio od un punto individuato sul disegno del palo la misura è fatta: in caso contrario non è difficile la stima sul traliccio stesso, partendo dal punto noto più vicino.

La misura non richiede alcun apparecchio ed è fatta in pochi secondi: basta un colpo d'occhio ed un breve appunto che stabilisca il valore di x .

3. — La osservazione va poi riportata sul profilo della linea.

Segno l'altezza h e la quantità x stimata. Traccio così la tangente.

Devo ora determinare la parabola tangente alla visuale che ho riportato sul disegno e da questa poi la freccia e lo

sforzo. La soluzione generale deve essere trovata per tentativi. Il metodo analitico esatto che non credo utile riferire è piuttosto lungo e fastidioso ed i risultati sono del tutto coincidenti con quelli del metodo *grafico* qui proposto. Direttamente sul profilo della linea (fig. 3) traccio due parabole una sopra ed una sotto la tangente determinata e per interpolazione segno la parabola tangente cercata.

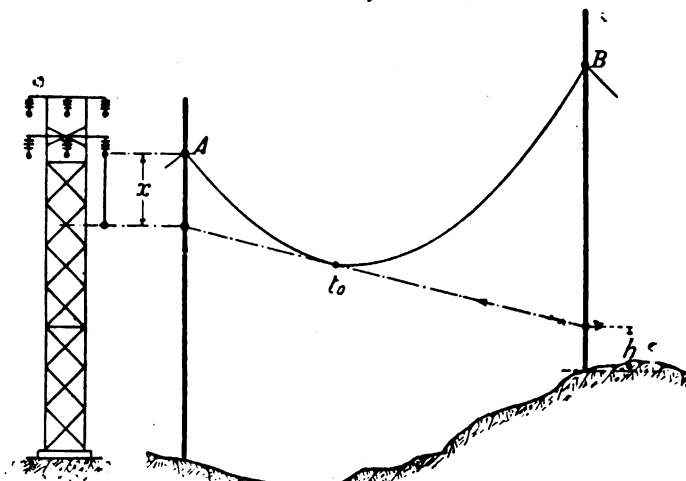


Fig. 2.

Le due parabole occorrenti vicine e comprendenti la parabola da determinarsi sono individuate dalle rispettive sollecitazioni unitarie.

Per es. 6 e 7 kg/mm² (fig. 3). Basta per questo lavoro prepararsi poche *sagome di parabola* in cartone, tracciate in scala adatta e corrispondenti di solito a sollecitazioni fra 4 ed 8 kg/mm².

4. — Un esempio pratico riesce più efficace.

Il profilo della linea sia tracciato nelle seguenti scale:

Altezze: 1:200

Distanze 1:2000

Voglio costruire la parabola relativa alla sollecitazione $\sigma = 7$ kg/mm². Scelgo quale corda la massima campata virtuale

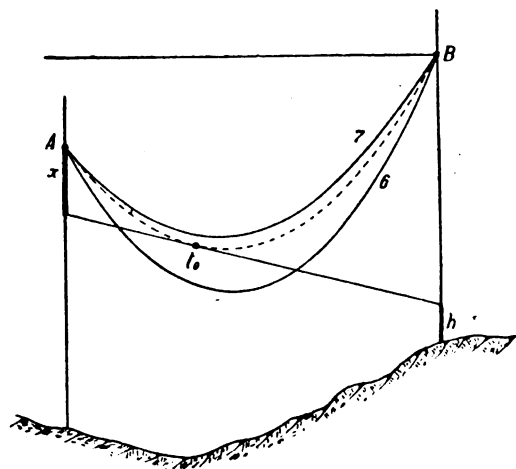


Fig. 3.

che si incontra in linea p. es. 500 m. Questa *sagoma* servirà per qualunque campata per la sollecitazione 7 kg./mm.²

$$f = \frac{a^3 \delta}{8000 \sigma}$$

f (freccia) in metri.

a (campata) = 500 m.

σ (sollecitazione unitaria) = 7 kg./mm.².

δ (densità conduttore) = 9.

$$f = \frac{250'000 \times 9}{8000 \times 7} = 40 \text{ metri.}$$

La parabola andrà costruita con una corda a di 500 metri scala 1/2000, cioè di 25 cm.; e con una freccia f di m. 40, scala 1/200, cioè di 20 cm.

Il tracciamento della parabola si eseguisce con uno qualunque dei metodi noti. Il più rapido è questo:

Dividere $\frac{a}{2}$ in un certo numero di parti eguali: dividere f nello stesso numero di parti pure eguali fu loro, numerare e congiungere i punti come è indicato nella fig. 4.

5. — In fig. 5 è chiarita la costruzione di interpolazione già indicata come risultato in fig. 3.

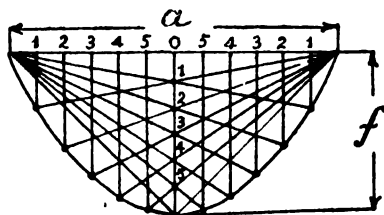


Fig. 4.

Segnate colle sagome le parabole 7 e 6 i relativi assi ed i vertici O_7 , O_6 , traccio per A la parallela ACD alla tangente t (visuale). Determino i punti di contatto t_7 , t_6 rispettivamente fra le parabole 7 e 6 e le tangenti ad esse condotte parallele alla t .

I punti t_7 , t_6 sono determinati dalle parallele all'asse condotte in a e b punti di mezzo delle corde AC , AD (nota proprietà della parabola).

Se le parabole fra le quali pratico l'interpolazione sono abbastanza vicine posso supporre che il punto di tangenza della visuale si trovi sulla congiungente t_7 , t_6 in t_0 .

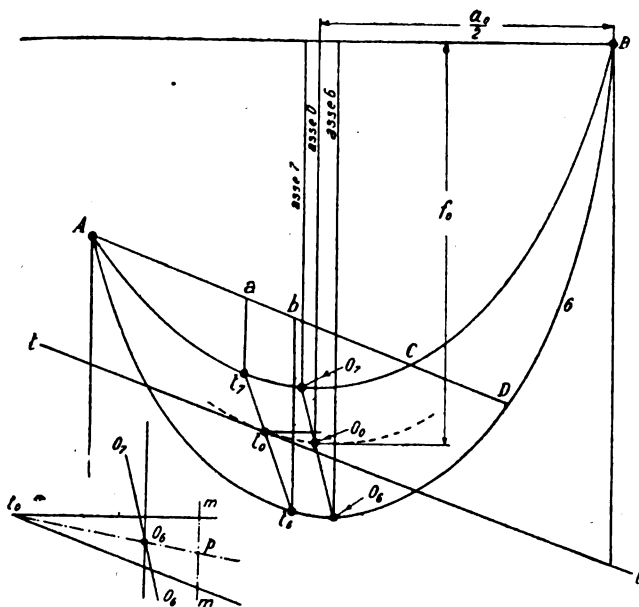


Fig. 5.

Del pari suppongo (ammissione accettabile) che il vertice della nuova parabola intermedia sia sulla congiungente i due centri noti O_7 , O_6 .

Per t_0 traccio una orizzontale (normale della parabola) il centro O_0 sarà sulla retta $O_7 O_6$ e dovrà dividere in due parti eguali il segmento di asse compreso tra la normale e la tangente. La piccola figura segnata per maggiore chiarezza sul lato sinistro della fig. 5 indica il particolare della costruzione. Tracciata una verticale qualunque mm il punto di mezzo p congiunto con t_0 taglia la retta $O_7 O_6$ in un punto O_0 che è il vertice cercato.

Restano così determinate la campata ideale a_0 e la freccia f_0 .

Applicando la solita formula $f_0 = \frac{a_0^3 \delta}{8000 \sigma_0}$ si ricava σ_0 sollecitazione unitaria cercata.

Con questo metodo vennero controllate 25 campate comprese fra 160 e 300 metri, riscontrando in esse in media un carico di 6,2 kg./mm² (estremi 5 e 7,4) con temperatura ambiente 20° ÷ 25°.

6. — Conclusione.

Per verificare rapidamente le frecce di una linea occorre:

1) Avere il profilo esatto della linea. (In mancanza bisognerà tracciarlo almeno per la campata da controllare).

2) Stando ai piedi di un palo (h , altezza dell'occhio) guardare l'altro palo determinando la quantità x (fig. 2) riferendosi al traliccio come ad una stadia graduata.

3) Tracciare due parabole note, una sopra ed una sotto la tangente ed interpolare la parabola tangente alla visuale nel modo visto.

Questa parabola risponde al quesito.

Resta così determinato la campata ideale a_0 e la freccia f_0 .

□ SU DI UNA LINEA A 135 000 VOLT RECENTEMENTE COSTRUITA IN ITALIA A GRANDE ALTEZZA SUL LIVELLO DEL MARE □ □ □ □ □ □ □ □

FRANCESCO MANFREDI

Comunicazione alla Conferenza di Parigi - 28 Novembre 1923

L'Italia che fu sempre, e che è tutt'ora, fra le Nazioni più progredite nel campo delle applicazioni elettriche, ha intrapreso, soltanto da pochi anni, la costruzione di linee industriali ad altissima tensione.

Lo sviluppo notevole delle linee già esistenti a tensioni medie ed alte, permettendo la connessione delle reti e lo scambio d'energia fra i più importanti impianti delle maggiori Società di distribuzione in Italia, ha potuto far rimandare la so-

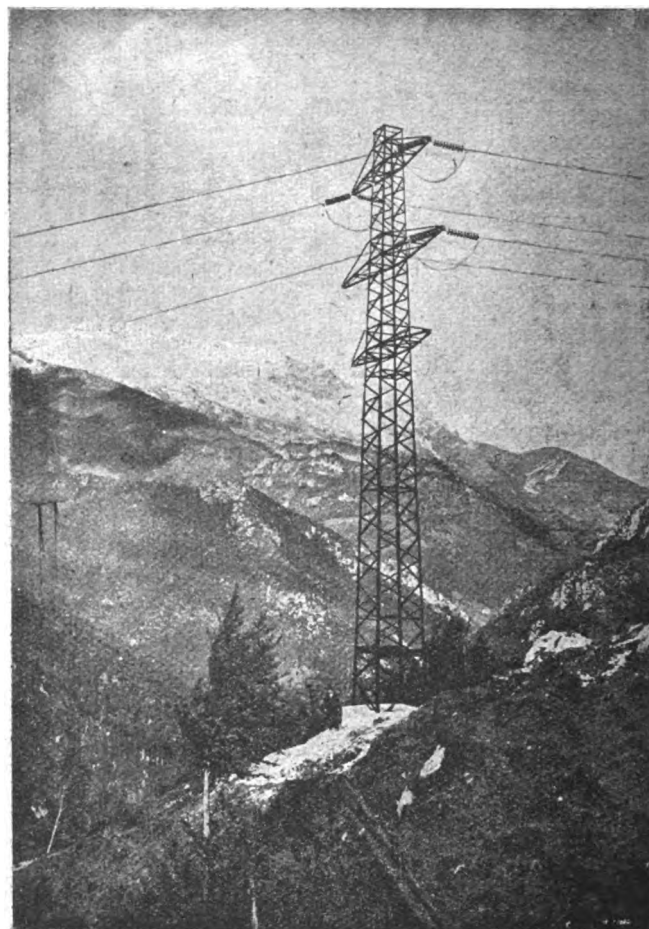


Fig. 1. — Palo d'ammarraggio per angolo di 10°. - Treccia di rame di 120 mm², e filo guardia di 50 mm². - Quota sul livello del mare: m. 890 (Valsassina).

luzione di questo importante problema; ma in questi ultimi anni, col crescere delle potenze da trasportare e coll'aumento della lunghezza dei trasporti, si nota un grande e rapido sviluppo delle linee a tensioni altissime.

In modo speciale nell'Italia settentrionale questo sviluppo è non soltanto notevole, ma grandioso. Si può dire veramente che le Officine Idroelettriche alimentate dai fiumi e torrenti alpini sono oggi collegate con quelle alimentate dai corsi di acqua dell'Appennino. Centinaia di chilometri di linee sono

state costruite in questi ultimi anni ed altre centinaia sono in costruzione.

I miei colleghi Italiani qui presenti potrebbero parlarvi degli importanti impianti della Società Interregionale, dell'A-

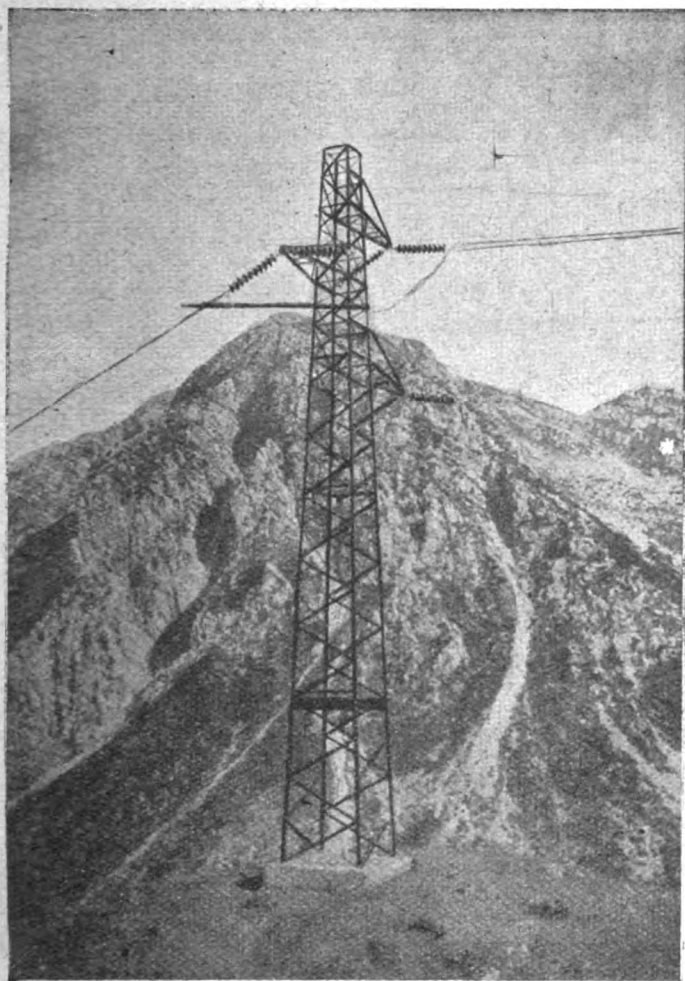


Fig. 2. — Palo d'ammarraggio per 3 conduttori di 153 mm² e filo di guardia di 50 mm². - Quota sul mare m. 1663. (Altipiano di Bobbio).

damello, della S.I.P.-Breda, della Trentina, dell'Ovesca, della Cisalpina, della linea progettata e di immediata costruzione della Società Tridentina-Adamello, fra Merano e S. Polo di Enza, per una lunghezza di 270 chilometri.

Io mi permetterò soltanto di parlarvi di una linea, al cui progetto ed alla cui costruzione mi sono applicato come Ingegnere della Società Lombarda per distribuzione di Energia elettrica di Milano, linea di recentissima costruzione ed avente caratteristiche d'un certo interesse.

Essa è destinata a congiungere le Officine dell'Alta valle del Brembo sulle Alpi Bergamasche e le reti di distribuzione nella bassa Lombardia della mia Società. Ha una lunghezza di 90 km. circa, fra Carona (Prov. di Bergamo) e Cislago (Prov. di Milano); la tensione alla partenza dalla Centrale generatrice sarà di circa 135 000 volta. Questa tensione, che può sembrare assai elevata in confronto alla lunghezza della linea, fu scelta e determinata in previsione dello sviluppo ulteriore della linea stessa e della grande potenza (oltre 25 000 kW per ogni terna) che essa è destinata a trasportare.

L'altitudine media della parte in pianura è di circa 350 m sul livello del mare e l'altitudine media della parte montuosa è di circa 1000 m. Per un percorso di circa 4 km la linea è a quota superiore ai 1500 m sul livello del mare e tocca una altezza massima di 1685 m.

I conduttori sono costituiti da trecce di rame; la loro sezione è determinata dall'effetto corona, tenuto conto dell'altitudine; la sezione stessa varia da un minimo di 105 mm² ad un massimo di 153 mm² (diametro della treccia 16 mm); le sezioni intermedie sono 120 e di 134 mm². La quota elevata che raggiunge la linea, l'alta tensione a cui essa dovrà funzionare, la grande sezione dei conduttori, i considerevoli sovraccarichi previsti (ghiaccio, neve e vento) che la linea dovrà sopportare nelle zone più elevate, pongono la linea stessa fra le più importanti costruite in Europa in questi ultimi anni.

La linea è soprattutto notevole sotto il punto di vista

degli sforzi meccanici nella zona di alta montagna. Per la parte avente sezioni di conduttori di 153 mm² i pesi del conduttore e del sovraccarico (previsto in kg. 2 circa di ghiaccio per metro corrente) sommano ad oltre kg. 3,3 per metro. Nella suddetta ipotesi di sovraccarico, le frecce sono calcolate per una tensione meccanica massima dei conduttori di 12 kg per mmq; vi è dunque un buon margine per maggiori eventuali sovraccarichi, prima di raggiungere il carico limite di elasticità ed il carico di rottura del rame.

Lo sforzo corrispondente alla tensione unitaria di 12 kg e che si trasmette sulle catene di isolatori nei pali d'ammarraggio è di circa 2000 kg per ogni conduttore. Malgrado questo sforzo assai notevole, la linea è armata con delle semplici catene d'isolatori, anche negli ammassaggi. Dette catene d'ammarraggio sono formate da isolatori del tipo « cappa e perno », appositamente scelti e costruiti per una altissima resistenza meccanica, superiore a 7000 kg.

Nella parte montuosa della linea si sono adottati nove elementi nelle sospensioni e dieci negli ammassaggi. All'estremità inferiore di ciascuna catena sono collocati i corni scaricatori di protezione, e non gli anelli in ferro, avendo scelto fra i diversi tipi di isolatori quelli nei quali la ripartizione del potenziale lungo la catena risulta migliore (almeno nelle esperienze di laboratorio). La morsetteria di sospensione e di ammassaggio è ad ogni modo prevista per l'eventuale ulteriore applicazione dell'anello.

I pali sono del tipo rigido a traliccio. Il loro peso medio nella parte montuosa e per la linea a tre conduttori, è di circa 2300 kg. Ritengo che le accidentalità assai sentite del profilo,

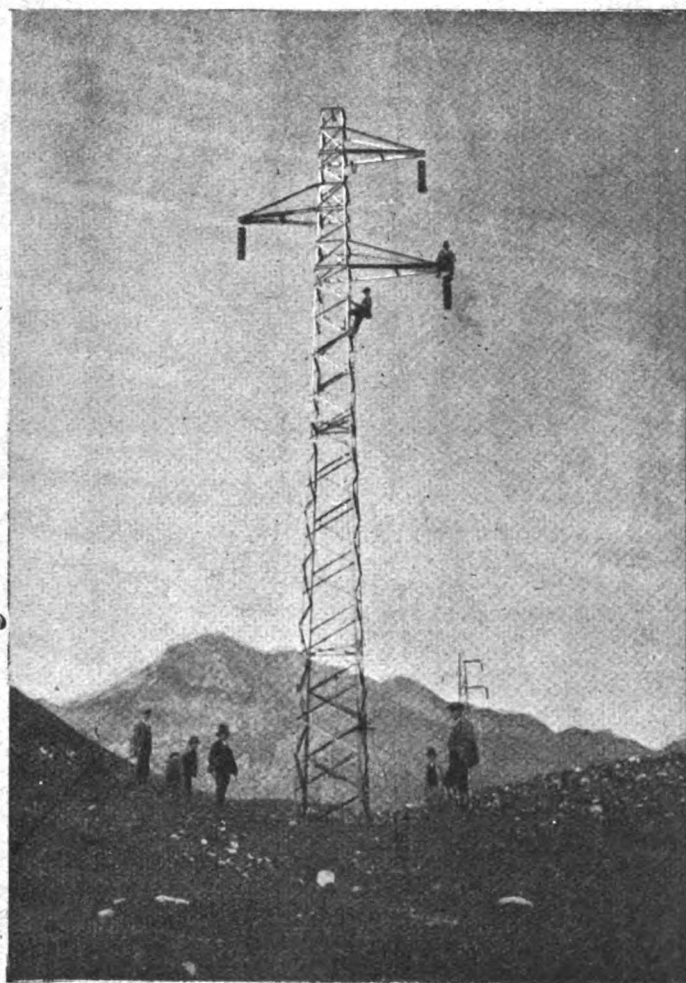


Fig. 3. — Palo di rettifilo per tre conduttori in treccia rame di 153 mm² e filo di guardia di 50 mm². - Quota sul mare; 1685 m. (Altipiano di Bobbio).

non avrebbero permesso in nessun modo l'applicazione di pali elastici, i quali sembrano piuttosto riservati alle linee nelle grandi pianure.

La linea Carona-Cislago in oggetto, è prevista per due terne. Nella tratta di alta montagna, da Carona alla Valsassina (presso Barzio), ciascuna delle terne è montata su palificazione apposita (distanza fra le due palificazioni circa 25 m). Nella tratta di media montagna e di pianura, e cioè da Barzio a Cislago, le due terne saranno posate su di una unica pali-

ficazione a sei conduttori. Attualmente è costruita una delle palificazioni ad una terna nella tratta di montagna, e nella tratta di pianura è montata una sola delle terne.

In Valsassina (presso Barzio) farà pure capo una conduttura a 135 000 V, in progetto, proveniente dalla Valtellina; cosicchè nel tratto dalla Valsassina a Cislago è prevista, parallelamente a quella già costruita, una seconda palificazione, che sarà il proseguimento di quella della Valtellina.



Fig. 4. — Palo d'ammarraggio, in rettilo, per ridurre la lunghezza d'una campata molto inclinata. - La campata a sinistra della figura è di m. 268 - Differenza di livello m. 70 - Treccia di rame di 134 mm² - Quota sul mare m. 915 (Valle Brembana - presso Branzi).

La linea è munita per tutta la lunghezza del filo di guardia, ammassato sulla cima dei pali e costituito da treccia in acciaio dolce zincato da 50 mmq di sezione.

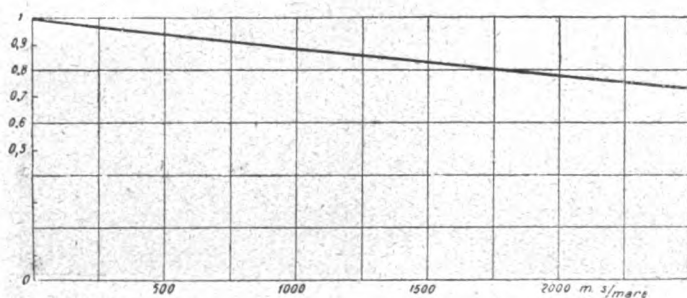


Tavola I.

L'ampiezza media effettiva delle campate è di 170 metri in montagna, e in detta zona alcune di esse campate raggiungono lunghezze di circa 350 metri; in pianura la lunghezza delle tesate è di 210 e di 220 metri; la campata massima è di 420 metri in corrispondenza all'attraversamento dell'Adda presso Lecco.

La distanza media normale fra i conduttori è di metri 5,70 nei pali di montagna ad una terna e di metri 5,10 nei pali di pianura a due terne.

Un particolare notevole consiste negli sforzi meccanici accessori sui conduttori, sulle catene d'isolatori e sui pali nelle

portate molto lunghe con grandi differenze di livello; poichè, con conduttori a grande sezione e con forti sovraccarichi, non è da trascurarsi in detti casi il peso proprio dei conduttori so-

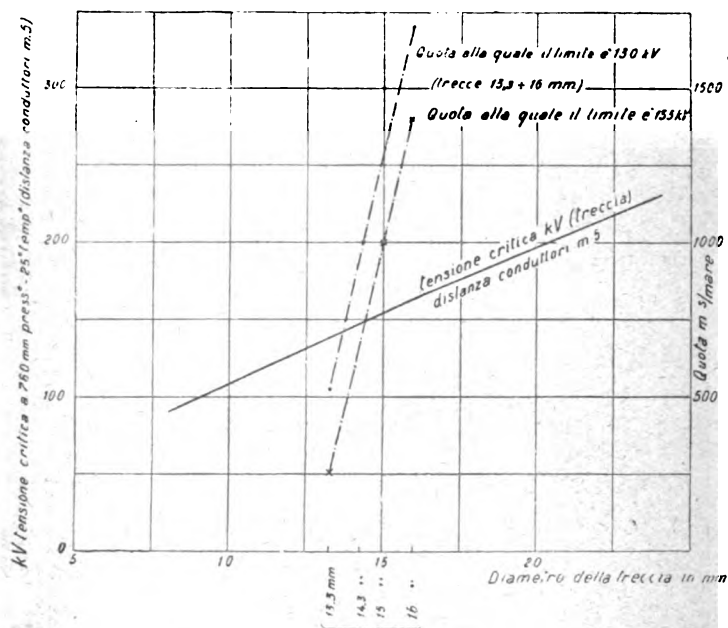


Tavola II.

vraccaricati, la conseguente maggiore sollecitazione nei punti più alti delle catenarie, e la variazione di tensione lungo le catenarie stesse, poichè la tensione effettiva può risultare assai

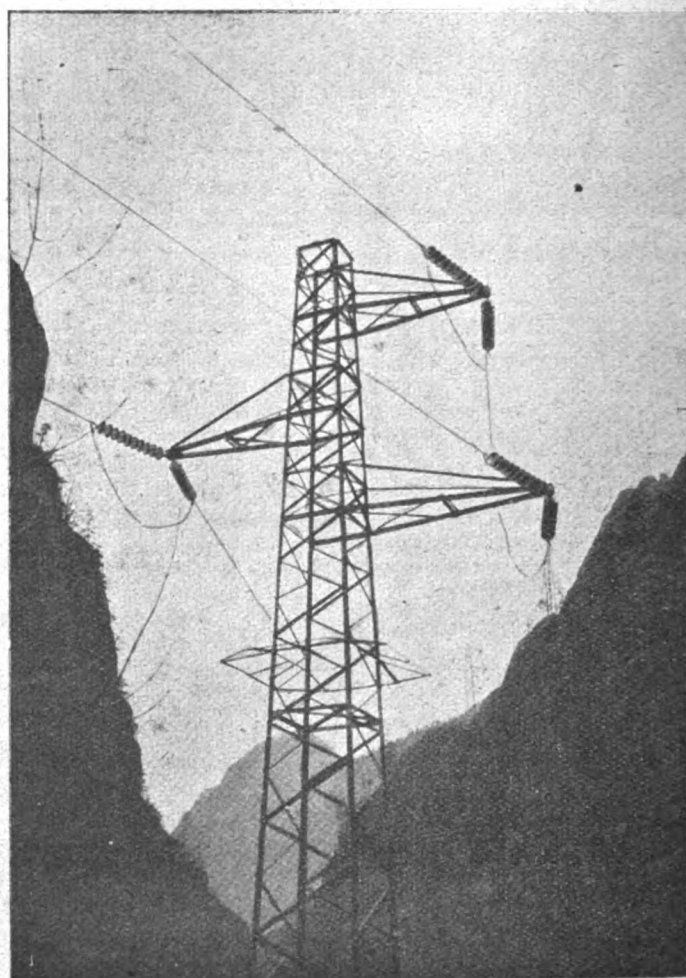


Fig. 5. — Particolare di un palo d'ammarraggio per angolo di 10°. - Treccia di rame di mm² 134 - Quota sul mare m. 995. (Valle Brembana).

diversa fra l'estremo superiore, e l'estremo inferiore nelle campate molto ampie e molto inclinate.

In alcuni casi, per diminuire gli squilibri derivanti da questi sforzi e ridurre il lavoro unitario del rame al massimo previsto, si dovettero allentare alquanto i conduttori e, là

dove le condizioni del profilo lo permettevano, collocare dei pali intermedi di ammassaggio.

Le fotografie esposte (e qui riprodotte) danno qualche idea dell'importanza di questo problema ed anche dell'importanza della linea.

La costruzione della linea stessa, decisa nel Gennaio 1923, venne iniziata nel Maggio e sarà ultimata nel mese di Dicembre.

Nel primo periodo d'esercizio la linea funzionerà a circa 60 kV. Fra un anno o due al più tardi la tensione alla partenza dalla Centrale di Carona sarà elevata a 135 kV circa.

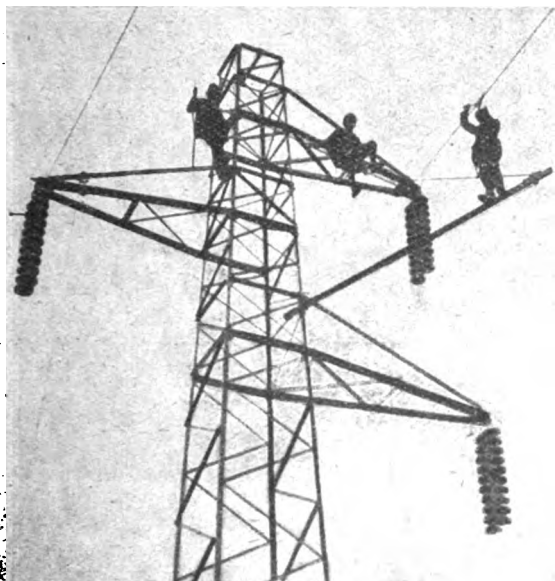


Fig. 6. — Montaggio delle catene su un palo d'ammarraggio a 3 conduttori.

APPENDICE.

Se la ristrettezza del tempo non me lo avesse vietato, avrei voluto presentare sul nostro giornale, a proposito della linea Carona-Cislago, una memoria più estesa di quanto non abbia fatto alla Conferenza di Parigi, ove ho parlato più per illustrare le fotografie esposte che per fare una vera e propria comunicazione.

Aggiungerò solo un breve cenno circa la determinazione della sezione dei conduttori. Lo studio al riguardo, fatto dall'Egr. Ing. Gino Rebola, al quale mi è grato qui di porgere ogni ringraziamento per la valida opera di consulenza prestata, tiene conto delle seguenti considerazioni:

1) effetto corona; 2) perdite di energia e caduta di tensione; 3) sollecitazioni meccaniche, sovraccarichi, condizioni meteorologiche.

L'effetto corona obbliga ad adottare determinati diametri

Tavola I. — La variazione dell'effetto corona coll'altitudine.

Tavola II. — La tensione critica per treccie distanti 5 metri e le quote alle quali, per diametri diversi di treccie, la

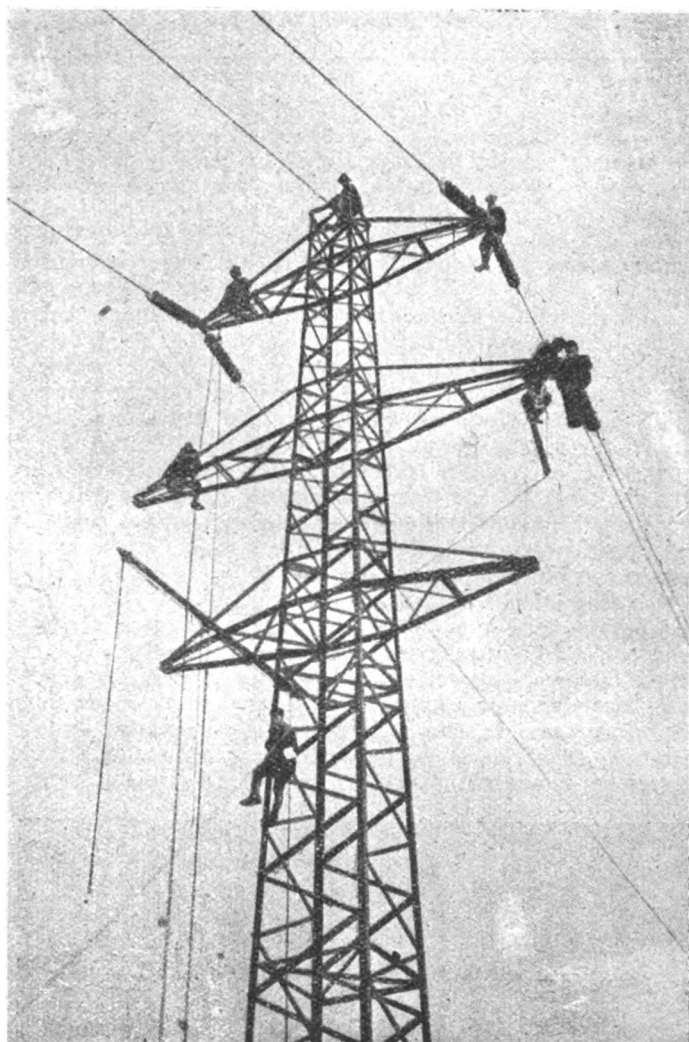


Fig. 7. — Montaggio delle catene su un palo d'ammarraggio a 6 conduttori.

tensione critica raggiunge il valore di 130 e di 135 kV. La distanza media fra i conduttori, effettivamente adottata nei pali di montagna, è di m 5,70, come sopra detto.

Tavola III. — Il profilo della linea e la distribuzione dei diametri prescelti.

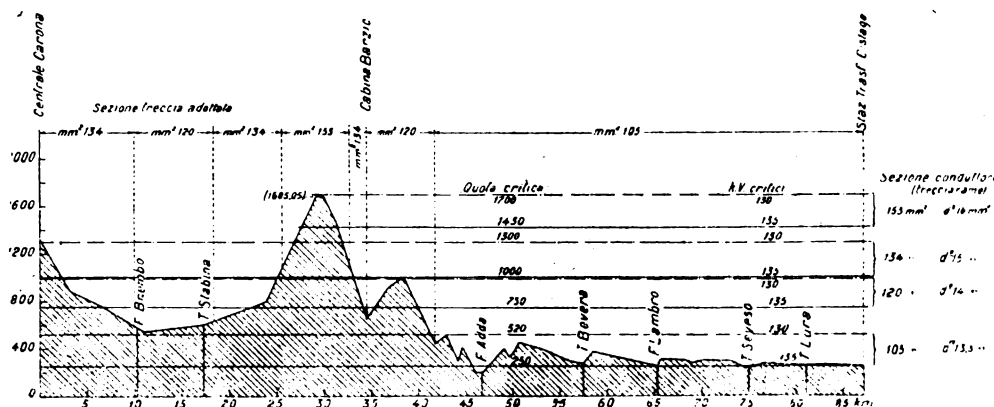


Tavola III.

di conduttori indipendentemente da ogni altra considerazione, e nel caso nostro, data la grande altezza raggiunta dalla linea, i diametri e le sezioni corrispondenti risultano tanto considerevoli che le questioni riflettenti le perdite dell'energia e le cadute di tensione, in rapporto anche alla lunghezza relativamente breve della linea, passano in secondo ordine. Delle condizioni meccaniche è cenno nella memoria sopra riportata.

Le tavole I, II, II, qui riprodotte col cortese consenso dell'Ing. Rebola, mettono in evidenza rispettivamente:

Lo studio venne fatto per treccie bimetalliche (alluminio e acciaio) e per treccia di rame; la decisione fu presa per quest'ultima.

Aggiungerò ancora che i lavori della linea vennero effettivamente ultimati nel Dicembre u. s., e che in questi giorni furono eseguite, con esito buono, le prove di tensione a 60 kV, per il primo periodo di esercizio.

□ SUI CAVI AD ALTA TENSIONE □

ELVIO SOLERI

Relazione alla Conferenza Internazionale di Parigi - Novembre 1923

Si può affermare che nel biennio trascorso dall'ultima Conferenza internazionale è avvenuto un notevole perfezionamento nella tecnica dei cavi isolati in carta impregnata per alta tensione come frutto degli studi di carattere prevalentemente sperimentale sulle perdite del dielettrico e sul loro comportamento nelle diverse condizioni di temperatura, tensione, frequenza e caratteristiche di fabbricazione che sono venuti succedendosi.

Le ricerche e le dissertazioni sul comportamento del materiale isolante compiute nella duplice finalità di rendere ragione di guasti e di fulminazioni e per stabilire le perdite nel cavo, il suo riscaldamento e le intensità di corrente ammissibili, hanno condotto ad una più intima conoscenza dei fenomeni che si suppone avvengano nel materiale isolante, ed a stabilire delle regole di fabbricazione che hanno giovato grandemente tanto ad aumentare la rigidità dielettrica della carta impregnata, quanto a ridurre ed a proporzionare convenientemente le perdite nel dielettrico. Si possono anche stabilire delle previsioni sulla durata dei cavi in relazione alle loro caratteristiche iniziali.

Si sono elaborate delle teorie atte a spiegare il comportamento dielettrico e per quanto non si possa ancora affermare che la fabbricazione dei cavi ad alta tensione in carta impregnata sia totalmente uscita dall'empirismo è certo che un notevole progresso è stato aggiunto nella conoscenza di tutti i dettagli di fabbricazione che possono giovare alla maggiore perfezione di questa importante parte degli impianti elettrici.

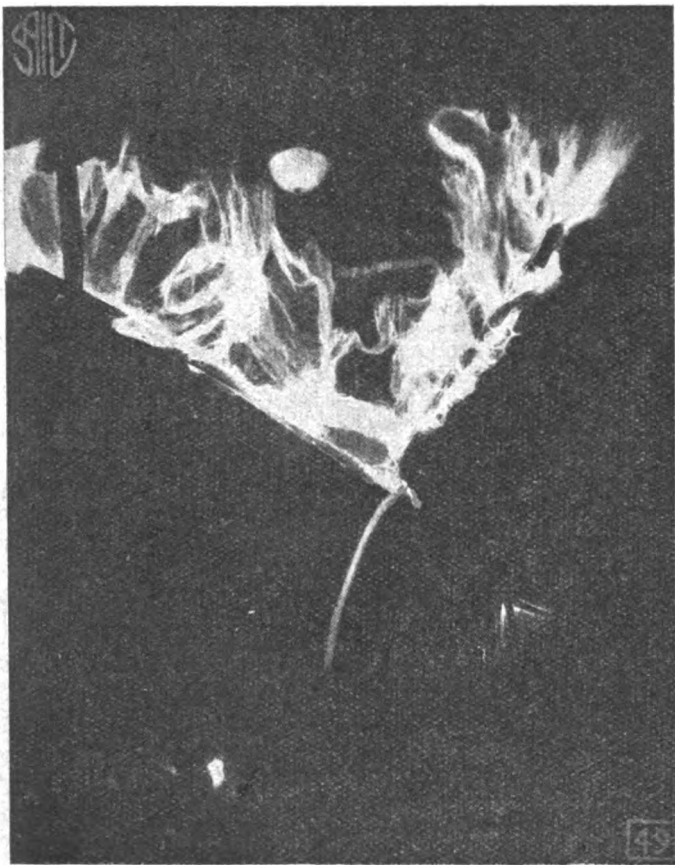


Fig. 1. — Prova di perforazione di una cavo trifase a 400 kV.

La rigidità dielettrica. — La rigidità dielettrica della carta impregnata per cavi ad alta tensione può raggiungere dei valori molto elevati, che da 30 kV/mm sono saliti recentemente fino a cifre superiori a 50 kV/mm.

Un cavo trifase avente i conduttori di 25 mmq collo spessore isolante di 4,5 mm assoggettato ad una tensione regolarmente crescente applicata fra due conduttori essendo il terzo collegato al piombo, si perforò a 154 kV. Questa tensione corrisponde ad una sollecitazione massima di 54 kV/mm.

Così un cavo trifase avente i conduttori di 75 mmq e lo spessore isolante di 12 mm nelle stesse condizioni di prova non venne perforato alla tensione di 405 kV. A questa così alta tensione corrispondente ad una sollecitazione del dielettrico di 50 kV per mm, scoccarono archi violentissimi che impedirono il proseguimento della prova, fig. 1.

Lo stesso spezzone fu poi provato per un'ora a 160 kV e per mezz'ora a 260 kV.

Le condizioni nelle quali si trovava il cavo durante questa prova sono illustrate dalle fig. 2, dove è visibilissimo il ven-

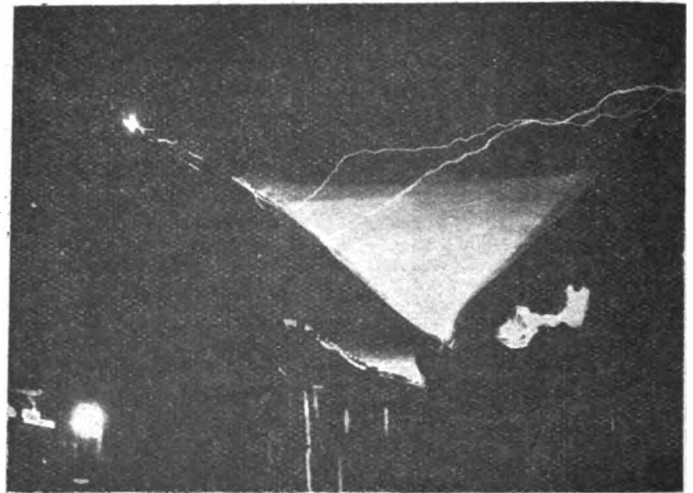


Fig. 2. — Prova di tensione su di un cavo trifase a 260 kV.

taglio dell'aria ionizzata tra i due conduttori sotto tensione. La prova in queste condizioni non poté essere continuata per l'eccessivo riscaldamento prodotto da tali scariche che avrebbero finito per accendere la carta impregnata. Questi due cavi sono di costruzione della Società Anon. Ing. V. Tedeschi.

A maggiormente illustrare i risultati ottenuti dalla tecnica italiana nella fabbricazione dei cavi, il Prof. Barbagelata dirà dei risultati ottenuti con un cavo unipolare molto interessante studiato dall'Ing. Emanuelli e fabbricato dalla Società Pirelli.

Perdite nel dielettrico e fattore di potenza. — Lo studio delle perdite nel dielettrico, ovvero del cosiddetto fattore di potenza, coseno dell'angolo δ di sfasamento della tensione rispetto alla corrente a vuoto, ha condotto a dei risultati molto interessanti che una copiosa letteratura ha fatto conoscere, particolarmente in questi due ultimi anni.

Questi studi, e le relative deduzioni hanno però influito sulla tecnica della fabbricazione dei cavi ed hanno cambiato in modo particolare il carattere del problema.

Mentre queste perdite erano studiate per determinare la loro influenza sul riscaldamento del cavo, soprattutto per la loro tendenza a crescere colla temperatura stessa provocando oltre che limitazioni nella portata di corrente del cavo dei fenomeni distruttivi, si riconobbe che mediante metodi speciali di fabbricazione queste perdite potevano essere ridotte a valori molto bassi.

Negli studi compiuti dai tecnici americani si erano rilevati dei fattori di potenza dell'ordine dal 5 al 6 per cento, alla temperatura di 20° C che potevan salire fino al 50 per cento alla temperatura di funzionamento e per le sollecitazioni ordinarie. Tali valori erano veramente preoccupanti e potevano spiegare la breve durata di questi cavi.

Lo studio delle perdite nel dielettrico venne condotto essenzialmente nelle due direttive, di indagarne il comportamento col variare della tensione, ed a temperature diverse. Mentre le perdite del dielettrico dovrebbero essere per uno stesso cavo proporzionali al quadrato della tensione, il che corrisponde a ritenere costante l'angolo di sfasamento della corrente a vuoto, questo non avviene sempre e si verifica che le perdite crescono secondo una potenza maggiore di due, come se il fattore di potenza aumentasse colla sollecitazione elettrica del materiale.

Questo fenomeno venne spiegato mediante la teoria della ionizzazione, secondo la quale al di sopra di una certa sollecitazione critica, detta *tensione di ionizzazione*, le bolle di aria che si possono supporre disseminate attraverso ad un dielettrico non perfettamente omogeneo si ionizzano e sono attraversate da scariche alle quali compete una perdita supplementare. La

pratica costruttiva dimostra che i cavi meglio confezionati ed aventi una più alta resistenza alla perforazione sono pure quelli nei quali si hanno le minori perdite, e che maggiormente seguono la legge della proporzionalità al quadrato della tensione.

Tuttavia e particolarmente nei cavi trifasi, dove per ragioni costruttive sono inevitabili delle disuniformità nella massa del dielettrico, se non si usano degli espedienti che sono ancora allo studio sperimentale, ad un certo punto della sollecitazione massima del dielettrico appare il fenomeno dell'aumento delle perdite in ragione maggiore del quadrato. Si può avere un indizio delle condizioni più o meno normali nelle quali lavora il cavo, dal valore della tensione alla quale le perdite divise per il quadrato della tensione non sono più costanti. Questo valore deve essere riferito alla tensione di esercizio.

Il fenomeno è reso però oltremodo complesso dalla influenza dei cicli di tensione, o di temperatura ai quali il cavo può essere stato sottoposto in precedenza.

L'indagine della influenza della temperatura sull'incremento delle perdite nel dielettrico ha una notevole importanza pratica perchè in effettivo funzionamento, i cavi hanno una temperatura più elevata di quella dell'ambiente.

Le perdite nella carta impregnata di miscela di olii minerali e resine, in generale diminuiscono in un primo tempo col crescere della temperatura da 0° C fino a circa 30°-40° C e poi crescono rapidamente; la temperatura di minimo pare che abbia a corrispondere a quella di liquefazione della miscela impregnante, così che alle perdite di isteresi nel materiale solido succedono quelle di conducibilità in un liquido. Tale punto di minimo sarebbe funzione della percentuale di oli e di resine mescolate e nel senso che questo punto si sposta verso la regione delle maggiori temperature col crescere della percentuale di resina che eleva il punto di liquefazione della miscela.

Noi abbiamo constatato sperimentalmente che mentre in cavi impregnati con vaseline ed oli non mescolate con resina si ha una curva di costante incremento colla temperatura (figura 3a) aggiungendo alla miscela delle resine si ha un minimo (fig. 3b) che può anche essere inferiore ai valori della curva

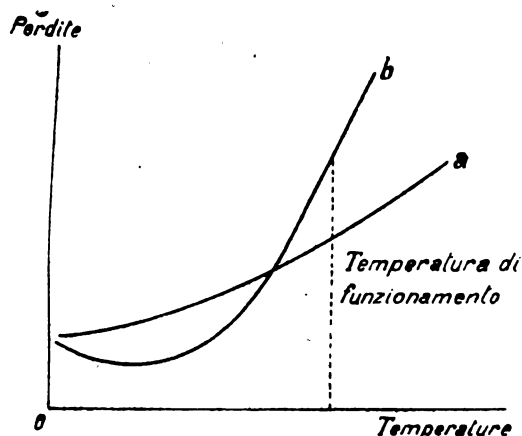


Fig. 3.

precedente, ma in seguito l'incremento delle perdite è molto elevato così che alla temperatura di funzionamento del cavo si possono avere minori perdite per la curva a andamento sempre crescente che non per l'altra.

Questo è ad ogni modo un mezzo per regolare le caratteristiche nel cavo onde realizzarne il migliore funzionamento.

In conclusione le perdite nel dielettrico nei cavi ad isolamento in carta impregnata possono ridursi a valori molto piccoli corrispondenti a fattori di potenza dell'ordine dell'1 % a freddo (15° C) e del 2,5 % alla temperatura di regime del cavo, cosicchè il loro effetto sul riscaldamento del cavo stesso è trascurabile.

Per esempio il cavo 3×75 mmq sopra accennato avrebbe, alla tensione di 22 kV una perdita nel dielettrico di 850 W per km e la intensità di corrente ammissibile per mantenere la stessa sopraelevazione di temperatura di quella prescritta dalle tabelle francesi, da 145 A dovrebbe ridursi a 140 A. L'effetto termico delle perdite nel dielettrico sarebbe equivalente a quello di un supplemento di corrente di 4,5 A ovvero di un incremento di perdite per effetto joule del 5,7 %, con un aumento di temperatura di circa 2° C.

Il detto cavo dopo essere stato provato durante 90 minuti primi a 60 kV avvolto su bobina essendo tenuto nell'aria,

mostrò una sopraelevazione di temperatura da 7° a 10° C, misurata sui conduttori.

Perciò noi riteniamo che la misura delle perdite a vuoto dei cavi costituisca un mezzo molto sicuro ed interessante a disposizione del costruttore per controllare il proprio prodotto e compiere studi relativi alla fabbricazione, ma che non sia il caso di complicare i capitoli di collaudo introducendo la misura diretta di queste perdite che oltre a richiedere dei mezzi e delle conoscenze speciali di misure elettriche, non può avere una importanza pratica se non comprende un ciclo intero di misure eseguite in condizioni diverse di tensione e di temperatura e quindi cotesta prescrizione diverrebbe laboriosa e indeterminata.

Un mezzo indiretto di controllo di queste perdite può essere semplicemente quello di misurare il riscaldamento del cavo colla determinazione della resistenza dei conduttori immediatamente dopo la prova normale di tensione di lunga durata.

Le misure della resistenza di isolamento della corrente continua che avevano già perduto di importanza ora vengono riprese per dedurre dalle curve di polarizzazione il comportamento del dielettrico e della sua isteresi. Queste misure si debbono fare con corrente continua ad alta tensione, come si può ottenere oggi mediante il Kenotron ed altri raddrizzatori di corrente alternata.

Metodi di misura delle perdite nel dielettrico. — Insieme allo studio delle perdite nel dielettrico si è sviluppato quello dei metodi di misura per la determinazione di queste perdite specialmente ad alta tensione e bassa frequenza. I metodi attualmente usati possono dividersi in varie categorie e particolarmente:

metodi diretti wattometrici, con wattometri di alta sensibilità, astatici, e con i noti espedienti per eliminare gli errori nel caso di grandezze così grandemente sfasate. Si può con questo metodo e con opportuni accorgimenti misurare le potenze consumate nelle perdite dielettriche tanto su brevi spezzoni che su notevoli lunghezze. Il fattore di potenza viene calcolato in base alla potenza, alla corrente di carica ed alla tensione;

metodi a ponte di varia natura tra i quali il più recente è quello realizzato da H. Schering. Questi metodi sono particolarmente adatti per misure su piccoli pezzi di cavo, o su campioni di materiale perchè in generale richiedono un campione di capacità senza perdite per alta tensione, difficile a realizzare per valori che non siano piccolissimi. Le cause di errore sono molto accentuate ed occorrono schemi e dispositivi complessi di circuiti questi metodi sono soprattutto adatti per le alte frequenze particolarmente nei riguardi dell'apparecchio indicatore dello zero. Con i metodi di questa categoria si determina la conduttanza del dielettrico, o l'angolo di sfasamento tra la corrente assorbita e la tensione.

metodi di opposizione e di quadratura coll'uso di mutue induzioni o selfinduzioni e di elettrodinamometri. Tra questi metodi che danno direttamente la $\cotg \delta$, ovvero il $\cos \delta$ è particolarmente notevole il metodo Emanueli⁽¹⁾ che consente con una relativa semplicità di circuito di determinare direttamente con molta esattezza il fattore di potenza. Il metodo è da applicarsi piuttosto su spezzoni di cavi di una certa lunghezza che non su piccoli campioni.

Fabbricazione dei cavi. — La fabbricazione dei cavi in carta impregnata ad alta tensione deve essere elaborata con un attento studio di tutte le sue fasi. Le materie prime essenziali, carta e vernice debbono essere scelte con criteri uniformati agli scopi precisi che si vogliono ottenere. Nei riguardi della carta oltre che alla sua proprietà di non alterarsi per il riscaldamento e la cottura dell'olio, si debbono porre mente alle sue caratteristiche di porosità, particolarmente per i cavi a forte spessore isolante, e di rigidità dielettrica allo stato secco e impregnato. La regolazione degli spessori dei nastri e della loro lunghezza è di molta importanza per assicurare una buona resistenza meccanica degli strati isolanti nel caso di piegature del cavo.

Gli oli e le vernici hanno una somma importanza e valgono al riguardo non solo le regole date per gli olii elettrici per alte tensioni, ma pure criteri e determinazioni speciali relative alla viscosità degli oli stessi e delle loro miscele.

È opportuno di vigilare sulle perdite dielettriche e sul loro comportamento anche su campioni di oli e carte impregnate.

(1) Vedasi *Elettrotecnica*, 5 agosto 1922.

La applicazione della carta si deve fare sul modo più serrato possibile sui conduttori e sulla cintura con particolari artifici per ottenere una grande omogeneità nella copertura.

Soprattutto sono importanti le fasi di essiccazione e di impregnazione. La essiccazione deve essere praticata nel vuoto e deve essere spinta a limiti molto elevati sì da avere la sicurezza della eliminazione di ogni traccia di umidità e di avere vuotato di aria ogni poro della carta. La impregnazione deve effettuarsi sotto una forte aspirazione o pressione e deve potere attraversare pienamente i più forti spessori di carta. Le temperature corrispondenti ai due processi hanno molta importanza. Il controllo della lavorazione deve essere fatto con apparecchi di misurazione delle temperature, e del vuoto, preferibilmente registratori.

È interessante di conoscere come le misure elettriche eseguite durante la lavorazione del cavo possono fornire il modo di seguire la lavorazione del cavo.

Il diagramma fig. 4 indica come varia in un cavo trifase la resistenza di isolamento tra un conduttore e gli altri due durante le fasi di essiccazione ed impregnazione.

Nel periodo *AB* di essiccazione, la resistenza di isolamento da un valore nullo sale ad un valore elevatissimo che tende a mantenersi costante quando la essiccazione è completa nella fase *BC* di impregnazione tale resistenza scende rapidamente man mano che la vernice penetra nel cavo per la maggiore conduttività della vernice particolarmente ad alta temperatura quando detta resistenza è costante si arguisce che la impregnazione è ultimata. Ove si voglia estrarre il cavo dall'autoclave a freddo la fase *CD* segnala che la resistenza di isolamento aumenta per la diminuzione di temperatura.

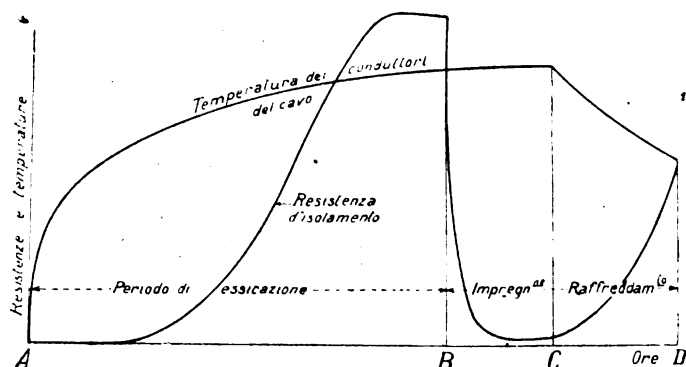


Fig. 4.

Infine ha molta importanza la applicazione alla pressa di un tubo di piombo perfetto senza alcuna falla o foro perchè nelle prove di fabbrica anche dopo immersione nell'acqua non è possibile di rilevare tali discontinuità, dato che, in causa della difficile penetrazione dell'umidità attraverso il dielettrico, il difetto si manifesta solo dopo molto tempo e quindi quando il cavo è posato e funzionante.

*

È da desiderare che nella presente conferenza l'argomento delle prescrizioni di capitolato per i cavi ad alta tensione venga preso in esame ed avvenga una discussione tra i costruttori e gli esercenti imprese elettriche per chiarire molti punti inerenti alle questioni considerate in questo rapporto onde illustrare il progresso compiuto nello studio e nella fabbricazione dei cavi così da dare maggiore fiducia nel loro impiego a sempre più elevate tensioni, e per semplificare e completare i capitolati delle relative prescrizioni.

Abbonamenti per Laureandi Ingegneri

È aperto un abbonamento speciale all'*Elettrotecnica* per il corrente 1923 (annata completa) al prezzo ridotto di L. 40,— per gli studenti regolarmente iscritti all'ultimo anno della Scuola di Ingegneria del Regno.

Gli studenti che desiderano abbonarsi devono inviare cartolina vaglia all'Ufficio Centrale con una dichiarazione della Direzione o di un Professore della Scuola da cui risulti la loro qualità di Laureandi Ingegneri.

LA RICOSTRUZIONE DELLA CENTRALE DEL PONALE

C. CAGLI - L. ALBERTI

La Centrale idroelettrica del Ponale, appartenente al Municipio di Rovereto, dopo un periodo di otto anni di inattività, è di nuovo da qualche giorno in regolare funzionamento.

Nei primi mesi della guerra, mentre la centrale era ancora in esercizio, tre coraggiosi alpini di Pregasina, pratici della ubicazione della condotta, per avervi lavorato all'epoca della costruzione dell'impianto (1905) oltrepassati i nostri piccoli posti di linea al Bal riuscivano a far saltare il gomito di raccordo fra la tubazione e la camera di carico.

L'effetto dell'esplosione e la enorme massa d'acqua che, superato il salto di roccia di circa 45 metri immediatamente sotto l'imbocco della condotta, scendeva rovinosamente scalzando alla base alcuni pilastri di sostegno delle selle, provocarono lo spostamento laterale di dodici tubi di lamiera chiodata, che pure restano collegati saldamente fra loro, formarono un arco di circa 110 metri di sviluppo, con una freccia massima di 2 metri circa rispetto al loro allineamento primitivo.

I massi convogliati dalla valanga rumorosa alimentata continuamente in alto dalla galleria-serbatoio della capacità di 2000 m³ (andò pure distrutta, perchè disposta nella sede della condotta, la linea elettrica per la manovra del quadro delle saracinesche di carico, e la valvola automatica, probabilmente paralizzata per il contraccolpo subito, non entrò in funzionamento) ammaccarono profondamente i tubi in diversi punti, sollevandoli persino dalle selle e lesionando le flangie, i bulloni d'attacco nelle giunte e le chiodature trasversali e longitudinali.

Inoltre il gomito di lamiera prima di abbattersi alla fine del suo vertiginoso volo sulla vecchia strada di Valle di Ledro, colpì in modo irreparabile uno dei tubi chiodati.

La Centrale danneggiata in modo non facilmente riparabile e posta in prossimità della linea del fuoco fu abbandonata ed il macchinario lasciato in balia dell'opera devastatrice degli elementi e delle truppe che usufruirono del fabbricato come accantonamento.

Ne venne così che nel Giugno di quest'anno quando la Società Impresa di Elettricità Ugo Sampietro di Trento, fu incaricata di rimettere in efficienza la centrale per quanto riguardava la condotta e le macchine elettriche, (delle ruote Pelton si è occupata la Ditta che le aveva costruite, le Costruzioni Meccaniche Riva, e del quadro l'Impresa dei Pubblici Servizi di Rovereto) queste ultime (due alternatori e due dinamo eccitrici dell'a Casa Oerlikon) erano sprovviste di tutti gli avvolgimenti, mancanti di collettori, reostati, anelli di eccitazione e di lubrificazione e di altre parti minori come cuscinetti, spazzole, bulloni, ecc.

I lavori di ricostruzione iniziati in Luglio, hanno avuto la durata di quattro mesi e sono stati eseguiti sul posto per quanto riguarda la condotta, nella Officina dell'Impresa di Elettricità Ugo Sampietro in Trento per quanto riguarda le macchine elettriche.

Condotta. — La tubazione di diametro 700 mm costruita dalla Ditta Nathan Uboldi di Milano, fornitrice pure della valvola automatica, delle paratoie e degli argani per la loro manovra, supera un salto di 300 metri e precisamente da quota 270 a quota 570 s. m., corrispondente quest'ultima al pelo massimo nella vasca di carico. Fino a quota 379,86 è costituita di tubi saldati lunghi metri 9 cadauno, di spessore decrescente da 16 ad 11 mm. di lì fino a quota 564,50, asse dell'imbocco, da tubi chiodati il cui spessore varia da 13 a 6 mm.

All'inizio dei lavori fu cura della Società Sampietro di studiare il sistema più economico e più sbrigativo per sollevare ed ammare nelle stesso tempo i primi cinque tubi, onde permettere la fissazione della sedia d'ancoraggio, strappata dal blocco d'appoggio, al piede della prima livelletta inclinata 160 %, e dei dodici tubi fuori sede.

Si ricorse ai tenditori per l'agganciamento delle vetture ferroviarie, che, disposti in serie a due a due e collegati con funi metalliche ad anelli infissi nella roccia ed in basso mediante ganci doppi, attaccati ai fori delle flange, servirono perfettamente allo scopo.

In attesa che la Ditta Nathan Uboldi fornisse le parti mancanti ed avariate della condotta si iniziò lo smontaggio dei tubi più lesionati per sostituire i chiodi stroncati e ridurre nel limite del possibile le ammacature che avrebbero certamente accentuata la perdita di carico nella tubazione, resa già sensibile dall'incrostazione calcarea aderente alla parete interna.

Fu impiegato un martinello idraulico della portata di 20 tonnellate con una pressione unitaria sull'area dello stantuffo di 350 atmosfere che, fissato su culla di ghisa a superficie esterna cilindrica, veniva, introdotto nel tubo in corrispondenza della parte ammaccata.

Sul piatto dello stantuffo fu applicata una testa pure cilindrica. Per misure prudenziali, la zona del tubo lesa dall'ammaccatura venne ricoperta con fascie di sicurezza di lamiera di ferro dello spessore di 15 mm, adattata in posto con interposizione di un foglio di piombo e antimonio per ripartire più uniformemente la pressione e strette sulla condotta da staffe tiranti semicircolari di ferro piatto

80 × 15 con interassi di 150 mm per i tubi più bassi soggetti a forte pressione, e di tondino da 30 mm per gli altri.

La valvola automatica all'imbocco della tubazione nel pozzo di carico, ha l'asta di manovra verticale (vedi fig. 1) comandata dall'alto mediante ingranaggi mossi da leve contrappesate disposti in modo da fare equilibrio alle resistenze d'attrito ed al peso della valvola stessa in ogni sua posizione.

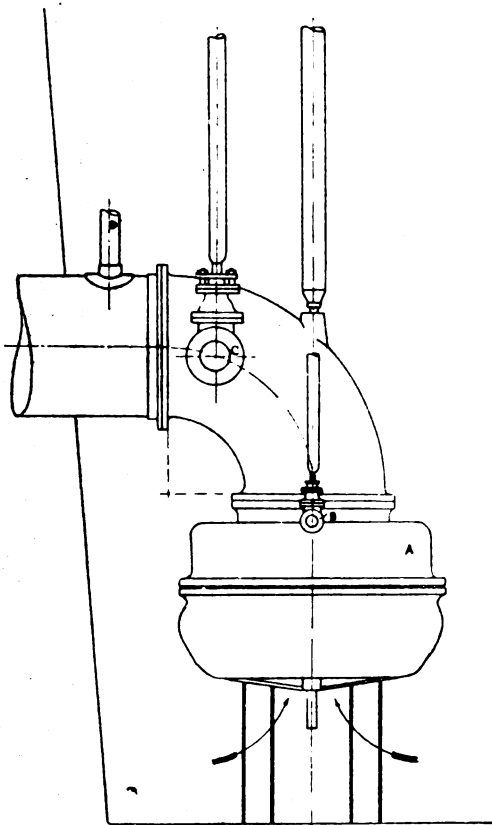


Fig. 1. — Valvola automatica. (Ditta Nathan-Uboldi).

I contrappesi vengono regolati col massimo deflusso d'acqua quando cioè l'unico tubo esistente finora alimenta contemporaneamente tutti i quattro gruppi in centrale.

Per moderare la corsa del piatto orizzontale della valvola verso la sua sede nel caso di funzionamento automatico, per eccessiva erogazione d'acqua attraverso la condotta dovuta a rottura improvvisa di qualche tubo o degli organi di chiusura in centrale, è disposta attorno alla sede e concentrica con essa la camera del freno *A* in comunicazione a mezzo saracinesca *B*, coll'esterno entro cui scorre a mo' di stantuffo un anello di ghisa a sezione radiale ricurva con bordi di tenuta, formante corpo col piatto della valvola a cui s'attacca con sennervature.

Le incrostazioni calcaree depositate in breve dall'acqua del torrente Ponale ricca di carbonati di calcio e magnesio sulla superficie di contatto fra stantuffo e pareti della camera del freno, immobilizzarono la valvola ancora nei primi anni di esercizio dell'impianto, tanto che si rese necessario manovrarla a mano due volte al mese per prevenire l'ingranamento.

Attualmente per impedire il rinnovarsi dell'inconveniente lamentato, vennero ritornite le fasce di tenuta interna ed esterna, in modo da stabilire una comunicazione con la camera del freno anche attraverso le due luci circolari periferiche.

Al riempimento della condotta serve la saracinesca *C* di 150 mm applicata a valle della valvola automatica.

Il tubo d'aria *D*, derivato originariamente all'esterno, venne portato entro la camera di carico per non esporsi al pericolo del congelamento della colonna d'acqua negli inverni molto rigidi.

Onde accertarsi sullo stato di conservazione delle guarnizioni fra i tubi saldati nella parte bassa della condotta e nella resistenza delle chiodature parzialmente rifatte, in condizioni di lavoro difficilissime, su tubi già montati, fu eseguita la prova idraulica a sovrappressione fino a 40 kg/cm² senza notare sensibili fughe.

Macchine elettriche. — I due alternatori erano stati costruiti nell'anno 1905 dalla Maschinenfabrik Oerlikon per i seguenti dati:

1250 — 1560 kVA, 375 giri, 12000 = 13000 volt, 60 = 69 ampere, 50 periodi $\cos \phi = 0,8$, 16 poli.

Le dinamo eccitatrici, indipendenti, a sei poli del tipo ad eccitazione Compound, aventi la medesima provenienza, erano state costruite per dare 130 kW a 120 volt 600 giri e sono state completamente ribobinate per le stesse caratteristiche e fornite di collettori, reostati, spazzo'e, cuscinetti, ecc.

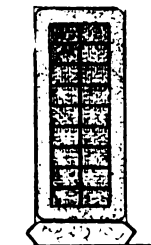
Per gli alternatori invece sono state variate le caratteristiche, allo scopo di ricavarne la massima potenza, aumentando leggermente la tensione e l'intensità di corrente e ciò sfruttando al massimo l'area dei fori dell'indotto.

È stato aumentato leggermente rispetto alla primitiva costruzione il numero dei tratti attivi in serie per fase aumentandone in pari tempo la loro sezione.

Corrispondentemente gli avvolgimenti induttori sono stati costruiti per un aumento degli ampère-giri d'eccitazione ottenendo in definitiva per gli alternatori completamente ribobinati le seguenti caratteristiche:

1350 = 1750 kVA 375 giri 12000 = 13500 volt 65 = 75 ampere, 50 periodi. Il funzionamento medio normale corrisponde ai 1500 kVA con 12500 volt e 70 ampere.

La migliore utilizzazione dell'area dei fori d'indotto che ha portato ad un aumento di sezione dei tratti attivi, pure con un leggero aumento del loro numero, si è ottenuta sostituendo ai tre fili in parallelo, che prima costituivano il tratto attivo, una cordina appiattita



Sezione canale alternatore - Scala 1:2.

di rame di 20 mm² di sezione, opportunamente isolata per l'impiego della quale è stato necessario aumentare di uno (da 17 a 18) il numero dei tratti attivi per foro, onde tale numero, risulti pari (vedi fig. 2).

La tensione di 12500 volt per mezzo di cavo arriva alla cabina del Linfano, località fra Torbole e Riva, e qui trasformata a 20000 volt da due autotrasformatori elevatori, pure costruiti dall'Impresa di Eletticità Sampietro.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sul rifasamento delle reti.

Sull'argomento, che fu ampiamente trattato in passato anche sulle nostre colonne, ma che acquista ogni giorno maggiore importanza, e che soprattutto all'estero è già entrato in una fase risolutiva, abbiamo ricevuto la seguente lettera:

Genova, 19 novembre 1923.

Preg. Sig. Direttore della Rivista l'Elettrotecnica
Milano

Mi riferisco a quanto pubblicato nella Rivista del 5 agosto 1923, n. 22, pag. 513, a firma dell'illustre elettrotecnico Prof. Gisbert Kapp, e, precisamente in merito al breve accenno fatto a pag. 514 sui motori sincroni ad induzione.

Tali motori che realmente corrispondono alle pratiche esigenze dell'industria, aventi i vantaggi dei normali motori asincroni e che funzionano con fattore di potenza pari all'unità, od a 0,95 in anticipo per funzionamento a carico ridotto, sono sicuramente destinati a sostituire i primi con grande vantaggio dell'economia nazionale, poichè con gli impianti elettrici generatori e le reti esistenti, si potrà così fornire un maggior quantitativo di kW-ore, e, si potranno fronteggiare punte più forti.

Per facilitare questa sostituzione che in Italia è solamente sulla via dell'inizio, è necessario, sia che le Società di distribuzione considerino con maggior attenzione tale importante problema, e studino le tariffe opportune da adottarsi per le utenze forza motrice, onde agevolare mediante un compenso economico dato dalla tariffa stessa, coloro che migliorano il fattore di potenza dei loro impianti, sia che tali disposizioni vengano prese da provvidenze superiori.

Ma la migliore di tariffe per il miglior $\cos \phi$ se può essere un incentivo a provvedere, la riluttanza ai cambiamenti, potrà ancora in molti casi far preferire all'utente la maggiore tariffa, pur di non portare variazioni alla propria installazione; più che la tariffa sarà quindi l'obbligo di mantenere il $\cos \phi$ a un determinato valore, ed il non consentito allacciamento per parte della Società che potrà aver ragione sul quieto vivere dell'utenza forza motrice.

Molto si è già fatto in Liguria, qualche cosa nel Veneto, e nulla per quanto sia a mia conoscenza, nelle altre parti d'Italia.

Molte società, pur studiando il problema, hanno preconizzato, e parecchie hanno adottato, e, stabilito di installare dei grossi compensatori di fase ai nodi principali delle singole distribuzioni; tale sistema

pur portando un notevole miglioramento, non può dare una soluzione così completa come quella di stabilire lo addatto compenso ad ogni testa di linea, e quindi presso la singola utenza.

Vi ha quindi una necessità assoluta di rifasamento ad ogni testa di linea e cioè presso l'utenza: quindi nei piccoli impianti coll'adozione dei sincroni a induzione, e sia con questi, o, sia coi già noti metodi di correzione presso la utenza più importante.

Ci risulta che in Francia un decreto legge residuo di disposizioni prese in tempo di guerra, codifica l'utilizzazione dell'energia elettrica, anche sotto il punto di vista del fattore di potenza, obbligando certi limiti; il compito di tale codificazione potrebbe essere in Italia devoluto dall'A. E. I. od al suo Comitato Elettrotecnico, che coll'ausilio delle principali Società distributrici potrebbe disciplinare con concetti univoci il fattore di potenza d'obbligo di ogni singola installazione, facendo contemporaneamente obbligo alla utenza di procedere ai necessari incombenzi per delle sistemazioni atte a porre argine alla spequazione che si verifica ora nella utilizzazione delle reti.

Segnalo pertanto perchè degne di speciale nota alcune costruzioni che all'estero hanno digià avuto larghissime applicazioni pratiche, specialmente in Francia ed in Belgio.

Diverse Società estere, costruttrici di macchinario, hanno seguito il criterio al quale erano richiamate dalle disposizioni superiori eseguendo motori che comunemente vengono chiamati asincroni sincronizzati, perchè tengono di entrambe le costruzioni, in genere è stato adottato con diverso criterio il principio enunciato nello scaduto brevetto Danielson, della eccitazione dell'avvolgimento rotorico di un normale asincrono, per portare questo al sincronismo e farlo funzionare in parallelo colla rete, facendolo quindi lavorare praticamente con fattore di potenza unità, e anche in avanzo di fase.

La esecuzione esterna delle costruzioni è presso che identica per tutti i costruttori; le macchine hanno l'apparenza di un comune alternatore munito di eccitatrice coassiale, il rotore induttore di entrambe è però a poli lisci, come il rotore di un normale motore asincrono: « esse non variano che nella modalità di eccitazione ».

Il risultato conseguito dovrebbe essere lo stesso; in forza del bobinaggio trifase di cui è munito il rotore si può operare la messa in marcia graduale della macchina su delle resistenze come se si trattasse di normali motori asincroni — quando il reostato assume la posizione sua ultima cioè quella di messa in corto circuito, si sostituisce rapidamente la corrente continua fornita dalla eccitatrice, alle correnti a bassa frequenza circolanti nel rotore, ciò che praticamente si ottiene combinando in un sol reostato i due reostati d'avviamento e di eccitazione rendendosi così la manovra altrettanto semplice quanto sicura.

Il passaggio quindi dal funzionamento asincrono al funzionamento sincrono avviene senza possibile errore e senza difficoltà, si procede cioè in una sola manovra e sempre nello stesso senso all'avviamento ed alla messa in sincronismo.

Una particolarità apprezzatissima in alcuni di questi tipi di motori, che li fa considerare molto superiori agli ordinari sincroni, è quella che non cadono di sincronismo anche per sovraccarichi superiori al 30 % del normale, per sovraccarichi repentini superiori al 30 % la loro caduta di sincronismo non ne provoca la brusca fermata come nei sincroni normali; ma invece ristabilisce momentaneamente il funzionamento asincrono, mentre non appena cessino il sovraccarico e le cause che lo hanno provocato il motore riprende automaticamente la marcia in sincronismo.

Costruzioni di tale genere si fanno ora comunemente in Francia, per potenze sino ai 2000 kW, una serie speciale per pura funzione « da condensatore » è stabilita a 4 poli in modo da abbassare il prezzo di costo; nè vedo a che cosa si opporrebbe per i costruttori italiani una esecuzione a due poli che porterebbe appunto per le macchine in funzione di condensatore il prezzo di acquisto a limiti considerabili da ogni installazione.

Alcune di dette macchine costruite come motori, sono reversibili e funzionano quindi anche come rigeneratrici, assolvendo in questo caso al compito delicato di perfezionamento delle centrali asincrone, che potranno così in caso di mancanza di energia sulla rete, provvedere in modo autonomo alla propria energia di eccitazione, senza alterare le caratteristiche precipue di semplicità e di sicurezza che le fanno adottare in molti casi.

Accenno brevemente alle varie modalità a mia conoscenza adottate dalle ditte costruttrici per l'applicazione del principio Danielson:

La Brown Boveri di Baden, applica integralmente il principio Danielson.

La C.ie Generale Electrique di Nancy — per ovviare alla cattiva utilizzazione del materiale che si ha applicando integralmente il sistema Danielson, per il fatto che una fase deve avere sezione doppia di rame rispetto alle altre due, mette una fase in corto circuito, la quale fase serve da ammortizzatrice.

La Maschinen Fabrik Oerlikon, sormonta lo stesso inconveniente

in un'altra maniera: costruisce l'avvolgimento rotorico diviso in sei sezioni, due per fase, che pone in parallelo per la fase in cui entra la corrente, ed in serie per quelle per le quali esce bipartita.

Altri sistemi ancora:

delle Forges et Ateliers de Construction de Jeumont la quale ditta ottiene l'eccitazione del rotore mediante una dinamo che chiama trifasica.

della Dr. Max Levy costruisce piccoli motori della potenza da 4 a 50 HP che esternamente hanno lo stesso aspetto dei comuni motori asincroni con la sola differenza che tra l'indotto e gli anelli vi è un piccolo collettore a cui fa capo un avvolgimento sussidiario destinato a fornire la corrente di eccitazione all'avvolgimento trifase del rotore. Questi motori mi è stato dato di visitare personalmente; ma non mi consta che di questi sia stata fatta sino ad ora larga applicazione. Questi motori presentano gli stessi vantaggi sopradescritti ed il loro prezzo è di poco superiore a quello dei motori normali sincroni.

Ancora ricorderò il motore del Prof. Sartori, descritto dall'inventore stesso nel n. 26 del 15 settembre 1922, a pag. 566, esso si stacca completamente dagli altri sistemi per l'importanza del fatto che utilizza razionalmente tutto l'avvolgimento rotorico ottenendo una uniforme distribuzione della corrente nel rotore: le tre fasi al momento del passaggio in sincronismo anzichè continuare a far capo al centro della stessa sono collegate in serie. Però siamo ancora ad attendere notizie di carattere industriale di quella promessa che ci veniva dagli studi ed esperimenti dello stesso Professore.

Ma importante ancora è il segnalare alcuni altri dispositivi atti specialmente a migliorare il fattore di potenza delle grosse installazioni da laminatoio, che rappresentano oggi per le reti sia per la scarsa utilizzazione oraria, sia ancora per il bassissimo fattore di potenza, installazioni non atte a poter conseguire un basso prezzo dell'energia elettrica come è invece richiesto per impianti e lavorazioni del genere.

In Francia, impianti importanti di motori a collettore sia per funzionamento diretto, sia per funzionamento indiretto, cioè connessi meccanicamente con altri motori normali asincroni, e cogli avvolgimenti in cascata sulla corrente rotorica, realizzano il funzionamento di tale installazione con fattore di potenza prossimo all'unità, su treni normali ed anche su treni lamiere da 4500 HP a 5000 HP.

Questo argomento però ha una importanza tutta sua speciale, la cui esposizione non può fare oggetto di questa lettera originata dalla relazione del Prof. Kapp.

Ing. DIMITRY RODOCANACHI.

* *

Sul numero delle rotture e sulle camere di compressione negli interruttori.

Riceviamo:

Torino, 16 Gennaio 1924.

Nella relazione della seconda Conferenza tenutasi a Parigi il 26 novembre ed il 1° dicembre 1923, circa le reti ad alta tensione, (v. n. 35 dell'Elettrotecnica), leggo la domanda fatta dall'Ingegnere Semenza circa l'opportunità di dare, negli interruttori, la preferenza all'interruzione doppia od a quella multipla, e la risposta del Roth in favore di quest'ultima.

Di parere opposto, mi permetto di comunicare, per sommi capi, il tenore di una risposta scritta dall'Ing. P. Traverse, partecipante ai lavori della Conferenza.

Dopo aver ricordato che il Roth esalta il vantaggio dell'aumento delle rotture per fase e non trova interessante effettuare la rottura dell'arco sotto pressione, citando risultati di prove che sembrano comprovare questo suo punto di vista, il Traverse passa alla discussione.

Numero dell'e rotture.

Due fenomeni d'interruzione non si possono paragonare se non avvengono nel medesimo tempo. Ora, il Roth non ha precisato le condizioni delle prove di cui tratta. Interrompere in tempo uguale, vorrebbe dire ottenere, colle rotture multiple, velocità di traslazione dei contatti uguali a quelle che si ottengono coll'interruzione doppia. Quando si aumenta il numero delle rotture, si effettuano parecchi percorsi elementari contemporanei i quali però non diminuiscono proporzionalmente al numero delle rotture; la diminuzione è lenta, dato che gli archi in serie hanno una lunghezza superiore a quella di un arco unico mantenuto dalla medesima tensione totale. Di più; se i percorsi diminuiscono, diminuisce pure la velocità presa dagli equipaggiamenti mobili sotto l'azione della gravità; ed anche l'effetto delle molle di compressione diminuisce, dato che, per un medesimo sforzo sull'aggancio, la velocità del movimento oscillatorio è proporzionale all'espansione massima della molla, cioè al percorso elementare di ogni rottura.

Di conseguenza, non è per nulla evidente che l'aumento delle rotture conduca ad una diminuzione del tempo. Si possono anzi citare dei casi contrari. Solo coll'impiego delle rotture cosiddette « brusche » sui contatti rompi-arco, si può avere un sensibile aumento a favore delle rotture multiple.

Anche supponendo di operare la rottura nel medesimo tempo totale, il lavoro di rottura non diminuisce coll'aumentare del numero di rotture; anzi, aumentare il numero di rotture vuol dire aumentare il numero dei crateri d'arco che sono la sorgente principale del calore che dà luogo al lavoro di rottura.

Essendo la superficie di ogni cratere indipendente dalla tensione, e dipendente unicamente dalla corrente che è la medesima nei due casi, (essendo le rotture in serie) e poichè la temperatura di ogni cratere è indipendente dal numero dei crateri, si può concludere che aumentando il numero delle rotture, aumentano le sorgenti di calore che rimangono di ugual valore.

Rottura sotto pressione.

Il Roth afferma che, operando sotto 7 atmosfere, il tempo di rottura viene aumentato del 70 %, mentre il Traverse rammenta le prove fatte da Stern e Birmans (E.T.Z. 23 XI, 16) che hanno misurato coll'oscillografo, i tempi di rottura di un apparecchio 100 kV, 400 ampere, funzionante prima con 6 rotture libere, poi con camere di compressione, mentre i valori della velocità lineare e l'inerzia dei meccanismi di sgancio rimangono costanti. Senza riportare per esteso le tabelle originali, basterà dire che in ogni caso, ed anche nel caso di carichi da rompere sensibilmente superiori, la durata della rottura in mezzi-periodi è risultata corrispondente alla metà della durata di rottura con 6 rotture in serie, variando da un massimo di 26 ad un minimo di 14 mezzi periodi per le 6 rotture e da un massimo di 9 ad un minimo di 7 per le camere di compressione, mentre le potenze in corto circuito iniziale ed al momento della rottura stanno nel rapporto di 1 per 6 rotture a 1,6 circa per le camere di compressione.

Ossequi.

Ing. O. L. EPLATTENIER.

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

H. P. SLEEPER — Sistema di relais a selezione per l'anello a 66 000 V della Duquesne Light Co. (J. A. I. E. E., luglio 1923, pag. 723).

L'anello in questione circonda la regione della città di Pittsburgh, racchiude un'area di circa 650 km², alimentando una zona 2600 km² circa. La forma dell'anello è grossolanamente ellittica con un diametro quasi doppio dell'altro; lo sviluppo dell'anello è di quasi 130 km. Esso è costituito da due terne in parallelo ed è alimentato da due centrali a 66 000 V situate in due punti diametralmente opposti; inoltre l'anello comprende cinque cabine di trasformazione. Ogni terna convoglia una potenza di 30 000 kVA.

Il carico è costituito da motori industriali e da motori sincroni da trazione. Il neutro del sistema è messo a terra attraverso un'alta resistenza per ridurre al minimo le conseguenze dannose di un corto circuito verso terra. Le condizioni alle quali si voleva rispondesse il sistema di relais di protezione, erano le seguenti:

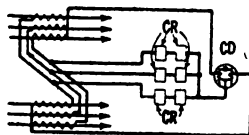


Fig. 1. — Schema di protezione adottato.

Data la presenza della resistenza interposta fra il neutro e la terra, doveva poter avvenire il distacco della linea, quando si verificasse una corrente verso terra anche inferiore a quella normale di linea.

Le linee difettose dovevano venire escluse colla massima rapidità possibile.

Doveva essere possibile il funzionamento con una sola terna, senza bisogno di aumentare per ciò il numero dei relais.

Doveva essere possibile aggiungere eventualmente altre linee fra due cabine, o linee radiali partenti dalle cabine esistenti, o anche introdurre nell'anello altre cabine, senza che il sistema di protezione perdesse la sua efficacia.

Si fece ricorso ad un tipo di protezione differenziale e si prescelse lo schema di figura 1, realizzato secondo i collegamenti di figura 2. Lo schema scelto permette di ottenere una completa protezione contro i corti circuiti; sia pel funzionamento a due terne che con una sola terna, sia coll'anello aperto che chiuso; e ciò con un sol gruppo di relais. Inoltre, in condizioni normali, lo schema realizza il distacco di una sezione di linea andata a terra col minimo disturbo pel sistema.

I relais di corto circuito a inversione di corrente sono del tipo Westinghouse, CR, da 4-12 ampere; i relais di terra sono relais differenziali di corrente da 1-3 ampere.

Appositi relais di fermo sono introdotti nel circuito di scatto di entrambe le linee per rendere non automatica la linea buona, per pochi secondi dopo che il relais ha staccato un estremo della linea guasta. Questi relais di fermo agiscono nel senso di escludere il circuito di scatto della linea buona finchè il relais della estremità opposta della linea abbia avuto tempo di staccare l'altro estremo della linea difettosa, ed impediscono così che il relais differenziale stacchi anche la

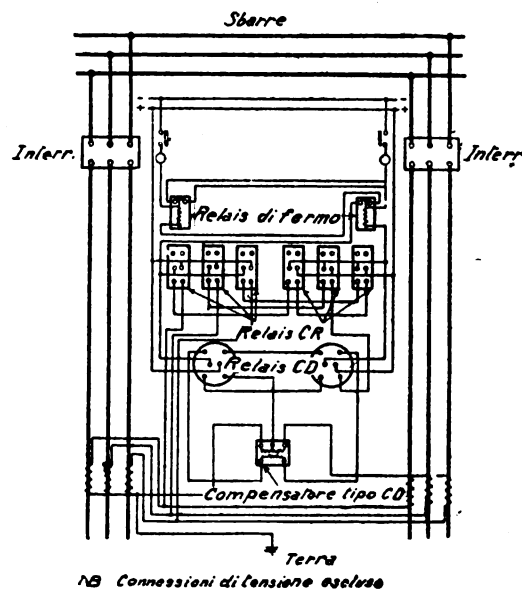


Fig. 2. — Connessioni per l'installazione dei relais.

linea buona all'estremità dove la protezione entra in gioco per prima.

I relais di corto circuito sono disposti per agire in 0,4 secondi. Nelle due centrali è installata una resistenza verso terra di 63 ohm.

La figura 3 rappresenta graficamente il modo d'agire della protezione quando si verifici una terra, in vicinanza di una cabina M (vedi schizzo A in figura 3). Con una tensione al neutro di 38 100 V e una resistenza verso terra di 63 ohm, è prevedibile una corrente verso terra di circa 600 A. Questa corrente deve essere fornita dalle due centrali; come si vede in figura 3A, queste correnti si ripartiscono uniformemente finchè si raggiunge il tronco difettoso dove la sezione più corta della linea a terra somma le correnti di tre linee

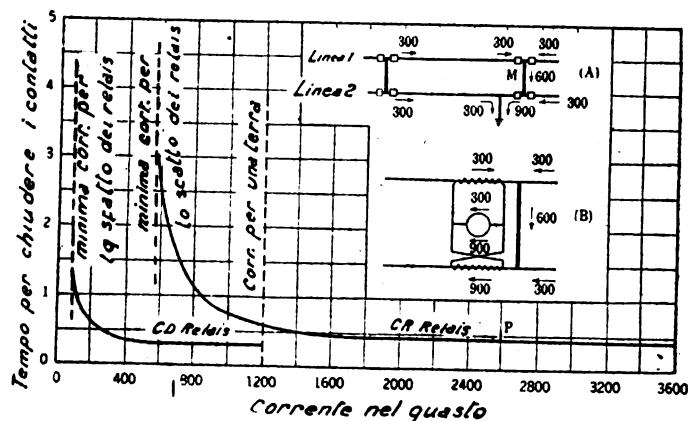


Fig. 3. — Curve di tempo per i relais di linea e di terra.

mandando così 900 A verso la terra; altri 300 A provengono dalla sezione più lunga della linea a terra. Ne viene che i relais di linea risentono una corrente di 1200 A, in vicinanza al guasto, in conseguenza del modo di loro inserzione indicato nello schizzo B di fig. 3. Il relais di terra risentirà invece la differenza, ossia 900 - 300 = 600 A.

Perciò sia i relais di linea che quelli di terra entrano in azione. Ma quelli di linea, come risulta dalla loro curva di tempo in figura 3, per una corrente di 1200 A, richiederebbero 0,6 secondi per agire, mentre quelli di terra, con una corrente di 600 A chiudono i contatti in 0,3 secondi. Supposto che si richiedano 0,4 secondi per lo scatto dell'induttore, si vede che occorrono 0,7 secondi per staccare la linea andata a terra. Entra allora in azione il relais all'altro estremo della linea a terra, e così in 1,4 secondi, la sezione difettosa è completamente staccata. La fig. 4 riassume l'andamento delle operazioni.

Se, per un caso qualsiasi, i relais di terra non agissero, vi è il dispositivo il quale, dopo 10'' dal verificarsi del guasto, mette in corto circuito la resistenza di 63 ohm, mettendo così direttamente a

terra il neutro. Ne viene che entrerebbero prontamente in azione i relais di linea spinti ad agire al loro tempo minimo.

Se il guasto fosse invece avvenuto fra due fili di fase invece che a terra, i relais di terra non sarebbero intervenuti, ma quelli di linea, risentendo la corrente di corto circuito, sarebbero intervenuti chiudendo questa volta i contatti nel loro tempo minimo di 0,4 secondi. Mettendo ancora 0,4 secondi per lo scatto dell'interruttore, la linea difettosa sarebbe stata staccata ad ambo le estremità in 1,6 secondi.

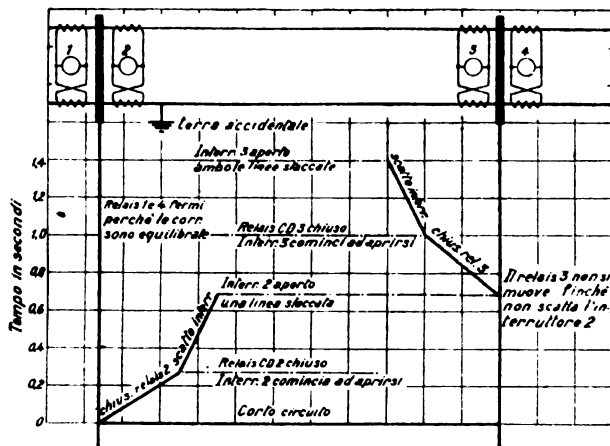


Fig. 4. — Modo di agire dei relais per una terra.

Prima di mettere in effettivo servizio il sistema di relais descritto, esso fu sottoposto ad una serie di verifiche e di prove mediante corti circuiti artificiali fra linee e colla terra. Le prove risultarono completamente soddisfacenti e dimostrarono la efficacia pratica dello schema teorico progettato. Si eseguirono 28 messe a terra sull'anello e il sistema di protezione agì sempre in modo perfetto secondo quanto si è esposto.

R. S. N.

* *

CONDUTTURE.

O. R. SCHURIG — Determinazione sperimentale delle correnti di corto circuito nelle reti di conduttori. (J. A. J. E. E., giugno 1923, pag. 604).

L'A. ricorda come, il metodo praticamente migliore per determinare le correnti di corto circuito in una rete di conduttori sia spesso quello di ricorrere ad esperienze su circuiti modello. Di solito anzi le esperienze sono eseguite su circuiti alimentati a corrente continua co-

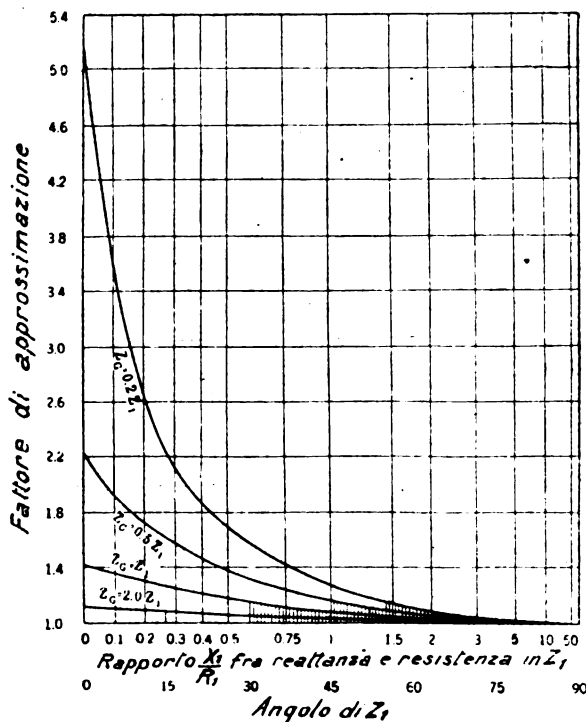


Fig. 1. — Fattore di approssimazione - metodo di reattanza.

struiti in modo da riprodurre, approssimativamente le condizioni del circuito a corrente alternata. Determinate le correnti di corto circuito nel circuito modello a corrente continua esse si riportano, con opportuni coefficienti di proporzionalità, al circuito reale a corrente alternata.

Uno dei metodi per costruire un circuito modello a corrente continua, è quello di fare le resistenze ohmiche delle varie parti propor-

zionali alle reattanze dei corrispondenti elementi del circuito vero. L'A. chiama questo, metodo di reattanza.

L'altro metodo, che l'A. chiama metodo di impedenza, ammette che tutte le impedenze nei vari elementi del circuito vero sieno simili, e si fanno eguali ad esse le resistenze ohmiche del modello.

L'A. si è proposto di studiare i meriti e le limitazioni del metodo dei modelli a corrente continua, il suo campo di applicazione e la sua approssimazione.

Nel metodo si sostituisce sempre un circuito monofase al circuito polifase, rappresentando nel modello la reattanza corrispondente ad

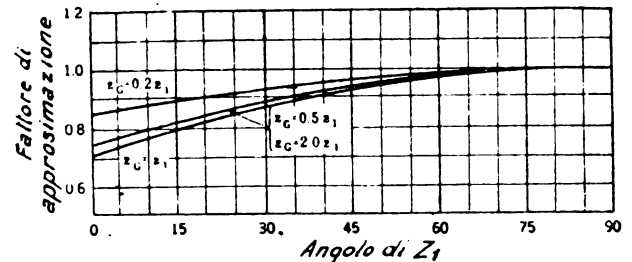


Fig. 2. — Fattore di approssimazione - metodo di impedenza.

una sola fase. Questo semplice sistema può essere però impiegato solo per i corti circuiti equilibrati, come un corto circuito sulle tre fasi in un sistema trifase. I corti circuiti che producano squilibri nelle fasi, richiedono per la loro soluzione delle calcolazioni analitiche oltre alle esperienze sul modello a corrente continua, oppure possono essere risolti con esperienze su modelli trifasi a corrente alterata che riescono però complicate. L'A. osserva però come i corti circuiti equilibrati siano praticamente i più importanti, perchè in generale i corti circuiti sulle tre fasi sono quelli in base ai quali si preventivano gli interruttori.

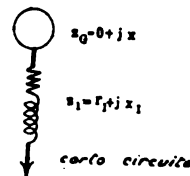


Fig. 3-A.

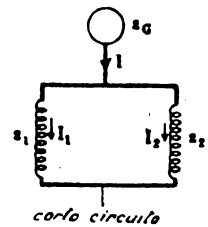


Fig. 3-B.

Diagramma circuiti in serie. Diagramma circuiti in parallelo

Nel metodo dei modelli si trascura poi la capacità di linea. È facile verificare che ciò porta ad errori inferiori al 10 % anche per corti circuiti trifasi su linee di 320 km. Per i corti circuiti fra linea e terra, la corrente di capacità può essere calcolata sulla base dei dati del circuito.

Un'altra fonte di errori proviene dagli sfasamenti fra le varie grandezze alternative del circuito vero e dei quali non si può tener conto nel modello. L'A. sviluppa una serie di esempi numerici per mettere in evidenza l'entità di tali errori.

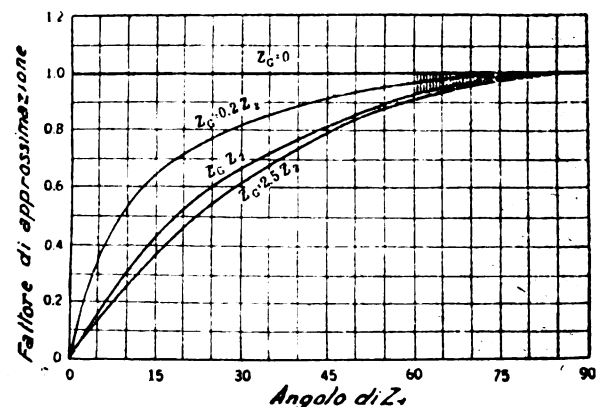


Fig. 4. — Fattore di approssimazione per la corrente nel ramo I_1 . Metodo di reattanza.

L'A. chiama fattore d'approssimazione d'impedenza, U_z , il rapporto fra il valore della corrente di corto circuito ottenuta col metodo di impedenza, e il valore esatto della corrente di corto circuito; analogamente chiama fattore d'approssimazione di reattanza, U_x , il rapporto fra il valore della corrente di corto circuito trovato col metodo di reattanza, e il valore vero.

Ad esempio per un circuito costituito da un alternatore da 11 000 kVA, a 6600 V, 60 periodi, da un trasformatore 6600/44 000 V e da una linea a 44 000 V lunga 200 km, trova $U_x = 1.04$ e $U_z = 0.97$.

Nei sistemi nei quali gli elementi del circuito aventi angoli d'impe-

denza diversi sono disposti in serie, (fig. 3 A) mentre tutti gli elementi fra loro in parallelo abbiano il medesimo angolo, il metodo di reattanza è preferibile a quello di impedenza perchè dà valori approssimati in eccesso, e non richiede determinazioni di impedenza.

L'A. ha calcolato i fattori d'approssimazione per circuiti di questo tipo e per una larga serie di caratteristiche di circuito, e precisamente

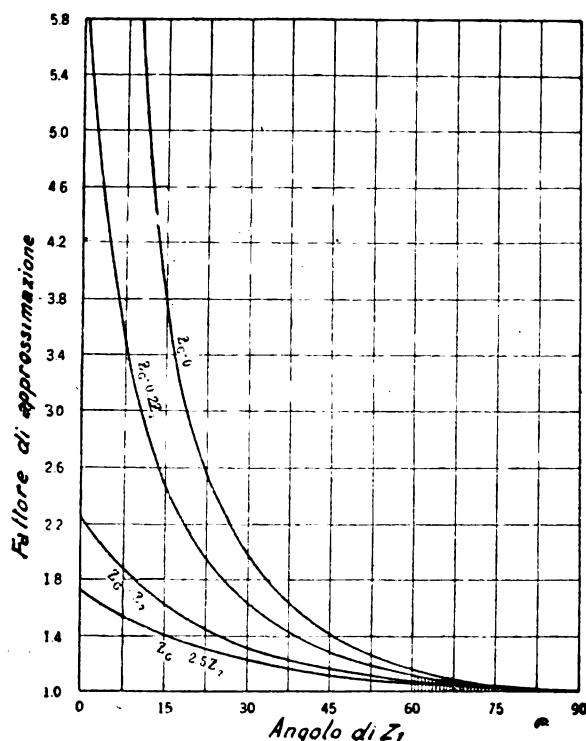


Fig. 5. — Fattore di approssimazione per la corrente nel ramo I_2 . Metodo di reattanza.

da $Z_c = 0,2 Z_1$ fino a $Z_c = 2 Z_1$, (chiamando Z_c e Z_1 le impedenze rispettivamente della centrale generatrice e della linea) e per angoli di impedenza Z_1 da 0° a 90° . I calcoli sono riassunti in figura 1. Ad esempio per una centrale con $Z_c = 0,4 + j 10 = 10$ e $Z_1 = 7,8 + j 10,3 = 12,9$ con 53° di angolo, ossia con $Z_c = 0,78 Z_1$, si trova sul diagramma per uno ascissa 53 un valore $U_x = 1,08$ circa.

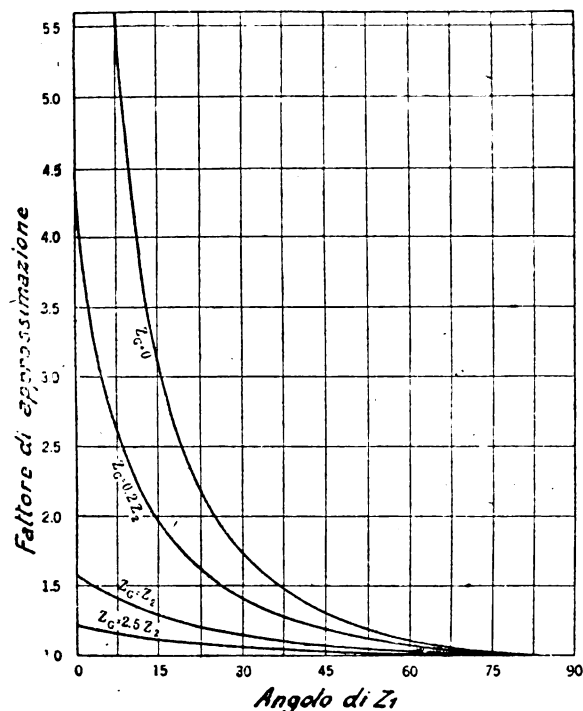


Fig. 6. — Fattore di approssimazione per la corrente totale. Metodo di reattanza.

La porzione tratteggiata del diagramma segna il campo delle condizioni di circuito per le quali il metodo di reattanza, in questi tipi di circuiti, dà errori contenuti sotto il 20 %. In questo campo sono compresi la maggior parte dei sistemi aerei e un gran numero di sistemi a cavi.

La fig. 2, dà per gli stessi tipi di circuiti il fattore di approssimazione del metodo di impedenza. Come si vede tale fattore è minore

dell'unità, ossia con tale metodo si ottengono valori approssimati in meno.

La determinazione del fattore d'approssimazione richiede la conoscenza dell'angolo di impedenza della linea, e del rapporto della reattanza della centrale all'impedenza della linea. Questo rapporto è approssimativamente eguale al prodotto del seno dell'angolo di impedenza della linea per il rapporto fra la reattanza della centrale e quella della linea, la quale ultima può essere ricavata dalle misure del modello connesso per le prove di corto circuito.

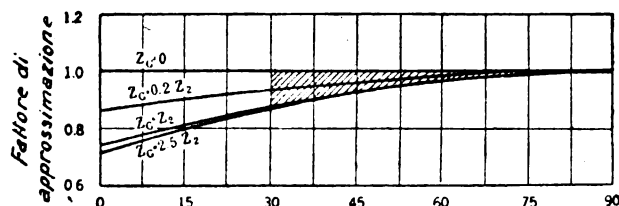


Fig. 7. — Fattore di potenza per la corrente nei circuiti in parallelo. Metodo di impedenza.

Nella categoria di circuiti precedente possono essere compresi anche quei sistemi nei quali fra circuiti in parallelo vi siano differenze d'angoli d'impedenza non maggiori di 15° .

La figura 3 B rappresenta l'altro tipo dei circuiti nei quali vi sono elementi in parallelo con angoli d'impedenza sensibilmente diversi.

In questi casi il metodo di reattanza, dà generalmente valori approssimati in meno, per uno dei rami del circuito, e valori approssimati in più, per la corrente nell'altro ramo. La corrente totale risulta generalmente approssimata in eccesso. Se si vuole che l'errore non superi il 20 %, bisogna limitare il metodo a circuiti nei quali gli angoli negli elementi connessi in parallelo siano compresi fra 90° e 60° . Le figure 4-5-6 danno i valori del fattore di correzione per le correnti nei due rami e per la corrente totale.

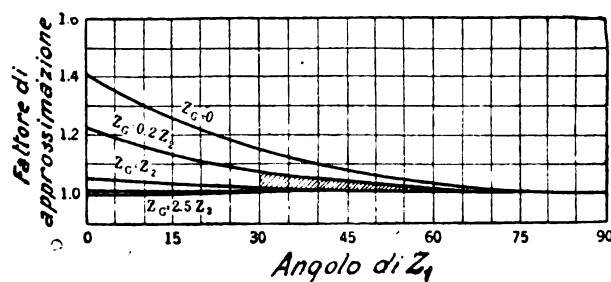


Fig. 8. — Fattore di approssimazione per la corrente totale. Metodo di impedenza.

Alcuni circuiti che danno errori eccessivi col metodo di reattanza possono essere risolti col metodo di impedenza. Tale metodo dà generalmente valori approssimati in meno. Limitando l'errore al 15 % si può adottare il metodo d'impedenza anche con circuiti in parallelo con angoli d'impedenza anche assai diversi e per valori d'angolo da 90° a 30° . Sotto i 30° , si hanno errori eccessivi. Le figure 7-8 danno i fattori d'approssimazione d'impedenza per le correnti nei due rami e per la corrente totale.

Se invece di avere, come nei casi precedenti, due soli circuiti in parallelo, se ne hanno molti, i valori dei fattori d'approssimazione non cambiano, purchè i diversi circuiti in parallelo abbiano angoli d'impedenza contenuti nei limiti suindicati.

R. S. N.

* *

ELETTROFISICA.

I. L. HAYDEN e W. L. EDDY — Rapporto fra i valori della rigidità dielettrica con tensioni alternate e continue. (J. A. I. E. E., luglio 1923, pag. 706).

Gli AA. ricordano come le prove delle isolazioni si possano fare con maggiore convenienza a corrente continua che a corrente alternata, specialmente dopo l'introduzione dei tubi a vuoto come raddrizzatori che permettono di ottenere correnti ad alte tensioni. Colle tensioni continue si evitano le correnti dovute alla capacità e basta perciò disporre di un tubo a vuoto di pochi kW di potenza per eseguire prove, ad esempio su reti di cavi, che avrebbero richiesto trasformatori di parecchie centinaia di kVA.

Si è cercato di determinare se esiste un rapporto costante fra la rigidità dielettrica verso le tensioni continue e quella verso le tensioni alternate. Alcuni definiscono rapporto di rigidità dielettrica il rapporto fra il valore della tensione continua e il valore efficace della tensione alternata che producono il medesimo effetto, altri invece si riferiscono al rapporto fra la tensione continua ed il valore massimo della tensione alternata. Gli AA. sono favorevoli a questa seconda definizione che ha il vantaggio di rendere il rapporto eguale ad 1 per l'aria.

Gli AA. hanno condotto numerose esperienze intese a determinare i valori del rapporto di rigidità dielettrica per diversi materiali.

In generale gli isolanti sopportano meglio le tensioni continue che quelle alternate. Il valore massimo di una tensione alternata, equivalente agli effetti disruptivi, ad una tensione continua, è maggiore di questa e talvolta anche notevolmente; ma in qualche caso può essere minore.

Negli isolanti solidi il valore del rapporto varia, talora considerevolmente, colle condizioni fisiche e specialmente termiche dell'isolante; in generale il rapporto è tanto più prossimo all'unità quanto più omogeneo è il materiale.

Il fenomeno della scarica disruptiva si presenta di natura assai complessa ed è influenzato da molti coefficienti, talchè spesso esperienze analoghe conducono a risultati discordanti.

Secondo gli AA. è possibile soltanto stabilire valori approssimati del rapporto di rigidità dielettrica per classi ben definite di isolamenti in date condizioni di funzionamento. In questo senso furono dirette le loro esperienze.

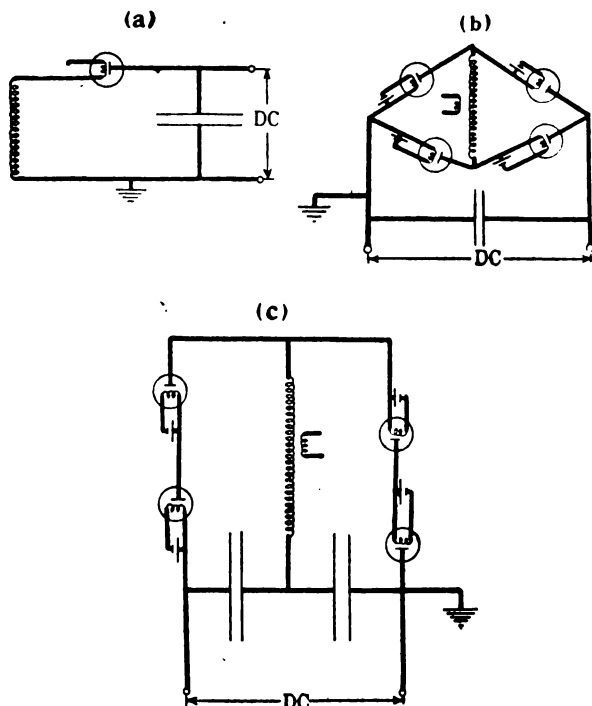


Fig. 1.

La figura 1 rappresenta gli schemi usati per le esperienze. Come raddrizzatore si impiegò sempre una valvola ionica (Kenotron) formata da un catodo filiforme contenuto in un anodo cilindrico. Lo schema 1a è il più semplice, la valvola è in serie col trasformatore d'alimentazione e con un condensatore; lo schema è semplicissimo e, se il carico è piccolo in confronto alla capacità del condensatore, si ottiene una tensione quasi uniforme. Lo schema 1b ha il vantaggio di utilizzare entrambe le semionde della corrente alternata per produrre una medesima polarità nel circuito del condensatore. Lo schema 1c permette di servirsi di una corrente alternata di tensione di valore circa un terzo di quello della tensione continua.

La capacità del condensatore necessaria per ottenere una tensione soddisfacentemente continua, è maggiore collo schema 1a che con quelli 1b ed 1c, e dipende dal carico. Nelle prove dei lunghi cavi, è sufficiente la capacità stessa del cavo; nelle prove di laboratorio è sempre necessario far uso di condensatori.

Le esperienze a corrente alternata o continua si eseguirono collo stesso trasformatore. Si fece uso in generale della disposizione 1c, con sufficiente capacità per contenere le oscillazioni della tensione entro il 2 %.

I diversi tipi di isolamenti furono provati in diverse forme e dimensioni e con diversi elettrodi, evitando naturalmente di avere spigoli o punte. Quando possibile si eseguì sempre la prova di perforazione a corrente alternata sullo stesso esemplare usato per la prova a corrente continua. Tutte le esperienze furono ripetute, in diversi tempi, da sperimentatori diversi e sotto differenti condizioni sperimentali. Come risultati si presero sempre le medie di 10 fino a 25 esperienze ed oltre.

Una serie di esperienze fu condotta sui materiali per i cavi, olio, petrolatum e carta. Per l'olio, si riconobbe che la rigidità dielettrica sia alla corrente continua che a quella alternata diminuisce coll'aumentare della temperatura, ma in misura non rilevante. Il rapporto di rigidità dielettrica oscilla intorno a 0,92, ciò che dimostra che l'olio ha maggiore rigidità (dell'8 % in più) verso la tensione alternata che verso la continua. Coll'aumentare della temperatura il rapporto si avvicina all'unità, mentre se ne allontana coll'aumentare della distanza esplosiva.

Per il petrolatum, il valore medio del rapporto si aggira intorno

a 0,957, ossia inferiore all'unità, come per l'olio. Il rapporto non varia sensibilmente né colla temperatura né colla distanza esplosiva.

Per la carta non impregnata si osservò che, mentre la rigidità sia a tensione alternata che continua non varia sensibilmente colla temperatura, il rapporto di rigidità diminuisce sensibilmente colla temperatura pur mantenendosi maggiore di 1 (1,158 a 25° e 1,057 a 100°). Il rapporto diminuisce anche col crescere della distanza esplosiva passando da valori maggiori di 1 (1,277 per 4 strati di carta) a valori inferiori ad 1 (0,947 per 32 strati). Come media generale si ha un valore del rapporto eguale a 1,100; vale a dire la carta non impregnata richiede per essere perforata una tensione continua del 10 % più elevata che non la tensione alternata di perforazione.

La carta impregnata con petrolatum, come combinazione di due elementi, uno a rapporto maggiore di 1 e l'altro a rapporto inferiore all'unità, dovrebbe dare un rapporto assai prossimo a 1. Al contrario si ottiene un rapporto notevolmente superiore ad 1; il valor medio è 1,773. Il rapporto diminuisce coll'aumentare della temperatura e della distanza esplosiva.

La mica ha rivelato un rapporto assai prossimo ad 1. Gli isolanti composti di mica, danno tuttavia un rapporto superiore all'unità; in media 1,245; se vi si aggiunge qualche mastice di natura organica il rapporto sale fino a 2,46. Anche qui, come per la carta impregnata, la combinazione di due materiali differenti sembra elevare il valore del rapporto.

Il vetro diede un valore medio del rapporto, elevato: 1,469. Vale a dire il vetro presenta una rigidità assai maggiore per le tensioni continue che per quelle alternate. Il vetro polverizzato, sia a secco, sia impregnato con olio dimostrò al contrario maggiore rigidità verso le tensioni alternate: valore medio del rapporto: 0,921.

La paraffina, ha un rapporto assai prossimo all'unità.

La carta paraffinata si comporta come quella impregnata di cui sopra.

Nell'articolo originale sono riassunti in tabelle numeriche i risultati di molte esperienze.

R. S. N.

* *

IMPIANTI.

A. DAGORY — Applicazioni della metallizzazione ottenuta col procedimento Schoop. (R. G. E., 29 luglio 1922, pag. 146-153).

La manutenzione dei pali di ferro a traliccio per trasmissioni ad alta tensione presenta un'importanza notevole e un grande interesse particolarmente per il fatto che per la preferenza data alle grandi campate, i sostegni vengono ad assumere notevoli altezze. Il rivestimento di minio, generalmente usato, offre notevoli svantaggi perchè si deteriora facilmente per azione degli agenti atmosferici e rende necessario, ogni qualche anno, un nuovo rivestimento del palo per assicurare una sufficiente protezione del ferro sottostante. Questa operazione porta con sé l'interruzione della linea interessata e paralizza perciò l'industria delle regioni che sono da essa servite. Poichè soltanto un rivestimento metallico avrebbe potuto assicurare una protezione di lunga durata, si è ricorso alla metallizzazione, se non di tutto quanto il palo, almeno della parte superiore, non accessibile quando

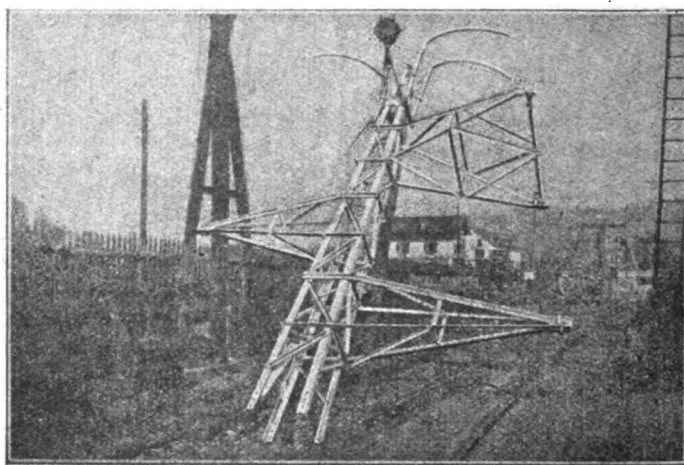


Fig. 1. — Tronco superiore di palo a traliccio metallizzato con zinco (tipo svizzero).

i conduttori sono sotto tensione. Per questa particolare applicazione l'unico metallo adatto è lo zinco, sia per il suo prezzo relativamente poco elevato, sia per la sua aderenza e per la qualità di rivestimenti ch'esso assicura.

I diversi procedimenti di zincatura ora in uso sono: la galvanizzazione con bagno elettrolitico, la sherardizzazione, la galvanizzazione a caldo per immersione e la metallizzazione per polverizzazione (procedimento Schoop). Gli unici che presentino la possibilità di pratica applicazione dal punto di vista economico sono gli ultimi due, ma particolarmente la metallizzazione per polverizzazione. Quest'ultima infatti richiede impianti semplici e relativamente poco costosi e permette, in caso di bisogno, dopo un certo numero d'anni, il rifaci-

mento in posto della metallizzazione, data la trasportabilità degli apparecchi usati in questo procedimento.

La metallizzazione per polverizzazione è infatti l'unico sistema di protezione che finora ha avuto nei diversi Stati una applicazione di qualche importanza (Svizzera, Italia, Germania, Francia). Essa è dovuta all'invenzione di un ingegnere svizzero M. Schoop, e consiste nella fusione dei metalli (siano essi in polvere o sotto forma di fili) nella loro polverizzazione e proiezione sugli oggetti da metallizzare. L'ultimo dei diversi apparecchi ideati, quella cioè che è entrata nell'uso pratico (fig. 2), consiste essenzialmente in un cannello ossidrico

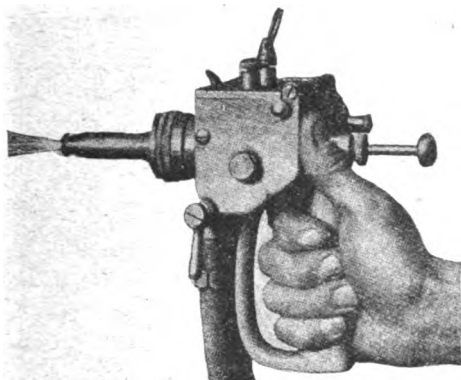


Fig. 2. — Apparecchio Schoop.

od ossiacetilenico o ossigeno-gas illuminante, e in un insieme meccanico azionato da una piccola turbina e destinato a portare nell'apparecchio, in modo regolare, un filo metallico costituito dal metallo da proiettare e passante nell'interno del cannello. Per effetto della combustione della miscela gassosa il filo fonde e per azione di aria compressa la parte fusa viene suddivisa in finissime particelle liquide, che si raffreddano e si solidificano all'uscita del cannello per la depressione che ivi si produce.

Trascinate con forza dalla corrente d'aria, dette particelle vanno ad aderire sulle superfici da metallizzare, preventivamente pulite con cura a mezzo di un getto di sabbia. A seconda dei diversi metalli il rivestimento ha spessori diversi e quindi la metallizzazione ha una durata più o meno lunga. Trattandosi di zincatura in un'ora si possono metallizzare 6 m² con uno spessore di 5/100 mm. Lo strato di zinco si connette nitidamente col ferro sottostante, formando uno strato leggermente poroso, che, favorendo al contatto dell'aria umida la formazione di uno strato di carbonio idrato di zinco molto compatto e aderente, costituisce un rivestimento impermeabile. Analogamente al contatto di acque cariche di cloruri (acqua di mare) viene a formarsi uno strato protettivo di ossicloruri che impediscono la corrosione del ferro sottostante. Esperienze fatte in questo campo nel 1914 hanno dato ottimi risultati.

Un impianto di metallizzazione con zinco richiede solamente l'impiego di tre apparecchi essenziali, e precisamente:

Un compressore d'aria capace di comprimere a una pressione di 3,5 kg/cm²;

Un pulitore a getto di sabbia;

Un apparecchio Schoop.

Il costo di metallizzazione di tutti i piccoli oggetti che fanno parte delle linee di trasmissione viene diminuito eseguendo l'operazione su parecchi oggetti simultaneamente. I pezzi vengono disposti in due apparecchi a gabbia cilindrica a sbarre distanziate sui quali vengono diretti, a seconda del bisogno, un getto di sabbia o un getto di metallo. Essendo gli apparecchi animati da un movimento di rotazione i pezzi da pulire o da metallizzare vengono a passare più volte davanti ai rispettivi getti.

L'A. riferisce che in Francia sono attualmente in pieno funzionamento gli impianti di metallizzazione di Luneville, di Bordeaux, di Bavonne, di Tolosa e di Boucau: i primi tre sono stati costruiti in modo definitivo, gli ultimi due sono invece provvisori per la durata di fabbricazione dei pali della linea a 150.000 V della Compagnie des Chemins de fer du Midi.

Due uomini possono in generale bastare alla metallizzazione di 8 ÷ 10 pali al giorno. La sabbia per la pulitura deve essere ben secca e occorre perciò predisporre apparecchi per l'essiccamento e la buttatura della sabbia di cava.

Il deposito di zinco sulle parti metallizzate dei pali corrisponde ad un aumento del peso di queste parti di 350 g circa per m² di superficie ricoperta. Perciò una prima approssimazione per la verifica del lavoro può consistere nella pesatura dei pezzi metallizzati. La verifica deve però essere eseguita sempre con un attento esame, fatto una settimana circa dopo l'operazione di zincatura. Per ciò che riguarda i bulloni e gli altri piccoli oggetti metallizzati, il collaudo richiede che essi resistano, senza che il loro aspetto venga affatto modificato, a tre immersioni successive, con un minuto d'intervallo fra l'una e l'altra, in una soluzione di solfato di rame al 20 %. La durata di ogni immersione dev'essere di un minuto.

La metallizzazione con procedimento Schoop, oltre che all'applicazione cui si è fatto cenno, può essere usata per migliorare le caratteristiche elettriche degli isolatori. Infatti l'apparecchio Schoop permette di costituire dei condensatori elettrici, grazie alla possibilità di disporre

strati metallici sottilissimi su materiali isolanti quali la carta, il carbone-bakelite, la porcellana.

Questa proprietà è stata applicata con successo da diversi ingegneri per aumentare la capacità interna degli isolatori di linee di trasmissione e di distribuzione, giacché è stato rilevato che il deposito di un leggero strato di rame sulle parti della porcellana in contatto col materiale di fissaggio dei perni o delle sospensioni assicura una migliore distribuzione del campo elettrico.

Inoltre data la possibilità di regolare a piacere con l'apparecchio Schoop lo spessore del deposito metallico, si è utilizzato questo procedimento per costituire dei condensatori di capacità variabili e per migliorare la distribuzione del potenziale lungo le catene d'isolatori del tipo a sospensione.

La metallizzazione ottenuta con procedimento Schoop potrà trovare anche applicazione nei posti di trasformazione all'aperto in cui è necessario proteggere dagli agenti atmosferici: pali, poutrelles e altre parti in ferro.

A. R.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

W. DUMMORE e H. ENGEL — Radiotelegrafia direttiva con onde di 10 m. (Scientific Paper of the Bureau of Standards, N. 469, 11 aprile 1923).

Le radiocomunicazioni attuali si svolgono su onde che nella grandissima maggioranza dei casi hanno una lunghezza superiore ai 200 metri. Esperienze recenti di Franklin e di Marconi hanno dimostrato che è possibile impiegare per la radiotelegrafia e telefonia anche onde assai più corte — di una lunghezza intorno ai 20 m — e che tali onde in confronto con quelle lunghe presentano i seguenti notevoli vantaggi:

1) risolvono in modo semplice e pratico il problema della radiotelegrafia direttiva, eliminando così gran parte degli inconvenienti dovuti all'interferenza delle trasmissioni, e assicurando le radiocomunicazioni con potenze di gran lunga inferiori di quelle attualmente adoperate.

2) Risentono in misura assai più limitata gli effetti dei disturbi atmosferici, sia perchè — come è noto — tali disturbi sono particolarmente intensi su onde lunghe, sia perchè l'uso di onde corte riduce di molto le dimensioni dell'antenna.

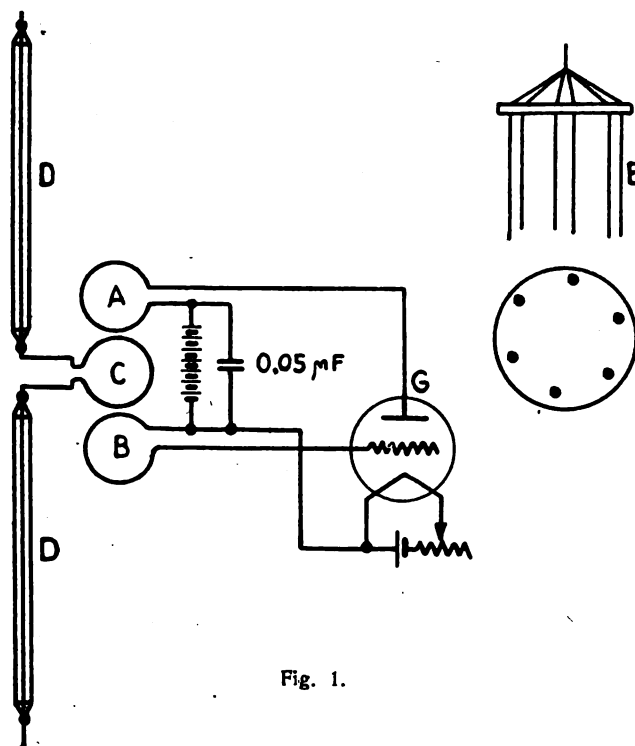


Fig. 1.

3) La radiotelegrafia su onde corte richiede, per assicurare una conveniente trasmissione della parola, una zona assai più ristretta di lunghezze d'onda in confronto con la radiotelegrafia su onde lunghe.

4) La radiotelegrafia direttiva su onde corte si presta infine a particolari applicazioni quali la trasmissione radiotelegrafica delle fotografie e la telemeccanica.

Tenendo presente la grande importanza del problema, gli AA. si sono prefissi di compiere una serie di esperimenti di radiotelegrafia e radiotelegrafia su onde di 10 m; i risultati ottenuti, per quanto incompleti, costituiscono un notevole contributo alla risoluzione del problema.

La generazione, la radiazione direttiva e la ricezione delle onde corte presuppongono lo studio di un generatore, di un apparato riflettente, e di un ricevitore adatti per tali lunghezze d'onda.

a) Generatore. — Il tipo di apparato trasmettente, che meglio si presta allo scopo, è quello a valvola: ma per poter produrre onde

di 10 m, gli AA. hanno dovuto ricorrere ad un tipo di triodo, nel quale la capacità interna degli elettrodi — che determina il limite superiore delle frequenze ottenibili — fosse la minima, ed inoltre hanno dovuto realizzare uno schema, nel quale tutte le connessioni fossero ridotte al minimo possibile, in quanto che a frequenze così elevate i conduttori formano una parte non trascurabile dell'induttanza totale dei circuiti. Il generatore a valvola, costruito in base a questi concetti, è schematicamente indicato in fig. 1.

Le due induttanze A , B d'accoppiamento fra il circuito anodico e di griglia e l'induttanza C di accoppiamento coll'antenna sono semplici spire del diametro di 17 cm montate sullo zoccolo del triodo generatore; il condensatore F da $0,05 \mu F$ è racchiuso nella parte inferiore dello zoccolo stesso, allo scopo di accorciare le connessioni: l'antenna D è costruita da due aerei tubolari, ciascuno di sei fili, lunghi m 1,80 e ad un intervallo di 3 cm.

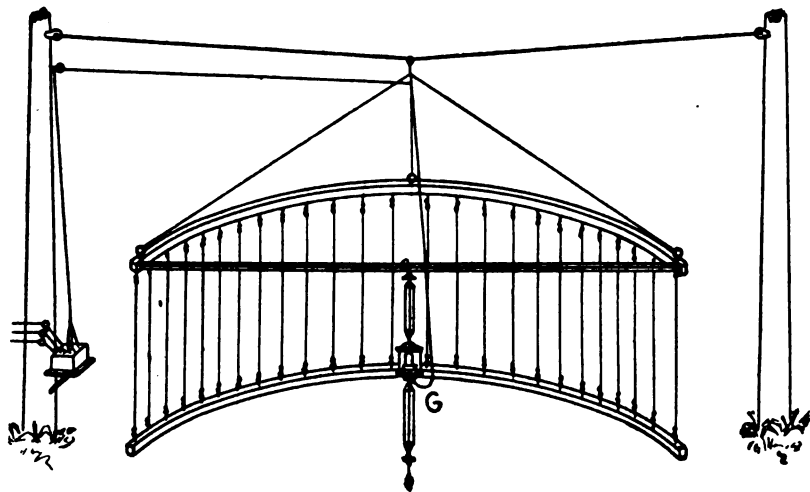


Fig. 2.

b) Sistema riflettente. — Il sistema, adottato dagli AA. per le loro esperienze (fig. 2), consta di 40 fili di rame, sospesi ad un'intelaiatura a profilo parabolico, per una parte del suo sviluppo, e ad intervalli di cm 30,5 l'uno dall'altro: l'intelaiatura è sospesa e suscettibile di ruotare intorno al suo asse. Detti fili costituiscono la superficie laterale di un segmento cilindrico, avente per direttrice una parabola, il quale funziona come uno specchio elettromagnetico delle onde irradiate dal triodo generatore, posto nel fuoco dello specchio stesso. I fili sono isolati l'uno dall'altro e dall'intelaiatura, e sintonizzati esattamente per la lunghezza d'onda di 10 m: la distanza focale nello specchio usato per le prove in questione è stata scelta di metri 2,5 e cioè pari a un quarto della lunghezza d'onda. Le onde irradiate sono riflesse in direzione dell'asse focale, in corrispondenza del tratto di intelaiatura privo di fili, e la dispersione del fascio risulta tanto minore quanto maggiore è l'estensione del cilindro parabolico.

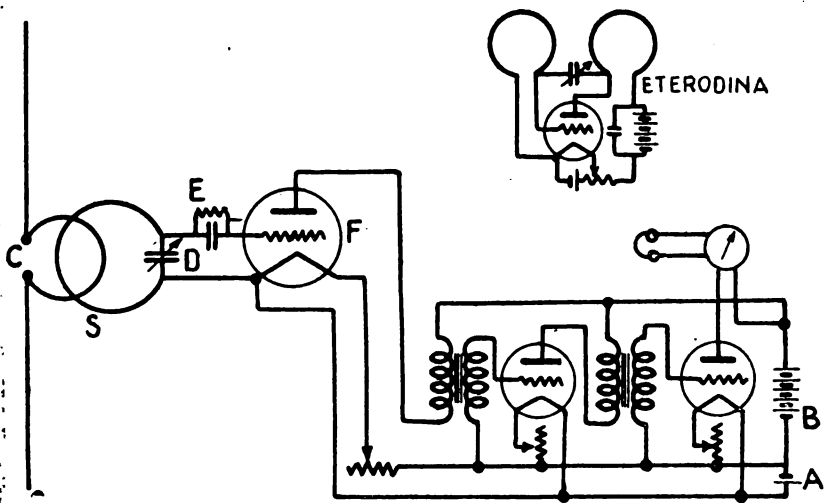


Fig. 3.

c) Apparato ricevente. — Per studiare le caratteristiche della radiazione dell'apparato trasmittente a distanze inferiori a circa 45 metri gli AA. si sono serviti di una spira del diametro di cm 78,8 con in serie un condensatore variabile, della capacità massima di $20 \mu F$, ed una coppia termoelettrica, della resistenza di 5Ω con in derivazione un microamperometro con scala fino a $100 \mu A$.

Per distanze maggiori gli AA. hanno usato un apparato ricevente (fig. 3), costituito da un'antenna monofilare e da un ricevitore, composto da una valvola raddrizzatrice e due valvole amplificatrici a

bassa frequenza, con eterodina separata. L'antenna, costruita in filo di rame del diametro a nudo di mm 1,8, ha la lunghezza di m 4,37 compresa la spira primaria di accoppiamento C , del diametro di cm 30,5, e in tutto simile alla spira secondaria S . Il condensatore variabile D ha una capacità massima di $0,00005 \mu F$.

Una prima serie di esperienze ha avuto di mira la determinazione delle condizioni di massima efficienza del sistema riflettente. Facendo ruotare lo specchio di 360° e leggendo, per ciascuna posizione dello specchio di 10° in 10° , le indicazioni del termogalvanometro, gli AA. hanno potuto costruire i diagrammi polari di ricezione, relativi a differenti condizioni del sistema riflettente, e di cui la fig. 4 riproduce quello, per il quale si verificano le condizioni ottime. L'esame di

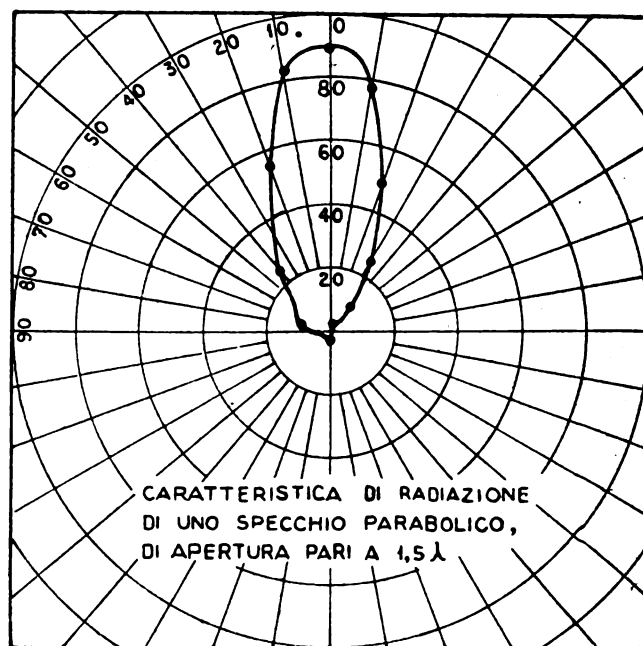


Fig. 4.

tali diagrammi dimostra che coll'uso di uno specchio elettromagnetico di questo tipo si realizza con grande approssimazione una trasmissione di carattere prettamente direttivo, purché:

- 1) la sorgente delle onde che debbono essere riflesse sia esattamente nel fuoco dello specchio;
- 2) i fili riflettenti siano sintonizzati per la lunghezza delle onde, emesse dalla sorgente.

L'ampiezza del fronte delle onde riflesse dipende dall'apertura adottata per lo specchio.

Altre esperienze di ricezione sono state eseguite, servendosi dell'apparato indicato in fig. 3, a una distanza di circa 3,5 km. Tali esperienze, per quanto, per mancanza di tempo, non abbiamo potuto estendersi a distanze più rilevanti, hanno dimostrato la completa possibilità di radiocomunicazioni su onde corte, l'indipendenza di tali comunicazioni dai disturbi atmosferici, ed i notevoli effetti di assorbimento che con onde di quest'ordine si hanno da parte di fabbricati e di strutture metalliche, interposti fra lo specchio riflettente e la stazione ricevente. Sarebbe desiderabile che a questi primi esperimenti altri ne seguissero, intesi a chiarire i molti punti oscuri, che ancora restano nella tecnica delle onde corte.

Fe. V.

* *

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

A. O. AUSTIN — Sistemi isolanti studiati per impedire la formazione di archi sulle linee di trasmissione di grande lunghezza e di piccolo scartamento. (Conferenza Internazionale delle Grandi Reti Elettriche, Parigi, 1923).

L'A. per spiegare il funzionamento del sistema di protezione da lui studiato, riassume alcuni concetti relativi alla formazione e al mantenimento degli archi.

Quando dalla superficie di un conduttore ad alta tensione parte una scarica, il getto che si forma ha una resistenza ed una capacità distribuite sulla sua lunghezza ma non in modo uniforme: la resistenza per centimetro di lunghezza è minima alla base (dove è massima la sezione del getto) mentre la capacità per centimetro di lunghezza è massima alla punta del getto che è più lontana dal conduttore.

A basse frequenze la lunghezza del getto o dell'arco è approssimativamente proporzionale alla tensione; per una stessa tensione la lunghezza aumenta colla frequenza. Ciò è dovuto al fatto che in un arco la resistenza diminuisce coll'aumentare della corrente. Pertanto, in un getto di scarica, se aumenta la corrente, diminuisce la caduta di tensione (ir); i condensatori in derivazione, rappresentativi

della capacità del getto secondo lo schema di figura 1, vengono sottoposti a una tensione maggiore, ciò che fa aumentare la loro corrente di carica; questa circolando nel getto ne abbassa ulteriormente la resistenza. Ne viene una tendenza all'allungamento del getto fino a che esso tocca la terra, o finchè le perdite per effetto joule ($i^2 r$) sieno compensate dall'irraggiamento.

Praticamente tutte le grandi linee hanno una tensione sufficiente per produrre un certo grado di ionizzazione, tanto che un'onda di tensione ad alta frequenza, permanente o smorzata, che si sovrappone alla tensione a frequenza normale, può produrre con facilità scariche di lunghezza considerevole, anche senza che l'onda stessa raggiunga valori relativamente molto riguardevoli.

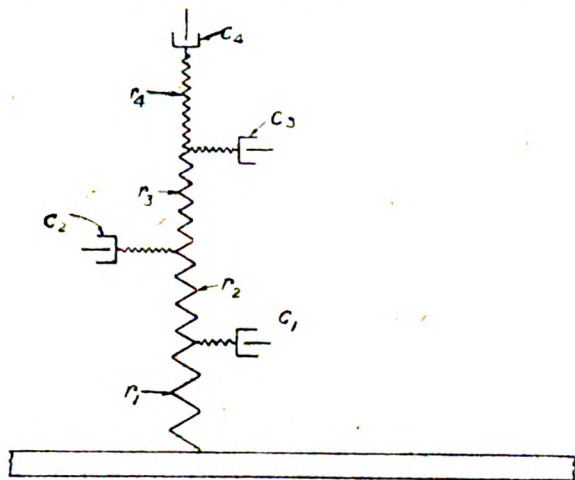


Fig. 1.

Non occorre nemmeno che tali onde sovrapposte durino per un tempo apprezzabile perchè dall'istante in cui una scarica di resistenza abbastanza piccola per dar passaggio all'energia immagazzinata nella linea, raggiunge la terra, è quasi sicuro che si formerà un arco capace di smaltire una grande quantità di energia. Coll'estendersi della rete aumentando la reattanza e la capacità, la frequenza e lo smorzamento di queste onde accidentali sovrapposte vengono diminuiti, cosicchè una perturbazione che si verifichi ha maggior tempo per formare una larga scarica o lanciare l'arco a terra.

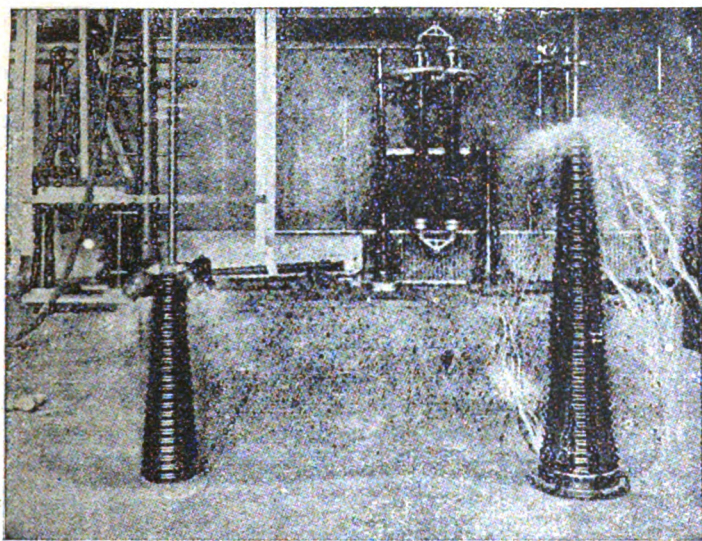


Fig. 3.

Inoltre una grande rete può fornire più energia elettrostatica immagazzinata nella sua capacità, per alimentare una scarica. L'A. richiama l'attenzione sull'importanza grande, per quanto non facile a ben definire, delle energie elettrostatiche sulla formazione degli archi.

La protezione di una grande linea contro la formazione di archi può essere raggiunta per quattro vie: 1) riducendo la lunghezza equivalente della linea, o attenuandone le conseguenze; 2) limitando il numero e la gravità delle perturbazioni; 3) dissipando l'energia delle correnti transitorie; 4) elevando la tensione a cui corrisponde la formazione di archi nella rete.

L'A. mette in rilievo le limitate possibilità di applicazione pratica dei primi tre metodi e si diffonde invece sul quarto metodo realizzato col suo nuovo dispositivo.

Dato che la perdita per effluvi è sempre sensibile, anche alla tensione normale, non v'è dubbio che se si verifica una sopraelevazione della tensione, si produrrà una dissipazione di energia ancora maggiore. Se perciò si potrà impedire che scattino degli archi prima che si sia raggiunta una sopraelevazione di tensione sufficiente per

dissipare le perdite di energia, è chiaro che si sarà realizzata la voluta protezione.

L'A. raggiunge questo scopo utilizzando in modo geniale la proprietà delle punte.

Se si ha un conduttore in tensione, e da esso si fa diramare un altro breve tronco di conduttore, le linee di flusso di forza si concentreranno intorno alla parte sporgente e, a meno che questa non abbia un raggio di curvatura così grande da ridurre la tensione elettrostatica presso la sua estremità, si verificherà una scarica partente da essa e assai più lunga di quelle che partono dal conduttore principale. Però la scarica che si forma dalla punta, avrà per effetto di scaricare, per così dire, il conduttore principale nelle vicinanze della punta stessa sopprimendo nei tratti adiacenti le scariche.

Un organo così disposto e che l'A. chiama «repressore» avrebbe quindi una azione protettiva chiaramente rappresentata nella fig. 2 dalla sporgenza A; senonchè il repressore così costruito adescherebbe l'arco più facilmente che non il conduttore normale. L'A. ha

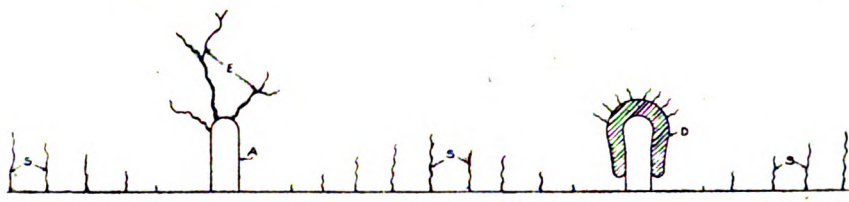


Fig. 2.

pensato di ricoprire il conduttore sporgente di un cappuccio isolante; esso forma la placca dielettrica di un condensatore e limita l'ammissione di corrente nei getti di scarica che possono ancora formarsi alla parete esterna del cappuccio cosicchè questi getti non riescono più ad adescare un'arco. Nei punti dove la densità di carica è forte, tali getti possono avere lunghezza considerevole e possono quindi influenzare il campo elettrostatico a una certa distanza.

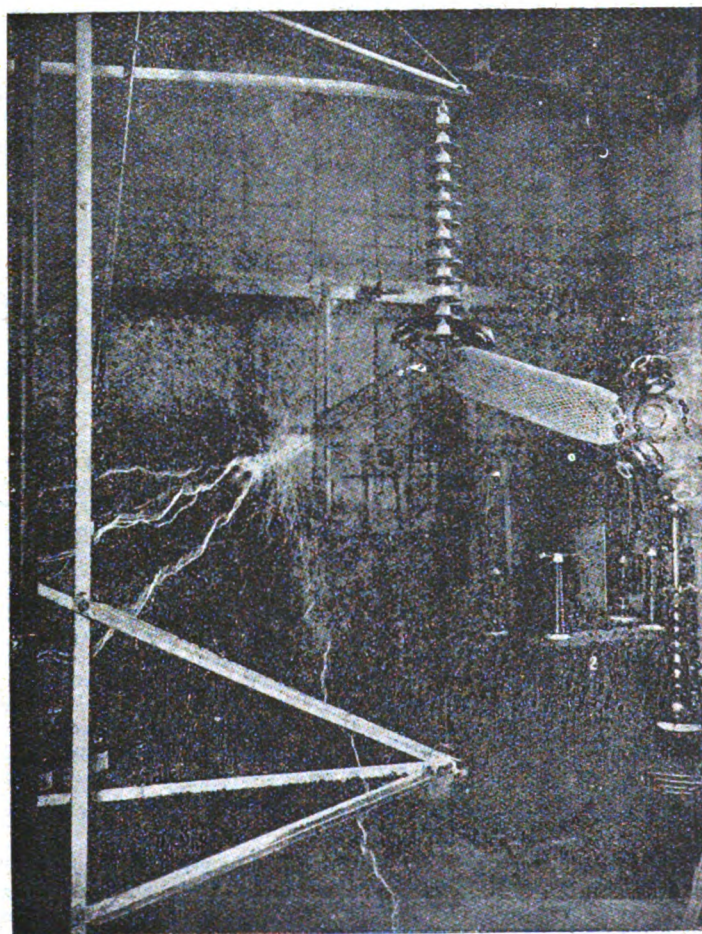


Fig. 4.

Dando al cappuccio isolante del repressore una resistenza dielettrica abbastanza elevata, esso può essere fatto sporgere a una distanza considerevole in campi elettrostatici assai forti, senza seri inconvenienti. Questa proprietà rende utilissimi i repressori per rendere uniforme la distribuzione della tensione nelle catene di isolatori come quelle necessarie nelle stazioni radiotelegrafiche di grande potenza funzionanti a onde permanenti.

Il repressore può prendere forme assai svariate, di tubi, di anelli, ecc., oppure può essere introdotto nelle diverse parti di certi isolatori.

L'A. riporta una lunga serie di esperienze eseguite in laboratorio con corrente ad alta tensione e grandissima frequenza, e i risultati di esse depongono in modo assolutamente lusinghiero pel nuovo sistema di protezione.

La figura 3 rappresenta la prova di confronto fra un grande isolatore normale ed uno assai piccolo munito di repressore. Il grande isolatore che resiste a oltre 500 kV a frequenza normale (60 periodi), lancia un arco a terra con soli 254 kV alla frequenza di 72.000 periodi. Il piccolo isolatore che a frequenza normale resiste a 360 kV prima di permettere l'arco, alla frequenza di 72.000 periodi ammette l'arco alla tensione di 270 kV. La tensione di formazione dell'arco ad alta frequenza è dunque del 44 % di quella a frequenza normale per l'isolatore grande e del 66 % per quello piccolo col repressore. L'isolatore grande che sarebbe sembrato sufficiente per una linea a 300.000 volt si comporta quindi meno bene dell'altro verso le sovratensioni accidentali.

La figura 4 è particolarmente notevole. Alla tensione 630 kV e a frequenze di 60.000 periodi scatta un arco dal conduttore al suolo distante m 4,57 mentre è impedita dai repressori collocati alla fine della catena di isolatori la formazione dell'arco verso il sostegno distante soltanto m 1,52. Lo stesso dispositivo alimentato con conduttori comuni anziché con gabbie, mostra a 174 kV il formarsi di una scarica tutto intorno al conduttore, ma la scarica diminuisce fino ad annullarsi nelle vicinanze dei repressori. Ancora lo stesso dispositivo, munito di un anello di guardia invece di repressori, lancia un arco a terra dall'anello di guardia a 300 kV.

Molte altre esperienze sono riportate dall'A. i cui risultati concordano nell'affermare la grande efficacia di questi organi, da lui chiamati repressori, nell'impedire la formazione di archi ad alte frequenze.

Si noti che l'effetto benefico dei repressori è sensibile anche alle frequenze ordinarie. Anche la distribuzione delle tensioni lungo la catena degli isolatori viene migliorata. R. S. N.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

ESPOSIZIONI, ECC.

Prima Mostra Italiana di Attività Municipali. — Nei mesi di maggio e giugno corrente anno si terrà in Vercelli la Prima Mostra Italiana di attività municipali.

In tale Mostra verrà data speciale importanza alle municipalizzazioni (acquedotti, officine elettriche, officine gas, tramvie, vaporetti, frigoriferi, mulini, farmacie, telefoni, ecc.).

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Stazione ultranotente nel Belgio. — Si annuncia che il 19 dicembre 1923 il Re Alberto del Belgio ha posato la prima pietra nella Stazione transcontinentale che la Società Indipendente Belga di Radiotelegrafia ha impresso a costruire a Ruysselede a circa 15 chilometri da Bruxelles. Il progetto di questa stazione, specialmente per quanto riguarda l'antenna, sembra assai ardito, perchè essa dovrebbe esser sostenuta da otto piloni dell'altezza di 284 metri ciascuno ed avere uno sviluppo orizzontale della lunghezza di 1200 metri. La stazione dovrebbe diventare una delle più importanti del mondo e comunicare anche con i più lontani continenti, assicurando al Belgio una completa indipendenza dalle altre nazioni per ciò che riguarda le comunicazioni radio.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Raddrizzatori di grande potenza per la tensione continua di 5000 volt. (L'Industrie Electrique, 25 dicembre 1923, pag. 461). — Fino ad ora non si impiegavano che tensioni da 1500 a 3000 volt per il conduttore di presa di corrente delle grandi linee ferroviarie a corrente continua. Per tensioni non superiori a 1500 volt si possono impiegare delle commutatrici e dei raddrizzatori di grande potenza, mentre per tensioni più elevate non si possono adoperare che dei generatori che sono più costosi, hanno un rendimento meno elevato e non si prestano all'impiego nelle sottostazioni automatiche perchè richiedono una sorveglianza continua.

La Società Brown-Boveri ha messo recentemente in servizio nelle sue officine di Baden un nuovo tipo di raddrizzatore per alte tensioni.

Questo raddrizzatore venne caricato successivamente e per lungo tempo a 2500 volt, 450 ampere, cioè a 1125 kW; poi a 3500 volt, 350 ampere, cioè a 1225 kW e finalmente a 5400 volt, 300 ampere, cioè a 1620 kW.

In ciascuna di queste prove il raddrizzatore è rimasto in servizio giorno e notte per molto tempo senza che si producessero inconvenienti, e si sono fatte delle prove di avviamento, di sovraccarico e di messa in corto circuito. Il carico era ottenuto mediante resistenze liquide; il centro del trasformatore era a terra mentre il raddrizzatore e la sua pompa ad aria erano isolati come nella maggior parte delle installazioni della Brown-Boveri.

Queste prove hanno dimostrato che si possono ottenere tensioni continue di più di 5000 volt con un solo raddrizzatore e che questo può venire utilizzato in pratica. Il raddrizzatore conviene particolarmente per le sottostazioni completamente automatiche g. g.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

Ing. ERNESTO MONTÙ. — *Come funziona e come si costruisce una stazione per la ricezione radio telegrafica-telefonica.* — Un volume in brochure di pagg. 350, formato 12×19 con 192 figure e 22 circuiti. — Ed. U. Hoepli, Milano, 1924. - Prezzo L. 15. (Numero medio di parole per una pagina di stampa 192).

L'A. si propone di offrire una guida ai dilettanti di radiotelegrafia e radiotelefonica per l'uso e per la costruzione di piccole stazioni riceventi. Egli cerca innanzi tutto di esporre chiaramente i principi delle radiocomunicazioni, valendosi delle analogie che i fenomeni che si manifestano nei radiocircuiti presentano con altri, presi in diversi campi della fisica e più generalmente noti. Non è facile riuscire a dare in tale maniera un'esatta nozione dei fenomeni molto complessi che si hanno nei circuiti radiotelegrafici, tuttavia l'A. assolve quasi sempre in maniera abbastanza brillante il compito propostosi. E se si pensa che chi è invogliato ad occuparsi, anche semplicemente da dilettante, dei suggestivi problemi delle radiocomunicazioni, non è mai persona sprovvista totalmente di cognizioni almeno elementari di elettrofisica, si può affermare che questi primi capitoli del libro risultano per i più sufficientemente chiari.

Nei capitoli successivi si passa alla descrizione ed alla spiegazione dei principali schemi di stazioni riceventi. L'A. fornisce dati e notizie sui triodi, sugli apparecchi che li utilizzano e sugli altri elementi costitutivi dei circuiti riceventi. Le notizie sono numerose e corredate da parecchi schemi e l'A. non trascura di accennare ai sistemi più moderni quali il metodo Armstrong a supergenerazione, nè di spiegare l'influenza che le diverse condizioni di luogo e di tempo hanno sulla variabilità della forza dei segnali ricevuti. Infine il volume è completato da un certo numero di tabelle contenenti i dati indispensabili per quei dilettanti che vogliono costruire da sé gli apparecchi più semplici e da ventidue schemi di circuiti riceventi completi di vario tipo.

Nell'insieme ci sembra che il libro risponda abbastanza bene allo scopo di venire in aiuto dei dilettanti che si appassionano al problema delle radiocomunicazioni, e che diventeranno certamente sempre più numerosi, quando, a simiglianza di quanto accade all'estero il broadcasting si sarà sviluppato ed affermato anche in Italia. P. Bo.

*

Motori Diesel fissi e loro lubrificazione.

Sotto questo titolo la Vacuum Oil Company S. A. I. di Genova, pubblica un opuscolo di una quarantina di pagine, riccamente illustrate. La maggior parte delle quali sono dedicate ad un esame obiettivo di alcuni problemi di indole pratica, riguardanti i motori Diesel fissi.

Le prime 25 pagine sono dedicate alla descrizione ed al funzionamento del motore Diesel a due ed a quattro tempi e degli accessori, e le seguenti all'importante argomento della lubrificazione.

Per quanto si tratti di una pubblicazione avente un po' il carattere di réclame, è giustizia riconoscere che si tratta di una pubblicazione molto ben fatta, certamente utile a tutti coloro che debbono occuparsi di motori Diesel.

*

P. E. CESARI. — *Elettrotecnica pratica.* Ad uso delle scuole industriali e Professionali. Vol. I°. (fenomeni e leggi fondamentali. Misure e Macchine a corrente continua). Pagine XVI-330 con 287 figure, formato 15×23 (numero medio di parole per pagina di testo 320). Edit. G. Cesari, Ascoli Piceno - L. 14.

Nel raccogliere e pubblicare queste nozioni fondamentali di elettrotecnica, l'A. si è prefissato lo scopo di fornire agli allievi delle scuole industriali un libro di testo facile e chiaro che li guidi nello studio della difficile materia. Se lo scopo sia completamente raggiunto diranno in seguito le scuole cui il libro è destinato; certo in esso volume i concetti ed i fenomeni fondamentali sono espressi nella maniera più piana ed elementare e con sufficiente chiarezza. Il ragionamento a base di formule vi è per quanto è possibile evitato: l'A. ha cercato di dimostrare tutte le leggi con esperienze e semplici ragionamenti ricorrendo talvolta ad analogie di carattere meccanico o idraulico che risultano giustificabili e quasi necessarie nei corsi per giovani che non hanno alcuna, o molto scarsa, preparazione matematica.

Il libro s'inizia con un breve richiamo di nozioni di meccanica e di sistemi di unità e tratta delle unità assolute e pratiche di lavoro e di potenza e del rendimento; nei successivi capitoli l'A. espone le nozioni fondamentali di elettrologia, mettendo convenientemente in rilievo le formule e i dati più importanti, accenna ai pericoli della corrente per l'organismo e alle precauzioni necessarie, ed ai rimedi, tratta ampiamente degli accumulatori e svolge le parti che riguardano il magnetismo e l'elettromagnetismo.

Nel capitolo delle misure l'A. parla brevemente delle misure

principali e più semplici e si sofferma invece con una certa larghezza sulla descrizione e sulla taratura dei contatori.

Infine i due capitoli sulle macchine dinamo-elettriche e sui motori sono abbastanza ampi e particolarmente in modo da poter dare ai giovani un'adeguata idea delle caratteristiche principali degli impianti e delle manovre e del funzionamento di essi.

Buona la veste tipografica, interessanti gli schemi e le fotografie di strumenti e macchine, numerose le tabelle sparse qua e là e raccoglianti valori, coefficienti e dati di maggiore uso ed utilità. Il volume forma un tutto organico e proporzionato e merita veramente l'augurio di successo nell'ambiente cui è destinato.

È già annunciata la prossima pubblicazione del secondo volume della stessa opera, dedicato ai principi, alla descrizione, al funzionamento, alle misure sulle macchine a corrente alternata, e alle diverse applicazioni dell'elettrotecnica. M. Pa.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

La Redazione si riserva di dare eventualmente più ampie notizie, in altra rubrica, dei lavori qui elencati.

Ing. Comm. Prof. EMILIO MARENCO. — *Come si diventa elettricisti*. — Un volume di pagine 406, con 260 illustr., formato 17×23,5. — Edit. G. Lavagnolo, Torino, 1923. — Prezzo L. 18. — Seconda edizione ampliata da «Il Giornale degli Elettricisti». — Numero medio di parole per una pagina di testo, 300 circa.

Dott. ETTORE SACCHETTO. — *Studio sulla capacità dei cavi ad un conduttore cordati*. — Opuscolo di 38 pagine, formato 21,5×27 cm., con 63 illustrazioni. — G. Kettiz, Milano, 1923. — Senza indicazione di prezzo.

ATTESTATI DI PRIVATIVE INDUSTRIALI

Applicazioni varie e apparecchi relativi.

- 20.1.1922; 541-127 — BERTINI LUIGI, Livorno: Magneto-dinamo con interruttore automatico e puleggia a differenziale per l'illuminazione elettrica ed altre applicazioni elettriche negli autoveicoli. — Priv. 30.9.1920 - anni 3.
- 20.1.1922; 541-131 — BARBIERI ADALBERTO, Bologna: Riscaldatore elettrico di acqua a camere concentriche. — Priv. 3.9.1920 - anni 1.
- 21.1.1922; 541-154 — VALSECCHI CARLO, Milano: Scaldaliquido elettrico. — Priv. 31.12.1920 - anni 3.
- 21.1.1922; 541-158 — GEHRIG JOST, Berna (Svizzera): Magneto d'accensione con avvolgimento fisso d'alta tensione. — Priv. 31.12.1920 - anni 6.
- 21.1.1922; 541-159 — PITTINI ARTURO e MOROLDO EDOARDO, Cividale del Friuli: Limitatore di corrente elettrica alternata senza contatti. — Priv. 31.12.1921 - anni 3.
- 21.1.1922; 541-160 — BIANCHI UMBERTO e DEL VECCHIO AGOSTINO, Roma: Governo radio-meccanico di un siluro. — Priv. 31.3.1922 - anni 1.
- 23.1.1922; 541-169 — LIZERA ERNEST LEON VICTOR, Parigi: Bougie d'allumage perfectionnée. — Priv. 31.1.1920 - anni 3.
- 23.1.1922; 541-180 — SPINELLI PAOLO, Modena: Segnalatore elettrico per passaggio a livello. — Priv. 31.12.1921 - anni 1.
- 23.1.1922; 541-192 — JEAN COTAL, Puteaux (Francia): Changement de vitesse électromécanique. — Priv. 31.12.1920 - anni 3.
- 23.1.1922; 541-196 — CENCIOTTI FRANCESCO, Terni (Perugia): Sistema di riscaldamento aereo-elettrico per la lavorazione delle confetture e simili. — Priv. 31.12.1920 - anni 15.
- 23.1.1922; 541-199 — MARCHESI ERCOLE, Monza: Perfezionamenti nei forni elettrici. — Priv. 31.12.1920 - anni 1.
- 24.1.1922; 541-203 — LUSTIG HEINRICH, Berlin, Wilmersdorf: Procédé de transformation de l'énergie électrique en énergie mécanique. — Priv. 31.12.1920 - anni 1.
- 24.1.1922; 541-212 — MURATORI ALFREDO e STRANEO PAOLO, Roma: Perfezionamenti nella disposizione dei nuclei magnetici dei contatori elettrici a induzione relativamente al disco rotante. — Priv. 31.3.1920 - anni 3.
- 24.1.1922; 541-236 — ITALIAN TREARDING UNION, Roma: Stufe elettriche a paravento. — Priv. 31.12.1920 - anni 3.
- 24.1.1922; 541-237 — WESTERN ELECTRIC ITALIANA, Roma: Procédé permettant la détermination de l'équivalent de transmission d'un circuit électrique et installation pour la mise en oeuvre de ce procédé. — Priv. 31.12.1920 - anni 6.
- 27.1.1922; 542-65 — FRANZ VOGLHUT, Augsburg (Germania): Processo per la fabbricazione di lampade a incandescenza elettriche rigenerate. — Priv. 31.12.1920 - anni 5.
- 30.1.1922; 542-124 — POLIDORI ENNIO, POLIDORI CURZIO e POLIDORI EMIDIO, Roma: Martello elettrico per la lavorazione della pietra e dei metalli. — Priv. 30.9.1920 - anni 2.
- 31.1.1922; 542-142 — BOTTIGLIERI VINCENZO, Bologna: Ondulatore elettrico per capelli. — Priv. 31.12.1920 - anni 5.
- 31.1.1922; 542-179 — EDMUND MAGERLE, Vienna: Soneria elettrica. — Priv. 31.12.1920 - anni 3.
- 31.1.1922; 542-184 — GEORGE OULTON SEWARD, New York: Apparecchio elettrolitico. — Priv. 21.12.1920 - anni 6.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Elezioni e referendum.

Milano, il 17 Gennaio 1924.

Cari Colleghi,

Vi rimetto il Verbale dello scrutinio delle votazioni fatte per referendum per il rinnovo delle cariche sociali per la nuova Presidenza per il triennio 1924-1926.

— Compiuto così il proprio triennio la Presidenza prende congedo dai Soci, vivamente grata della fiducia dimostrata e del cordiale appoggio col quale essa è sempre stata sostenuta, che le ha permesso di superare le non poche difficoltà, incontrate.

L'intima e cordiale collaborazione tra i Soci e la Presidenza è la causa principale dell'ascensione del nostro Sodalizio e ne rappresenta una delle caratteristiche più simpatiche, e non dubitiamo che questa verrà conservata alla nuova Presidenza alla quale l'uscente porge il più cordiale saluto, formando l'augurio che la sua opera proseguirà per la maggior valorizzazione della nostra Associazione e per il progresso sempre maggiore nel campo tecnico e scientifico del nostro Paese.

A Voi tutti, cari Colleghi, i più cordiali saluti.

Il Presidente Generale (uscente)
U. DEL BUONO

16 Gennaio 1924.

Verbale dello scrutinio - Elezioni generali.

Il giorno 16 Gennaio, alle ore 9,30, nella Sede Centrale si sono trovati presenti:

| | |
|-------------------------------|--|
| il Sig. Ing. Ulisse del Buono | — Presidente Generale |
| » » Gino Reborà | — Vice Presidente |
| » » Guido Semenza | — Presidente della Sezione di Milano |
| » » Giuseppe Comboni | — Segretario Generale |
| » » G. A. Rigatti | — Segretario della Sezione di Milano |
| » » Angelo Barbagelata | — Redattore Capo dell'«Elettrotecnica» |
| » » Marco Semenza | — Redattore dell'«Elettrotecnica» |
| » » Giuseppe Gorla | — Socio |

si incominciarono le operazioni di verifica e di scrutinio della votazione.

Verificate le prescrizioni dell'art. 13 dello Statuto e degli articoli del Regolamento che regolano le elezioni, si procede all'a verifica delle schede giunte dalle varie Sezioni.

Per le cariche sociali risultano in totale schede 1374 e cioè:

| | | |
|---------------|-------|------|
| schede valide | . . . | 1296 |
| » bianche | . . . | 2 |
| » nulle | . . . | 76 |

Procedutosi allo spoglio delle schede, per le cariche sociali si ebbero i seguenti risultati:

| | | |
|----------------------|-------------------------------|-----------------------|
| Presidente Gener.: | Ing. Prof. Giuseppe Sartori | voti 1235 v. disp. 53 |
| Vice-Pres. Gener.: | Ing. Prof. Giancarlo Vallauri | » 1233 } » 85 |
| » » »: | Ing. Prof. Elvio Soleri | » 1201 } » 85 |
| Segretario Gener.: | Ing. Giuseppe Comboni | » 1237 » 12 |
| Segret. Presidenza: | Ing. Gildo Sperti | » 1205 » 21 |
| Vice-Segret. Gener.: | Ing. Enzo Pugno Vanoni | » 1199 » 16 |
| Cassiere Generale: | Ing. Giancarlo Rigatti | » 1214 » 14 |

e poichè il Presidente uscente è di diritto Vice-Presidente Generale, la nuova Presidenza per il triennio 1924-1926 è costituita come segue:

| | |
|---------------------------|-------------------------------|
| Presidente Generale: | Ing. Prof. Giuseppe Sartori |
| Vice-Presidente Generale: | Ing. Comm. Ulisse Del Buono |
| » » »: | Ing. Prof. Giancarlo Vallauri |
| » » »: | Ing. Prof. Elvio Soleri |
| Segretario Generale: | Ing. Giuseppe Comboni |
| Segretario Presidenza: | Ing. Gildo Sperti |
| Vice-Segretario Gener.: | Ing. Enzo Pugno Vanoni |
| Cassiere Generale: | Ing. Gian Antonio Rigatti |

Per quanto riguarda la votazione di referendum per lo statuto e regolamento, risultano:

| | | |
|--------------------|-------|--------|
| schede valide | . . . | N. 995 |
| » nulle e disperse | » | 65 |

I risultati delle modifiche sono i seguenti:

| | | |
|---------------------------|-----------|----------|
| Modificazioni all'art. 12 | -- sì 958 | -- no 32 |
| » » 13 | -- sì 968 | -- no 19 |
| » » 15 | -- sì 971 | -- no 16 |
| » » 23 | -- sì 949 | -- no 31 |
| » » 26 | -- sì 953 | -- no 10 |

Parte aggiunta allo Statuto:

Art. 31 — sì 979 — no 4
 » 32 — sì 974 — no 6

Parte aggiunta al Regolamento:

Art. 26 — sì 973 — no 9
 » 27 — sì 968 — no 9

Risultano quindi approvate le modifiche agli Art. 12, 12, 15, 25 e 26 allo Statuto; gli Art. 31 e 32 in aggiunta allo Statuto, e gli Art. 26 e 27 aggiunti al regolamento, che diventano così esecutivi.

* *

I primi atti della nuova Presidenza.

Il nuovo Presidente Generale ci ha trasmesso, per la pubblicazione, la seguente lettera ai Soci.

Bologna, 19 Gennaio 1924.

A tutti i Soci della A. E. I.,

dalle più alte personalità scientifiche, agli innumeri colleghi elettrotecnici venendo fino ai tecnici più modesti, e così pure agli esponenti dei soci collettivi che, attraverso potenti organismi industriali, vanto ed orgoglio del nostro paese, valorizzano dei primi — gli individuali — la laboriosità, la genialità, il sapere; al Comitato di Redazione dell'« Elettrotecnica » così altamente benemerito, giunga il mio deferente saluto.

Se penso ai motivi della vostra designazione nulla scorgo nella mia persona se non uno sforzo modesto, ma continuo, per cooperare allo sviluppo di questa nostra Associazione; una fede profonda e tenace nel suo divenire; la gioia di vederla ormai dispensatrice di bene cospicuo al nostro paese. Nè dubiterete che io non intenda, per l'altissimo ufficio cui voi mi chiamate, come voi richiediate da me che io esalti ancora più l'opera mia umile e devota per indirizzare il sodalizio nostro a mete sempre più alte, confondendomi in ciò in quanto hanno dato di mente e di cuore i miei illustri predecessori. E vi ringrazio di aver pensato alla gravità del compito e ai mezzi per facilitarmelo, dandomi collaboratori valenti che possano cooperare con me con larghezza di assennato consiglio, con prestanza di aiuto prezioso.

Lamentava il Del Buono nell'assumere la Presidenza che i tempi fossero difficili. Non sono facili oggi, nè felici. Ma pure sentiamo che un lievito potente fa espandere rinnovate energie; sentiamo che un bisogno di vita, alta per indirizzo, solenne per operosità, tutti incoraggia; sentiamo che, se perdurerà lo sforzo, non mancherà la metà. Egli è che una volontà ci guida. Un uomo che il mondo ci invidia per la sua sagacità stupenda, tutti ci guarda e trascina. Ben egli intese, al momento giusto, come la prudenza fosse l'ardire, come la saggezza fosse l'osare; e vincitore di battaglie magnifiche, domanda oggi a gran voce pacifica collaborazione nei campi dove molti credono ancora irriducibile il conflitto. Per questo vuole che le vere competenze giungano, abbeverate di fede e di entusiasmo, a dare quanto di meglio è in loro per un più luminoso avvenire d'Italia.

La nostra Associazione, fascio possente di energie produttive, le cui finalità — nel campo che le è proprio — si identificano con quelle di qualsiasi programma che abbia per mèta le fortune della patria, proseguendo l'indirizzo felicemente impresso dai precedenti Presidenti, si troverà pronta per quel molto — speriamo — che le verrà richiesto. La sua azione fattiva verrà così a trovarsi sempre più inserita nel fermento delle nazionali energie, come auspicarono tanti colleghi chiarissimi, i quali domandano per essa, che ha tanto bene meritato, il posto che le compete.

Problemi importantissimi per il nostro paese, di indole culturale, tecnica, legislativa, aventi attinenza con gli scopi cui mira il nostro sodalizio s'impongono al nostro attento e ponderato esame; non con le ristrette visioni di un vicino domani, ma piuttosto con quelle lungimiranti di un futuro che ci figuriamo radioso. Che se la Associazione nostra ha vigorosa la fede in quanto possono arrecare di bene a tutta la umana società le innumeri applicazioni della energia elettrica, diamo ad essa, tutti quanti siamo, soci individuali e collettivi, in una suprema concordia di intenti, l'affetto che essa richiede; diamo la vigoria sempre nuova perchè possa più e più radicarsi;

diamole sacrificio di pensiero e di opera, come un giorno — ormai lontano — disse il suo grande fondatore Galileo Ferraris. Ne ridonderanno tangibili effetti per noi italiani; mentre le consorelle dell'estero, con cui si faranno sempre più intimi i legami, dovranno riconoscere che la nostra Associazione non è, alle loro, per verun motivo seconda.

G. SARTORI.

*

Assumendo la sua carica, il nuovo Presidente Generale ha inviato il seguente telegramma al Capo del Governo.

Bologna 19 Gennaio 1924.

Eccellenza Mussolini.

ROMA.

Assumendo oggi per triennio 1924-26 Presidenza Associazione Elettrotecnica Italiana, fondata dall'immortale Galileo Ferraris, rivolgo Eccellenza Vostra, supremo assertore di ascensioni italiane, deferente omaggio sensi altissima ammirazione, assicurando costante indefettibile contributo Associazione specifici problemi elettrotecnici di nazionale interesse

Ing. Prof. SARTORI.

*

Il Presidente generale, in occasione della inaugurazione del Monumento ad Augusto Righi, (della quale daremo notizia nel prossimo numero) ha diretto all'Ing. Aldo Righi, figlio del celebrato e presidente della Sezione di Bologna, la seguente lettera:

Bologna, 20 Gennaio 1924.

Egregio Collega,

La cerimonia odierna, alla quale io assisterò in rappresentanza della grande famiglia della A.E.I., mi dà occasione di rinnovare a Lei e alla Gentildonna, che fu consorte dell'illustre scomparso, i sentimenti di venerazione che gli elettrotecnici italiani conservano per il Maestro Sommo che tanto profondamente penetrò nei grandi segreti della natura e tante verità scoperte con arte sperimentale rara ed impeccabile.

Io già le dissi altra volta quanto triste è il pensare che il Grande fu strappato innanzi sera, quando l'opera sua era ancora incompiuta. Ma essa rimane gigantesca egualmente se i veri che Egli disvelò hanno germinato applicazioni che ogni giorno più stupiscono per la loro grandiosità. Per questo Egli figura fra i Sommi che seminarono la buona semente. L'Umanità intera raccoglie i frutti.

Nel pregarla di porgere alla Augusta di Lei Madre il reverente omaggio di tutta la A.E.I., voglia gradire l'espressione del sentimento di tutti noi, colleghi suoi, che all'alta e significativa cerimonia d'oggi, portiamo come a un'ara un tributo di sconfinata ammirazione e di venerazione profonda quale a un Genio si addice.

Con affettuosa amicizia mi abbia

SUO G. SARTORI.
 Presidente Generale.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

| | |
|--|---------|
| L'ELETTROTECNICA — Ogni annata | L. 60,— |
| più per postali | 9,— |
| Abbonamento (nel Regno) | 60,— |
| (estero) | 70,— |
| Un numero separato (nel Regno) | 2,50 |
| (estero) | 3,— |
| più per postali | 1,— |
| STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA: | |
| Vol. I. - II° Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Provincie redente | 20,— |
| più per postali | 2,— |
| Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia | 20,— |
| più per postali | 3,— |
| Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione). | |
| L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - suo avvenire (broch.) | 2,50 |
| più per postali | 0,80 |
| CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia | 1,— |
| più per postali | 0,50 |
| NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici | 3,— |
| più per postali | 1,— |
| NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche | 4,— |
| più per postali | 1,— |
| NORME per l'ordinazione ed il collaudo degli isolatori di porcellana | 1,50 |
| più per postali | 0,80 |
| Descrizione di una macchinetta elettromagnetica di A. PACI-NOTTI in cinque lingue: italiana, francese, inglese, latina, tedesca (edizione di lusso) | 3,— |
| più per postali | 1,— |

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Sul calcolo delle reti di distribuzione.

È nota a tutti la complessità che facilmente assume il calcolo di una rete di distribuzione, per quanto basato sulle leggi più elementari e per se stesse più semplici dell'elettrotecnica. Basta ricordare come il più delle volte si preferisca sottostare alla spesa non indifferente necessaria per realizzare un modello della rete, su cui studiarne sperimentalmente il comportamento, piuttosto che affrontare la laboriosità del calcolo algebrico. Tuttavia al calcolo è necessario ricorrere in molti casi di progetti di massima o di studi generali a linee non perfettamente determinate; ed il compito si presenta allora assai arduo.

Il Prof. PIZZUTI ha affrontato in modo molto interessante il problema delle reti di distribuzione per le applicazioni agricole, reti necessariamente molto estese e relativamente poco caricate, nelle quali è di grande importanza poter predeterminare il numero e la distanza delle stazioni di trasformazione. Dopo aver premesso alcuni « teoremi » attinenti alla questione, il Pizzuti mostra come, coll'ausilio di alcune ragionevoli ipotesi semplificative il problema economico possa essere risolto in via generale.

La nuova "Agenda dell'A. E. I.,».

Con questo fascicolo i Consoci riceveranno la nuova agenda dell'A. E. I. Si tratta di una nuova iniziativa dell'Ufficio Centrale la quale rappresenta un primo passo verso la regolare pubblicazione di un Annuario dell'Associazione. Di un Annuario dell'A. E. I., contenente gli statuti ed i regolamenti dell'Associazione, le Norme e l'elenco dei soci, si era parlato alcuni anni or sono; ma i tempi non erano ancora maturi. Oggi le condizioni sono mutate ed il Segretario generale ha potuto rapidamente approntare il fascicolo che viene oggi distribuito gratuitamente a tutti i soci. Dato il carattere di Agenda non si è creduto opportuno attendere il completo rinnovo delle cariche sociali presso le varie Sezioni; rinnovo che si verifica nei primi mesi dell'anno, cosicché l'elenco riportato nell'agenda rispecchia, per alcune Sezioni la situazione dello scorso anno. Ad elezioni finite verrà però distribuito un foglio con le aggiunte e modificazioni, da sostituire alla pagina modificata.

L'impianto di Gressoney-La Trinité.

Completiamo oggi la pubblicazione relativa agli impianti della S. I. P. Breda in Valle Lys (Aosta) con la descrizione della Centrale di Gressoney-La Trinité, che, in testa alla valle del Lys, a 1630 m. sul mare, attingendo direttamente al lago del Gabiet, rappresenta il logico complemento della Centrale di Pont St. Martin, illustrata nei fascicoli dello scorso dicembre.

L'estratto di queste pubblicazioni sarà pronto fra pochi giorni e costituirà il quarto fascicolo della serie « Descrizione impianti elettrici italiani », accolta con tanto favore. Mentre da parte nostra intensificheremo il lavoro per sviluppare sempre meglio l'iniziativa, rinnoviamo la preghiera alle Società esercenti di volerci aiutare, soprattutto per quanto riguarda la preparazione dei disegni, attenendosi, nei disegni di insieme che già avessero occasione di eseguire, a quelle modalità che ne permettano la riproduzione tipografica; modalità che è facile ricavare dall'esame di quanto già abbiamo pubblicato. Molti impianti importanti sono in costruzione in Italia, molti altri si inizieranno senza dubbio quanto prima: noi vorremmo di ognuno di essi dare la descrizione per far conoscere sempre meglio in Italia e soprattutto all'estero, il posto insigne che il nostro Paese ha conquistato nello sfruttamento delle energie idrauliche.

LA REDAZIONE.

□ GLI IMPIANTI DELLA S. I. P. BREDA IN VALLE LYS □ □ □ □ □ □ □

(Continuaz., v. Vol. X, N. 33 e 34, 1923)

IMPIANTO MOOS - GABIET

Opere idrauliche.

L'impianto del Gabiet a serbatoio è destinato soprattutto ad integrare le magre invernali degli impianti ad acqua defluente. Esso funziona però anche d'estate, data la notevole estensione del bacino imbrifero interessato (11,5 km²) in confronto alla capacità d'invaso (attualmente 5 000 000 m³).

Il bacino imbrifero proprio del Gabiet sarebbe di circa 3,5 km² soltanto; gli altri 8 km² di bacino si sono ottenuti deviando in località Alpe Zindra ed immettendo nel lago le acque del Moos, torrente che defluisce dai ghiacciai dell'Indren e del Garstelet e che se seguisse il suo corso naturale, immetterebbe invece nel Lys, a nord del villaggio di Orsia, attraversando un vallone molto pittoresco, tutto boschi e praterie (vedi figura 51).

Le opere all'Alpe Zindra consistono in una piccola diga in muratura, del tipo stramazzante, con cresta a quota 2515 m stesa a sbarramento del Moos; una presa con griglia e paratoia; un canale di derivazione quasi tutto in galleria, a forte pendenza (2% circa) lungo 1350 m.; dimensioni 180 x 180 e portata massima di 8 m³/s; un cunettone ripido in legno con briglie di calcestruzzo per la immissione nel Gabiet.

Lavori al Gabiet. — Il lago del Gabiet, sul sentiero che da Gressoney la Trinité conduce, per il Col d'Olen, ad Alagna, aveva prima dei lavori il livello d'acqua normale a m 2342 sul mare; ora l'innalzamento arriva a quota 2375; il progetto completo comporta un ulteriore innalzamento fino a quota 2386. Limitato all'altezza attuale il serbatoio può contenere circa 5 000 000 m³, che, sui due salti di Gressoney la Trinité e Pont St. Martin (745 ÷ 540 m) equivalgono a 11 500 000 kWh.

Per impedire che le acque possano tracimare e scendere lungo il vallone del torrente Moos, è stato costruito, verso nord, un argine arcuato in terra alto circa 6 m, la così detta *diga nord* (fig. 55); quest'argine in caso di ulteriore innalzamento della diga principale, è destinato ad essere sostituito con uno sbarramento definitivo.

L'opera principale dell'impianto è la *diga sud* (vedi fig. 53, 54 e 55) una importante massa che ha richiesto circa 78 000 m³ di muratura e quattro stagioni lavorative di 5 mesi ciascuna.

Si è adottato il tipo di diga in muratura di pietrame ricavato sul posto con malta in cemento; a disposizione planimetrica arcuata; a profilo massimo con paramento a monte quasi verticale e numerosi drenaggi in prossimità della parete a monte. La diga è lunga in cresta 240 m; con una larghezza alla base di circa 32 m; ad una altezza di ritenuta sul paramento di 38 m.

Lo sfioratore, lungo 28 m circa è previsto per una portata di massima piena di 23 m³/s circa esuberante dato il bacino imbrifero di 4 km² (in caso di piena si escluderebbe naturalmente il Moos).

A quota 2333 v'è uno scarico di fondo che immette nel torrente Netschio dove scarica pure lo sfioratore suaccennato.

A quota 2336.60 v'è l'asse del *tubo di presa*, che è naturalmente protetto da robuste griglie ed attraversa il corpo della muratura conservando un diametro di 1500 mm ed uno spessore di 14 mm.

Due valvole a farfalla delle Officine Elettromeccaniche Rivarolo Ligure, con comando a mano ed una anche con comando elettrico a motore manovrabile dalla centrale, intercettano detto tubo all'uscita dalla diga; fra le due farfalle è inserito uno scarico, che pure im-

vestimento accurato in calcestruzzo di 20 cm circa di spessore; l'aderenza di detto rivestimento alla roccia è stata assicurata mediante numerose e abbondanti iniezioni di cemento.

A monte e a valle della galleria forzata vi sono due valvole auto-

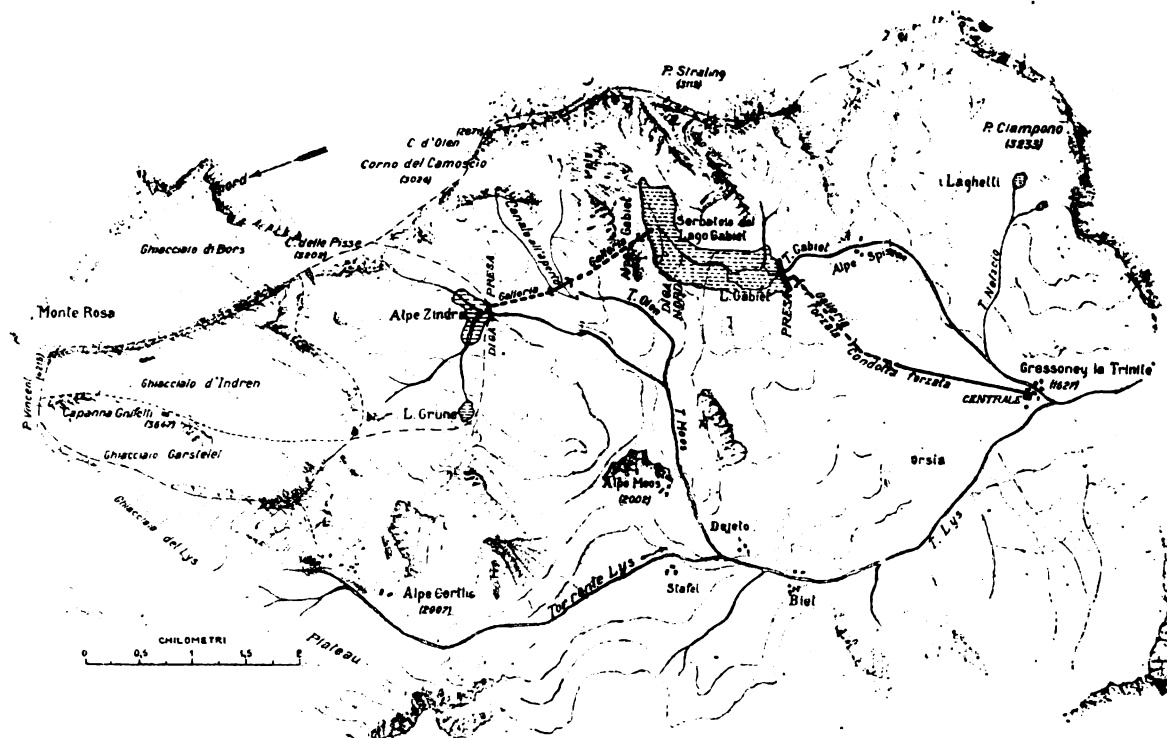


Fig. 51. — Planimetria generale dell'impianto Moos-Gabiet.

mette nel Netschio intercettabile mediante una saracinesca da 700 mm di diametro (fig. 57).

Il comando elettrico delle valvole a farfalla è azionato dalla centrale mediante cavetti sotterrati, inseriti sulla corrente continua secondo uno schema analogo a quello adoperato per le paratoie di Pont S. Martin.

matiche di rientrata d'aria analoghe a quelle della tubazione di Pont S. Martin.

Condotta forzata.

La galleria immette direttamente senza pozzo piezometrico nella condotta forzata i cui primi tubi si internano per circa 50 m nella

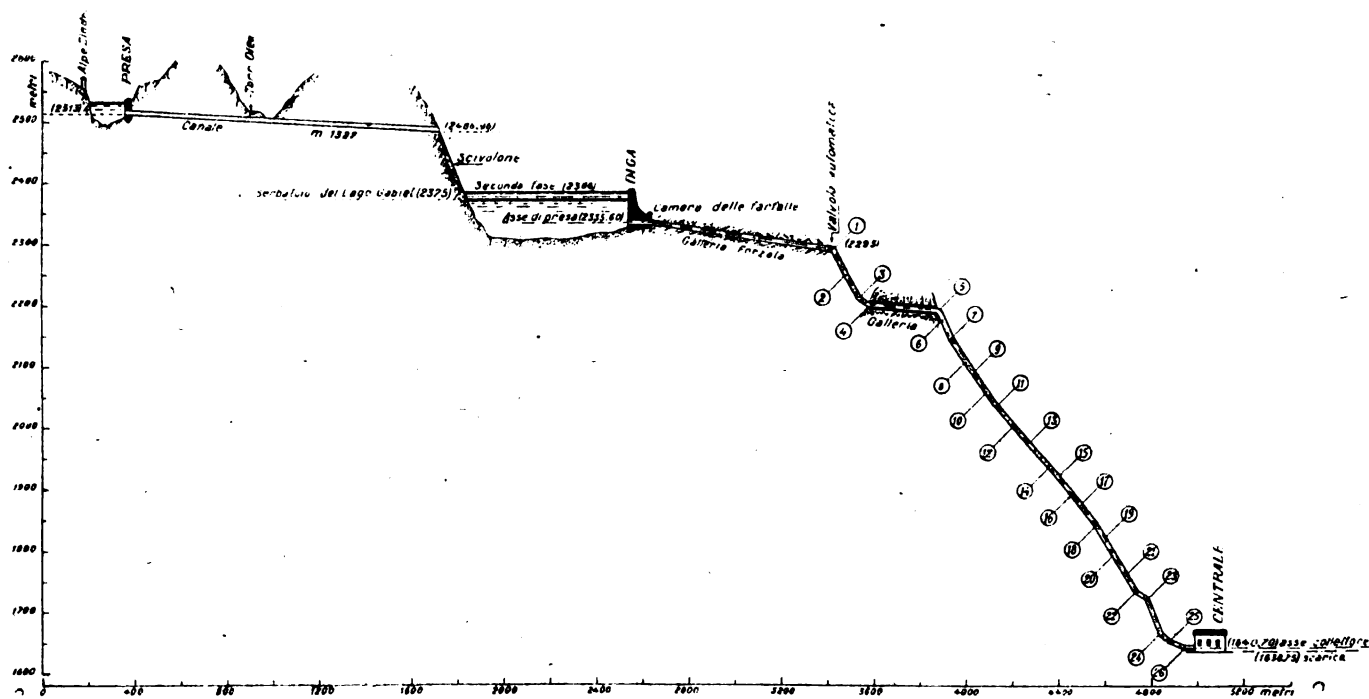


Fig. 52. — Profilo generale dell'impianto Moos-Gabiet.

Dopo le farfalle, continua per 50 m la tubazione in ferro, annessa nella roccia, e poi comincia la galleria forzata che è lunga circa 800 m, con pendenza 4 %: sezione circolare di 1.50 m di diametro. Data la forte pressione cui viene sottoposta, questa galleria ha un ri-

vestimento accurato in calcestruzzo di 20 cm circa di spessore; l'aderenza di detto rivestimento alla roccia è stata assicurata mediante numerose e abbondanti iniezioni di cemento.

La tubazione è stata fornita dalla Società Ferrum di Kattowitz. I tubi sono chiodati nella parte superiore e saldati al gas d'acqua

in quella inferiore; il tratto a maggior pressione è del tipo blindato, cioè rinforzato con anelli d'acciaio inflati a caldo (fig. 60).

Le lamiere corrispondono all'incirca, per caratteristiche, a quelle usate per Pont S. Martin.

Il collettore è esterno alia centrale ed ha due derivazioni per le turbine ed uno scarico di fondo. La tubazione è destinata ad essere completamente sotterrata: i giunti di dilatazione servono solo durante le prove di sovrappressione a condotta montata, che si fecero

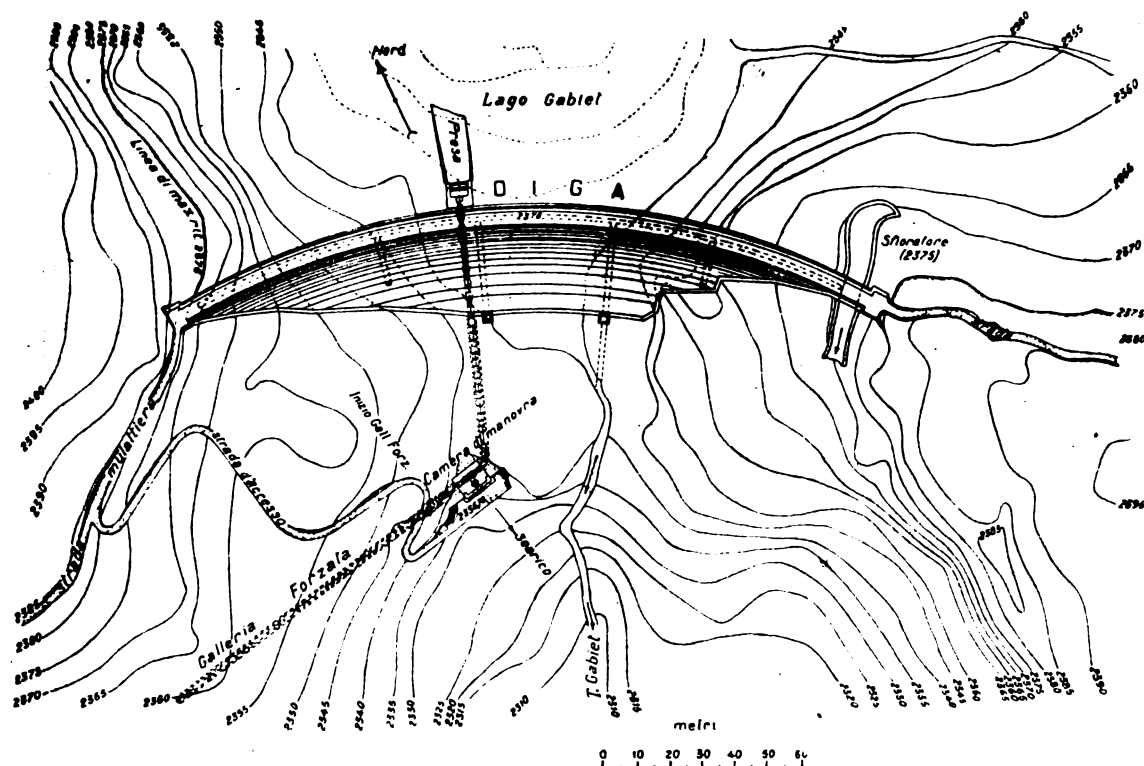


Fig. 53. — Planimetria generale della diga sud al Lago Gabiet.

Le sollecitazioni ammesse — tenendo conto della sola pressione statica — sono: per i tubi lisci 7 kg/mm^2 ; per quelli blindati 7.5 kg/mm^2 ; per la ghisa 5.5 kg/mm^2 . Lo spessore minimo dei tubi 14 mm; quello massimo 24 mm (tubi blindati).

La tubazione parte con diametro di 1050 mm e finisce con un diametro di 650 mm, la pressione massima è di circa 745 m; la lunghezza circa 1650 m e il peso — con tutti gli accessori — circa 975

dividendo la condotta stessa in tronchi, mediante dei coperchi, messi appunto giovandosi dei giunti predetti.

La sede è prevista per due tubazioni; vi sono disposti dei para-valanghe in muratura e in legname, destinati a deviare le eventuali valanghe, che altrimenti potrebbero precipitare sulla Centrale.

Parallelamente alla condotta corrono due piani inclinati; uno lungo 1 km circa dalla Centrale a quota 2100 circa; l'altro lungo 400 m da quota 2100 a quota 2370 circa: i due piani inclinati sono collegati da

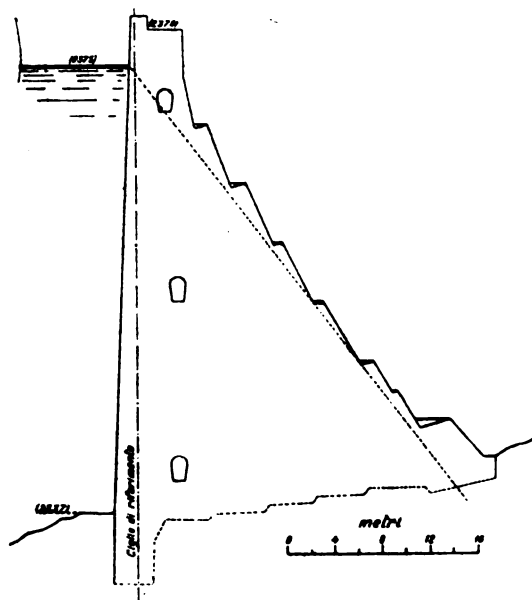


Fig. 54. — Profilo della diga sud al L. Gabiet.



Fig. 55. — Diga Nord - Lago Gabiet.

tonellate. Per una portata di 2000 lt/s — cui corrisponde una velocità massima dell'acqua di m/s 6.10 — la perdita di carico complessiva (compresa anche la galleria forzata) — è di circa 62 m cioè l'8.2 per cento.

una strada di servizio orizzontale lunga circa 300 m che corre a quota 2100 circa. Dalla fine del 2° argano alla Diga sud v'è un'altra strada di servizio orizzontale, che va poi alla Diga Nord lungo il lago ed oltre, fino al piano inclinato dell'Alpe Zindra.

Centrale.

Anche per la Centrale di Trinité come per quella di Pont St. Martin e come probabilmente per qualsiasi impianto, molti particolari delle disposizioni adottate riuscirebbero difficilmente comprensibile se non si conoscesse lo sviluppo storico dell'impianto, ossia i successivi studi per i quali il progetto è passato.

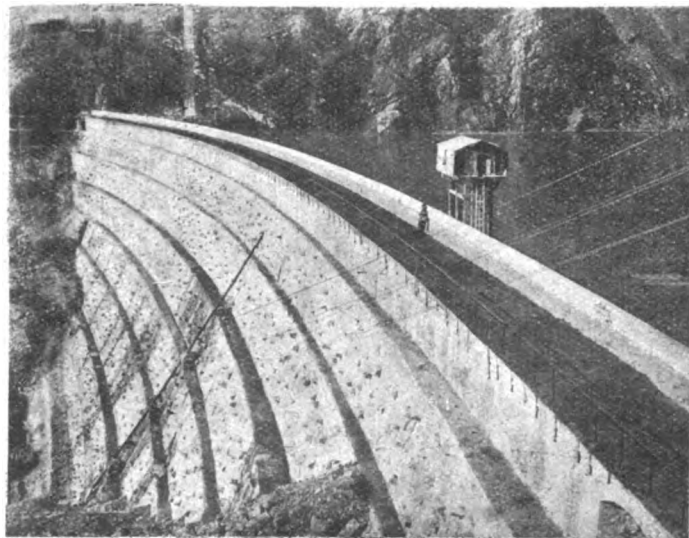


Fig. 56. — Diga Sud - Lago Gabiet.

Quando si progettò la centrale di Trinité, in essa dovevano trovare posto i due gruppi da 7000 kW effettivamente installati per la utilizzazione delle acque del lago Gabiet, gruppi che erano ritenuti più che sufficienti alla utilizzazione stessa. Basti considerare che gli otto o nove milioni di metri cubi di invaso, corrispondenti al massimo sviluppo delle dighe del Gabiet equivalgono a circa 12 milioni di kilowattora che potrebbero essere utilizzati nella stagione invernale per esempio, con una potenza di 12000 kW per mille ore. I due gruppi da 7000 kW non avrebbero dovuto avere riserva. La Centrale invece avrebbe dovuto far posto a dei gruppi speciali (turbina-macchina sincrona-pompa) coi quali si sarebbero dovute utilizzare durante l'estate le acque del Lys derivate a Biel e formanti a Trinité un salto di circa 300 m. per pompare l'acqua dallo stesso Lys nel lago Gabiet, allo scopo di sopperire alla limitata ampiezza del bacino imbrifero di questo.

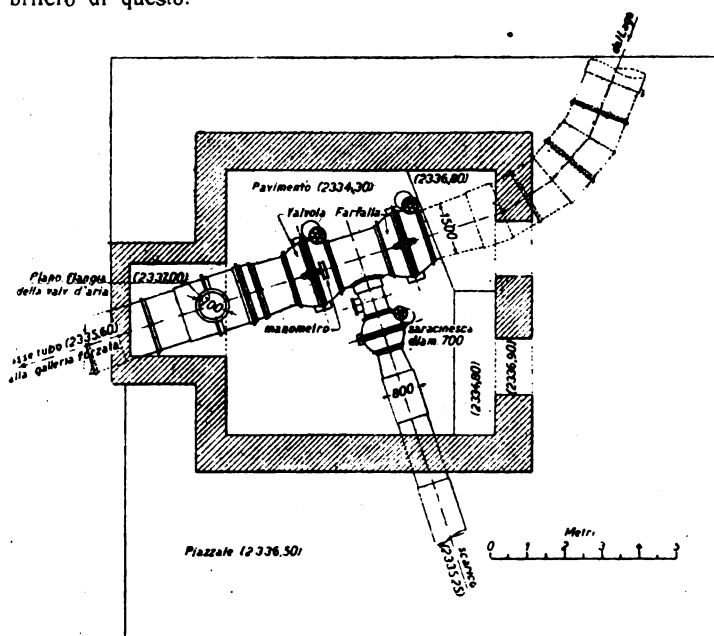


Fig. 57. — Camera delle farfalle.

Perciò mentre la Centrale fu studiata in forma definitiva per la parte relativa alla utilizzazione del Gabiet, fu prevista semplicemente la possibilità di ampliarla verso monte per far posto agli accennati gruppi di pompa.

Solo più tardi, a lavori iniziati, l'idea dell'impianto di pompe fu abbandonata e parve invece opportuno prevedere la possibilità di un terzo gruppo per utilizzare direttamente l'energia ricavabile dalla derivazione di Biel. Mentre il prolungamento per la centrale risolveva senz'altro il problema nei riguardi delle macchine ruotanti, fu necessario modificare la parte riservata ai trasformatori ed al quadro, in modo da poter collocare tre trasformatori laddove inizialmente non avrebbero dovuto esservene che due; e ciò ha introdotto nell'impianto alcune complicazioni e alcune artificiosità che non si potrebbero diversamente spiegare.

Inoltre, mentre nel primo stadio del progetto, la Centrale di Trinité avrebbe dovuto funzionare esclusivamente a 42 periodi, successivamente sorse la possibilità di farla funzionare anche a 50; ciò che fortunatamente si poté ottenere per le caratteristiche delle macchine installate, con un semplice scambio di collegamenti sull'alta tensione dei trasformatori e con una semplicissima modifica ai regolatori delle turbine.

Ciò premesso, passiamo in rapida rassegna le particolarità dell'impianto.

Edificio della Centrale.

L'edificio dei motori, è situato nel paese di Grosseney la Trinité, presso la confluenza del Netschio con il Lys (vedasi figure 61, 62, 63, 64 e 65).

Anche per questo fabbricato, come per la centrale di Pont S. Martin, si è adoperata la pietra da taglio; per dare all'insieme un

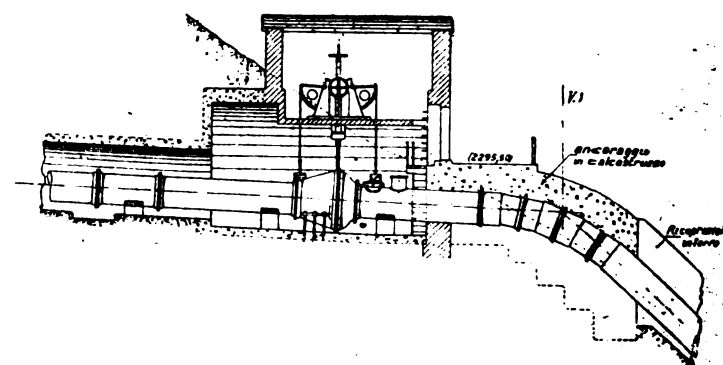


Fig. 58. — Camera di manovra allo sbocco della galleria forzata.

carattere più consono all'architettura locale, si sono adattati tutti serramenti in legno, e si è studiato, per l'uscita delle linee, un ballatoio speciale, affrescato a finto legno.

Il tetto, molto pendente in causa delle nevicate abbondanti che cadono nella regione, è sostenuto da capriate in ferro e ricoperto di lastre d'eternite. Un plafone in tavelloni Perret ha permesso di ricavare sotto il tetto una camera d'aria preziosa nei mesi freddi.

Anche qui l'edificio si può considerare composto in due parti: sala macchine, e locale apparecchiatura e trasformatori.

La sala macchine è lunga attualmente 22,40 m; alta 7,60 m al piano di scorrimento della gru e 11,30 m all'imposta delle capriate; l'asse maggiore è parallelo al collettore. Vi sono installati due gruppi da 7500 kW. La gru a ponte, a carrello scorrevole, con comando elettrico ed a mano, ha una portata di 33 tonnellate. Nel sotterraneo vi sono le fosse per gli alternatori, le uscite dell'aria calda, il corridoio per i cavi e le connessioni dell'eccitazione, quello d'accesso alle casse delle turbine, e la piccola officina di riparazioni.

Nella parte riservata all'apparecchiatura vi sono verso nord tre grandi camere per i trasformatori (attualmente ne sono installati solo due) e il locale alto 12,50 m per lo smontaggio e la riparazione degli stessi, servito da una gru a ponte, con comando elettrico ed a mano, per una portata di 25 tonnellate.

Verso sud vi sono: nel sotterraneo il locale per la pompa dell'acqua di circolazione, quello per l'arrivo dei cavi, quello per la batteria d'accumulatori, un magazzino e ripostigli; a pianterreno gli interruttori di macchina, le sbarre a 6000 volt, il gruppo di carica della batteria, i reostati, i trasformatori dei servizi ausiliari, il gruppo di riserva per l'eccitazione e l'ufficio per il capo centrale; al primo

piano — che si estende anche sopra le camere dei trasformatori — gli interruttori a 75 000 volt, le uscite linee, e la cabina telefonica; al secondo piano che è poi un semplice sottotetto, vi sono le sbarre a 75 000 volt. I quadri di comando, quello per i servizi ausiliari e quello telefonico sono collocati al primo piano in un podio dal quale si domina bene la centrale.

Presso la centrale venne costruita una casa di alloggio per il personale, con annesso un forno da pane, un garage ed una scuderia per i muli, necessari soprattutto durante l'inverno.

Turbina.

Le turbine sono Pelton, ad un ugello (vedi fig. 63), fornite dalle Costruzioni Meccaniche Riva. Le loro caratteristiche sono le seguenti:

salto $H = 700$ m.

portata massima $Q = 1500$ litri al secondo.

giri normali 630.

Per esse fu garantito un rendimento dell'80 % a pieno carico e a $3/4$ di carico; del 77 % a mezzo carico. Il loro regolatore è del noto tipo autonomo della Casa.

Le turbine possono funzionare anche a 750 giri. All'uopo è predisposto un cambio di velocità a ingranaggi nel comando del regolatore.

In esercizio corrente il macchinario ha dato piena soddisfazione, ad entrambe le velocità di marcia.

Alternatori.

Gli alternatori forniti dalla General Electric Co. di Schenectady sono per 10 500 kVA ($\cos \varphi = 0,75$) 6 600 volt; 42 periodi; 630 giri e sviluppano la loro piena potenza per qualunque tensione compresa fra 6000 e 6600 V.

Essi portano all'estremità dell'albero la loro eccitatrice: una dinamo da 40 kW a 250 V, 160 ampere.

Gli alternatori sono costruiti in modo da rispondere completa-

D'inverno è prevista la possibilità di mandare l'aria calda nell'interno della centrale.

L'aria di ventilazione è di circa 13 m^3 al secondo per ciascun alternatore.

Dal punto di vista costruttivo, il rotore (vedi fig. 67) è a poli riportati e fissati a coda di rondine mediante quattro incastri a T. I poli stessi sono formati con lamiera da 3 mm chiodate insieme. Gli avvolgimenti dei poli sono di nastro di rame con isolamento fra spira e spira, ma scoperti verso la parte esterna.

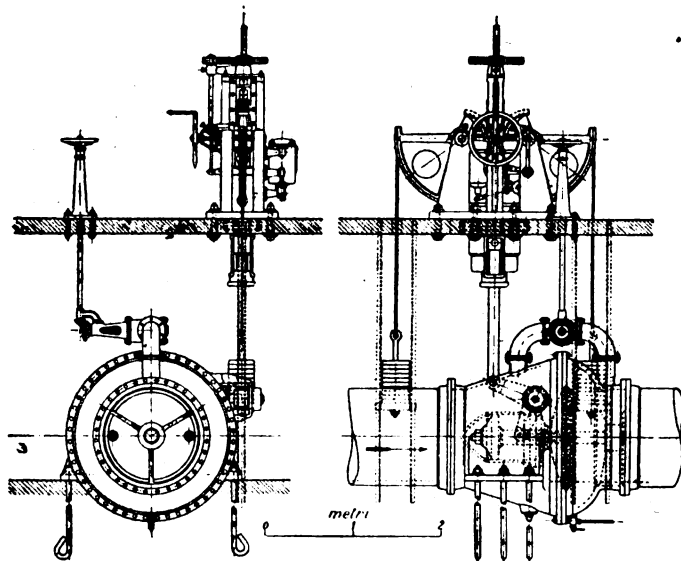


Fig. 59. — Valvola automatica.

Quanto agli indotti, (vedi fig. 66) le caratteristiche principali sono: il sistema di serraggio del pacco di lamiera, tipico della Casa americana e l'avvolgimento, che è del tipo « distribuito » a passo raccorciato — molto in uso in America per ottenere una migliore forma di tensione, ma pochissimo usato in Europa — nel quale cioè uno stesso canale contiene talvolta lati di matasse appartenenti a due diverse fasi. Costruttivamente, l'avvolgimento è costituito da 4 piat-

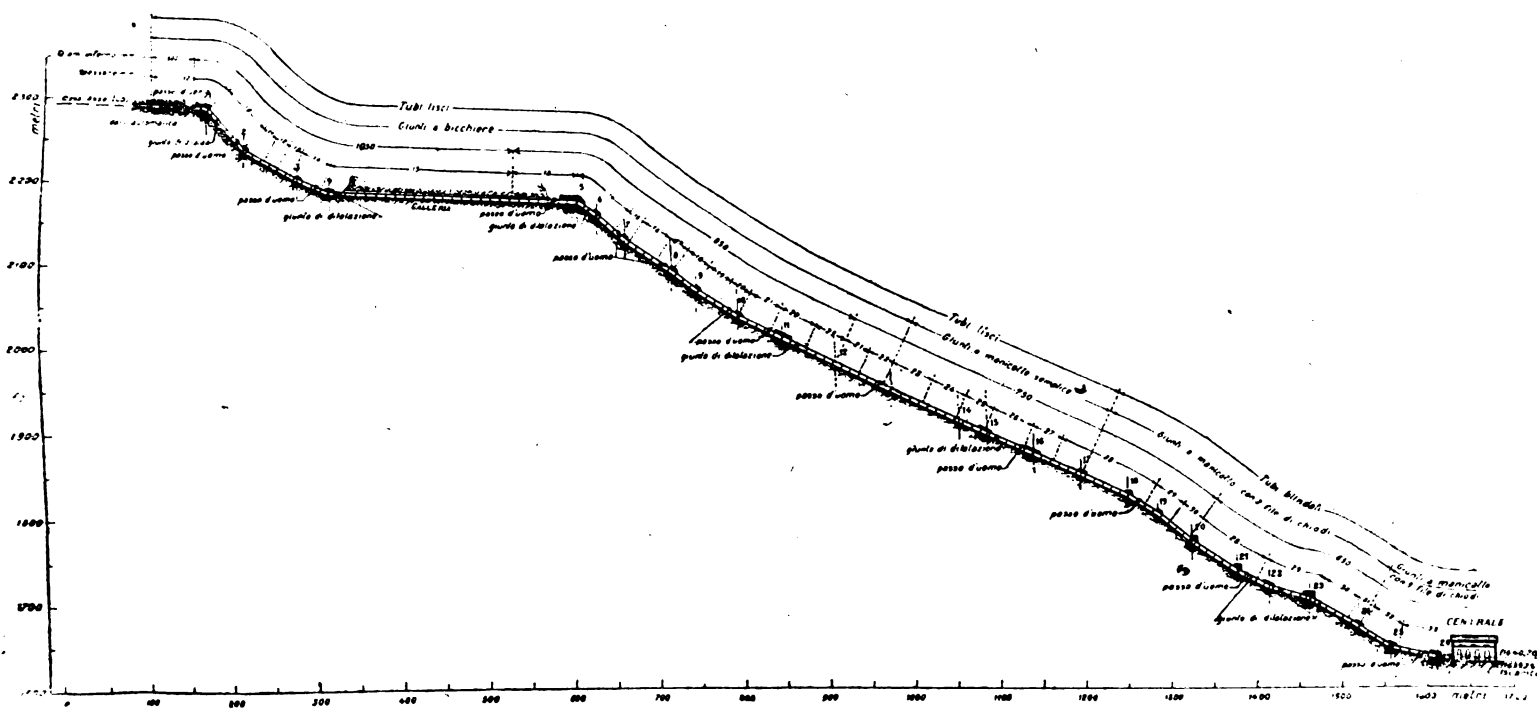


Fig. 60. — Profilo e dati costruttivi della condotta forzata.

mente alle Norme americane. Sono del tipo chiuso, autoventilati e l'aria di ventilazione aspirata dal sotterraneo, viene scaricata all'esterno, come risulta dalle figure 61, 62 e 64, con condotti indipendenti, uno per ciascun alternatore.

tine di rame in parallelo, isolate l'una dall'altra; l'isolamento è a base di mica e di nastri impregnati e le bobine complete sono poi impregnate e compresse in modo da eliminare qualsiasi spazio occluso nel loro interno.

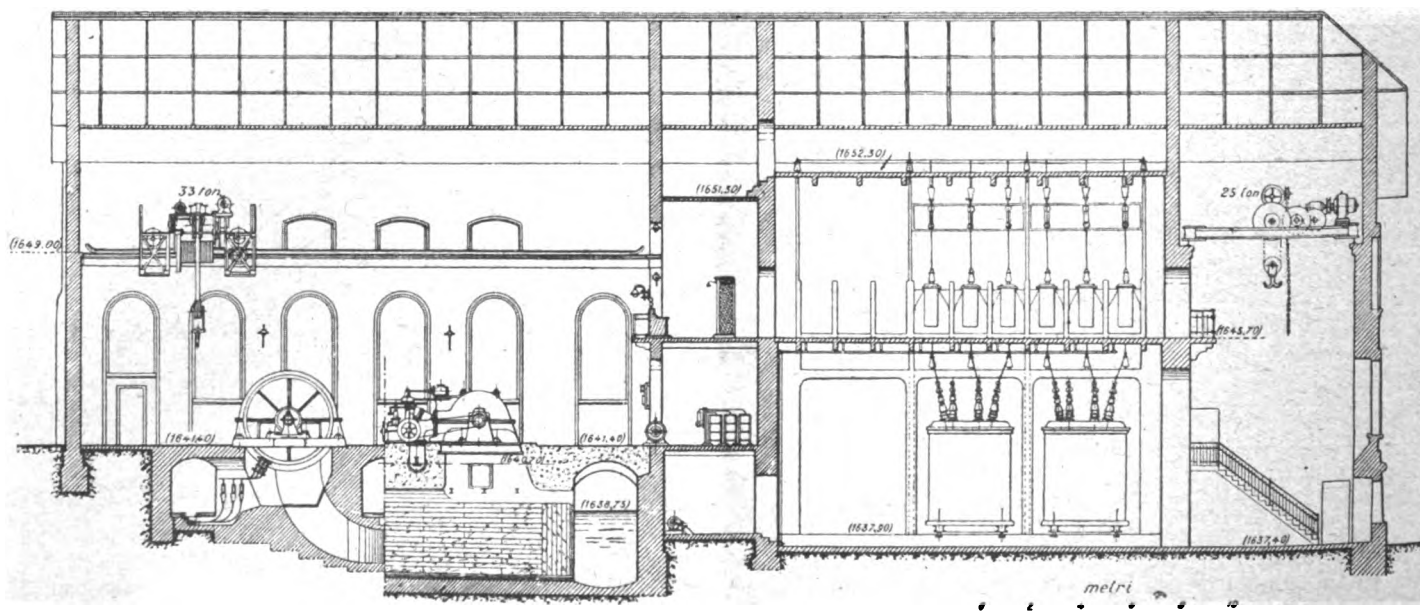
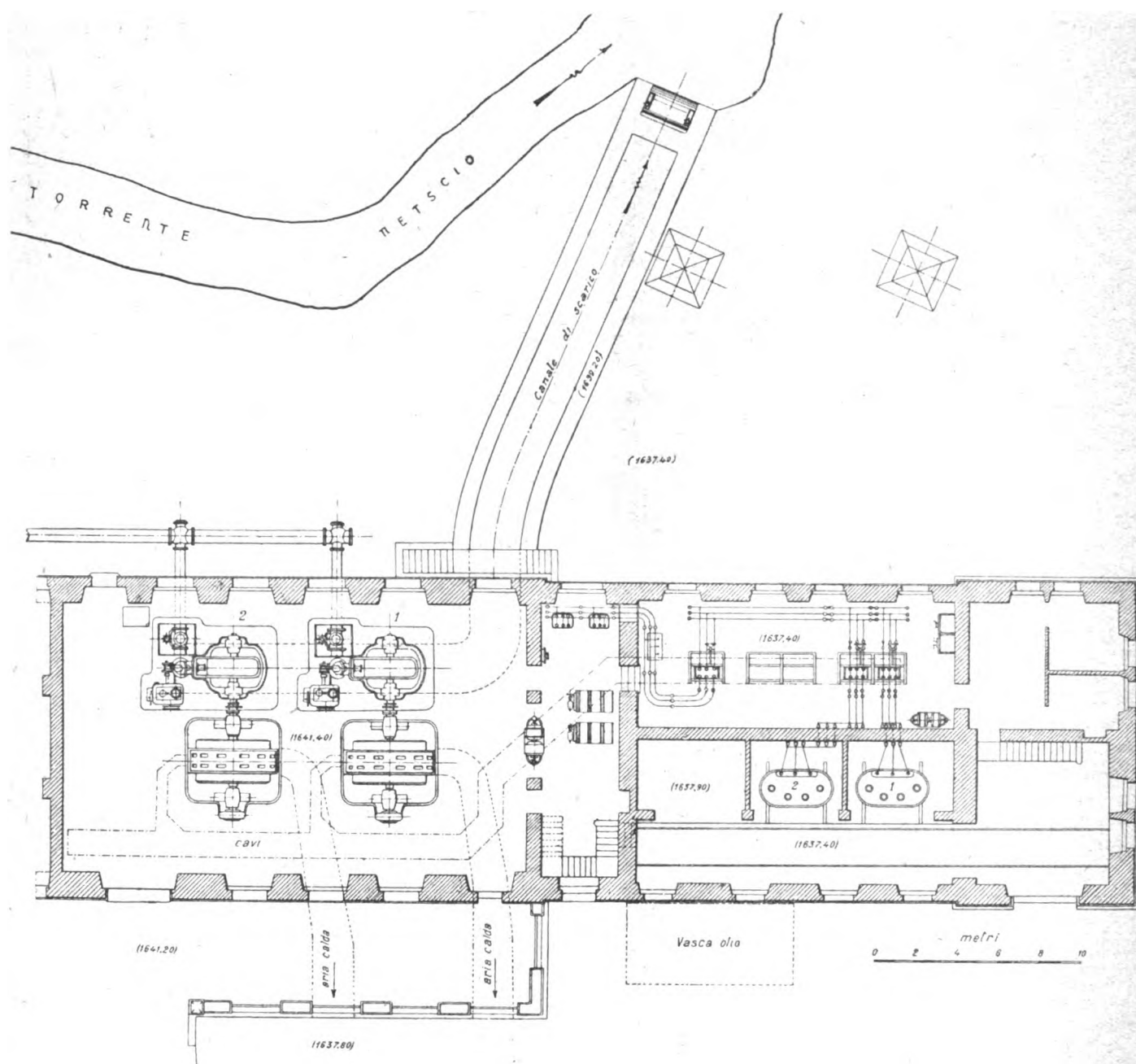


Fig. 61 e 62. — Pianta e Sezione longitudinale della Centrale di Trinità.

Le teste di matassa sono fortemente amarrate.

Nei riguardi delle connessioni, l'avvolgimento è costituito da 4 stelle in parallelo. L'alternatore ha sei morsetti per chiusura del neutro all'esterno, allo scopo di poter inserire sul neutro i dispositivi di protezione.

I principali dati costruttivi degli alternatori sono i seguenti:

peso del rotor e dell'albero 33 000 kg.
 » dello stator 30 200 »
 » della base e dei sopporti 11 900 »
 » dell'eccitatrice: 1300 kg.
 $GD^2 = 65\,000\text{ kgm}^2$
 diametro dello stator 233 cm.
 spessore del pacco indotto 90 cm.
 costante di Arnold $29,3 \times 10^4$
 n. canali 168; n. lati matassa 336
 passo polare = 42 lati di matassa.
 passi dell'avvolgimento: anteriore = 31; posteriore = 29
 sezione del rame di una fase 360 mm²
 densità di corrente 2,8 amp. per mm².

Le garanzie accordate dal costruttore, e che risultarono mantenute al collaudo, sono le seguenti:

rendimenti (a $\cos \varphi = 1$): 97; 96,2; 94,7 % rispettivamente a 1/1; 3/4 e 1/2 carico
 rendimenti (a $\cos \varphi = 0,8$): 96,3; 95,3; 93,5.
 regolazione a pieno carico ($\cos \varphi = 1$): 27 %
 regolazione a pieno carico ($\cos \varphi = 0,75$): 40 %.

Trasformatori.

I due trasformatori trifasi, forniti essi pure dalla General El. Co. sono per 10 500 kVA cad.; $6600/95\,000 \div 84\,700$ volt, 42 periodi. Sono del tipo a nuclei, nell'olio, con serpentino di rame per raffreddamento a circolazione d'acqua. Avvolgimenti concentrici: primario a triangolo, secondario (a. t.) a stella con morsetto sul neutro, per una eventuale messa a terra del centro (messa a terra che non fu mai effettuata) (fig. 69). Il primario conta 140 spire per fase; il secondario 1263: la tensione fra spire è quindi di una quarantina di volt. L'isolamento è costituito da molti nastri di carta sottile impregnata

nel cassone in conseguenza delle variazioni di volume dell'olio, viene asciugata passando attraverso a sostanze aride d'umidità.

E pure previsto l'attacco per l'aggiunta del « conservatore d'olio ». Ogni trasformatore è munito di un termometro a quadrante e di una bobina per la misura, dal quadro, della temperatura dell'olio.

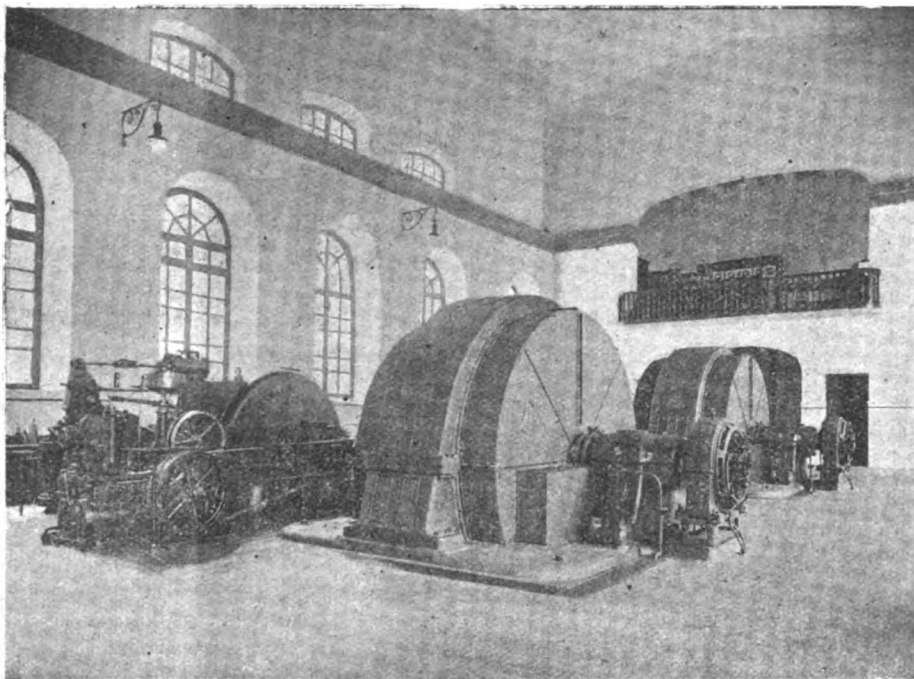


Fig. 63. — Sala delle macchine
 Due gruppi da 7500 kW e 630-750 giri - Turbine Pelton C. M. Riva, Alternatori G. E. Co.

Le principali caratteristiche di ciascun trasformatore sono le seguenti:

Peso totale: 37 000 kg. di cui 11.000 kg d'olio;
 Altezza massima, isolatori compresi, 5,50 metri;
 Acqua di raffreddamento: 3,6 lt/s;
 Perdite nel ferro (a 6000 V): 45 kW;
 Perdite nel rame a pieno carico: 135 kW;
 Corrente a vuoto: 3,2 %;
 Caduta di tensione a pieno carico ($\cos \varphi = 0,7$) = 10 %.

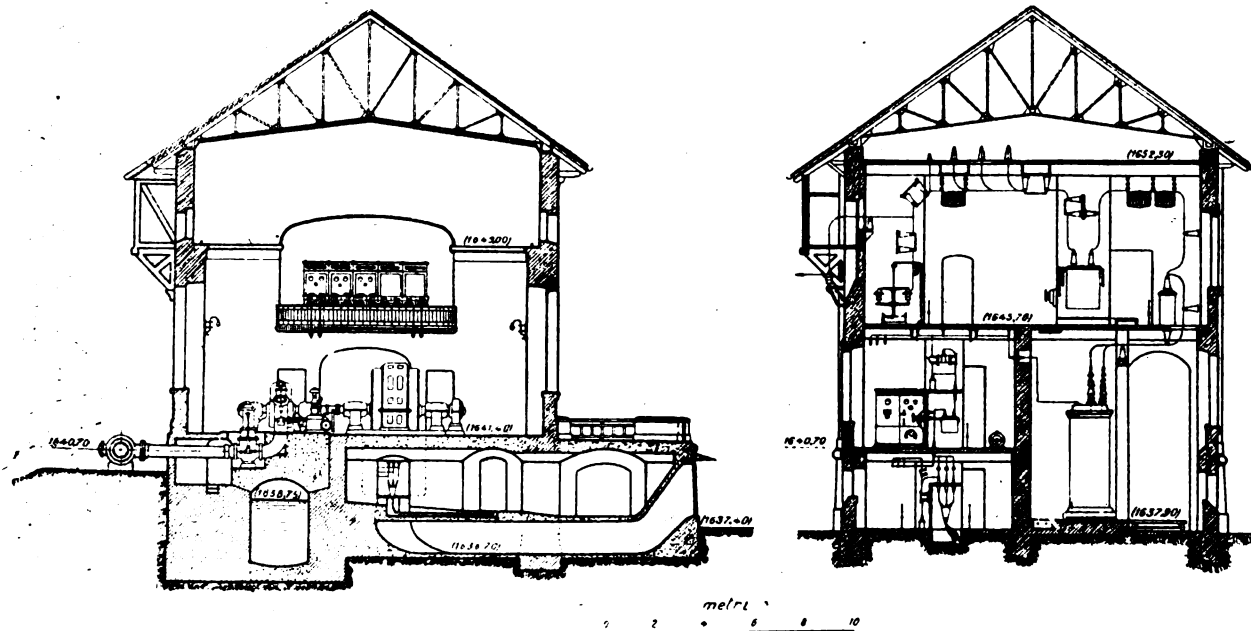


Fig. 64 e 65. — Sezioni trasversali della Centrale di Trinità.

(fig. 70) e da un rivestimento esterno di cotone. Le bobine sono circolari; quelle di alta tensione hanno un solo strato di conduttori. Le matasse sono fortemente amarrate. Il cassone e i passanti sono di tipo adatto anche per impianti all'aperto; il cassone è munito superiormente di un « respiratore » per modo che l'aria che esce ed entra

Per il funzionamento a 50 periodi, l'alta tensione di uno dei trasformatori fu in un primo tempo collegata a triangolo per ottenere la tensione di 50 kV circa richiesta per le linee a 50 periodi dirette al Piemonte. Successivamente, essendo stata aumentata a 75 000 V la tensione di tali linee il trasformatore fu riconnesso a stella, in modo che

i due gruppi sono ora intercambiabili e possono sostenere indifferentemente il servizio a 42 e quello a 50 periodi.

Schema (vedi fig. 72).

In origine (quando si prevedevano solo due alternatori, due trasformatori e due linee) lo schema fu impostato sul concetto che nor-

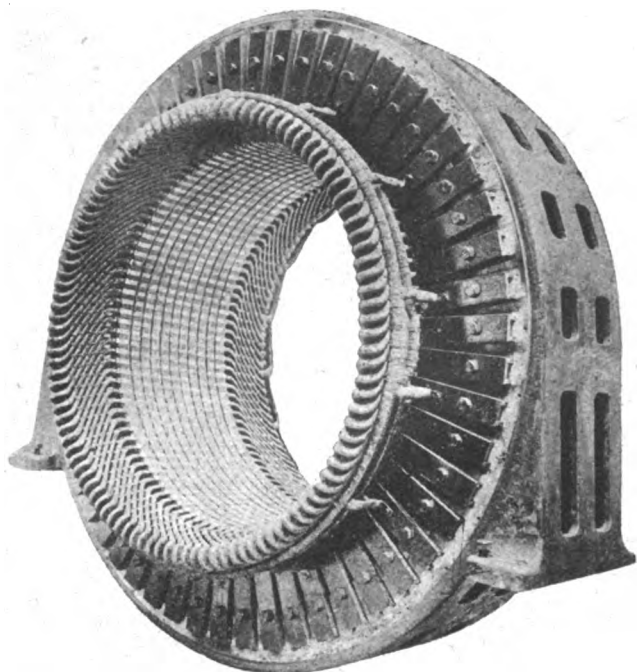


Fig. 66. — Statore di un alternatore Gen. El. Co. da 10 500 kVA, 630 N.

malmente ogni alternatore alimentasse il proprio trasformatore e la propria linea. Fra alternatori e trasformatori, sbarre di smistamento, ed un semplice collegamento trasversale fra trasformatori e linee, per poter eventualmente riunire due gruppi in un'unica linea. Previsto il terzo gruppo, si è aggiunto sull'alta tensione un sistema di sbarre di smistamento, mentre di linee ne fu finora costruita una sola.

Si ha inoltre la possibilità, mediante un tronco di cavo, detto «cavo neve», come appare chiaramente dallo schema, di collegare direttamente le sbarre a 6000 volt con quelle ad alta tensione, allo scopo di poter immettere la corrente di macchina sulla linea, chiusa in corto circuito a Pont St. Martin, per fondere gli eventuali manicotti di neve (vedasi descrizione impianto di Crego, *Elettrotecnica*, 1923 pag. 56).

L'eccitazione è data, come si è detto, dalle eccitatrici accoppiate. Si è però previsto ed installato un gruppo di eccitazione di riserva costituito da un motore trifase a b-t, accoppiato ad una dinamo avente le stesse caratteristiche delle eccitatrici. Lo schema è disposto in modo da poter sostituire l'eccitatrice di riserva ad una delle altre anche durante l'esercizio. Essendosi adottata, come diremo più avanti, la regolazione automatica di corrente, agente sul campo dell'eccitatrice, è previsto uno speciale sistema di «controller» che permette di far agire il regolatore di ciascuna eccitatrice sul campo dell'eccitatrice di riserva. All'atto pratico, la necessità dell'eccitatrice di riserva non si è finora mai verificata.

La regolazione dell'eccitazione è affidata tanto al reostato di campo dell'eccitatrice che a quello dell'alternatore. Questo secondo reostato è comandato elettricamente dal quadro.

La protezione contro le sovracorrenti è affidata essenzialmente ai regolatori automatici di corrente, del noto tipo Brown Boveri. Sotto il controllo della corrente secondaria di due riduttori di corrente, inseriti su due fasi dell'alternatore, dalla parte del neutro, tali regola-

tori agiscono su un piccolo reostato messo in serie sul campo della rispettiva eccitatrice, mantenendo la corrente data dall'alternatore, anche in caso di corto circuito, al disotto di un valore prestabilito e che può essere sopportato dalle macchine per qualche tempo. Così, se si tratta di corto circuito occasionale, temporaneo, cessato il corto circuito, le macchine ripigliano automaticamente il funzionamento normale. Se, invece, il corto circuito permane, il personale ha tempo di intervenire.

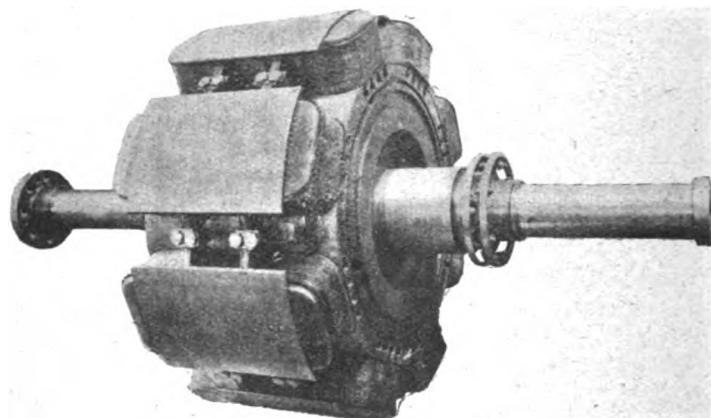


Fig. 67. — Rotore di un alternatore.

Come ulteriore protezione di sicurezza, gli interruttori ad alta tensione, fra trasformatori e linee, sono automatici, a massima a tempo, con relais inseriti direttamente sull'alta tensione. Gli interruttori di macchina non sono automatici.

Contro le sovracorrenti dovute a guasti interni, si è adottata la protezione differenziale, combinando gli stessi riduttori di corrente sul neutro degli alternatori che servono per il regolatore automatico, con un riduttore di corrente (TA) inserito all'uscita dell'a. t. dal trasformatore. La differenziazione è ottenuta magneticamente sovrapponendo in un solenoide i due avvolgimenti, di conveniente numero di spire, percorsi dalle due correnti. Dato il collegamento triangolo stella dei trasformatori elevatori, il dispositivo agisce sempre, per quanto con diverso grado di sensibilità qualunque siano le fasi interessate dal

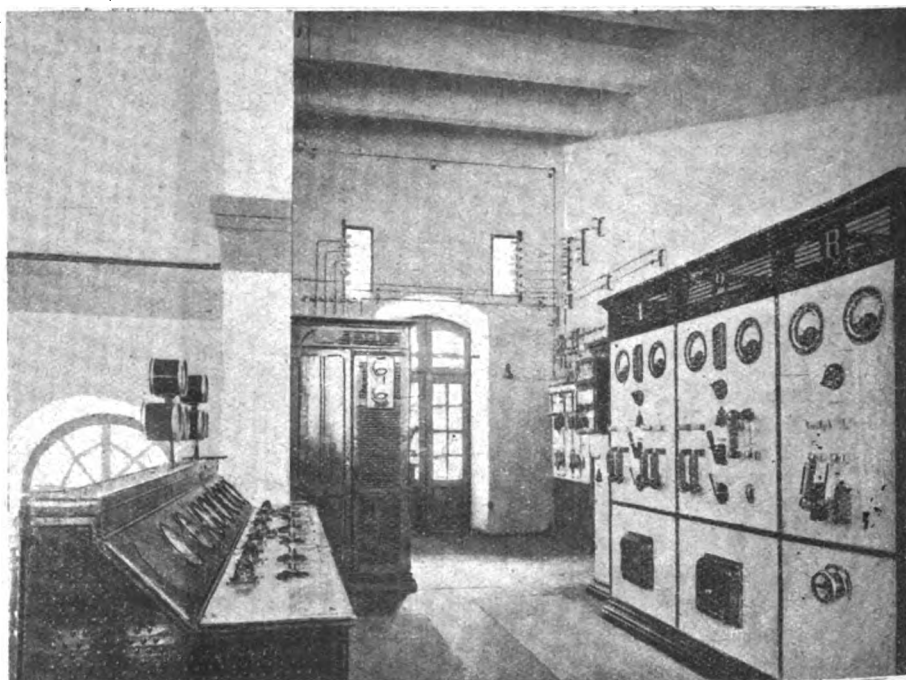


Fig. 68. — Quadro di comando. A sinistra il leggìo con i quadri degli alternatori e dei trasformatori. A destra il quadro di eccitazione con i regolatori automatici. Nel fondo, il quadro dei servizi a quello telefonico.

guasto e fa aprire l'interruttore sull'alta tensione per qualsiasi guasto interessante l'alternatore o il trasformatore o le connessioni e gli apparecchi fra essi compresi. Quando occorra collegare un alternatore al trasformatore dell'altro gruppo (attraverso le sbarre di smistamento) è necessario smistare in modo analogo i circuiti della protezione differenziale. A ciò servono dei piccoli controller (visibili nella fig. 73).

sotto i comandi degli interruttori) collocati nel locale stesso in cui si fanno le manovre dei coltelli a 6000 volt.

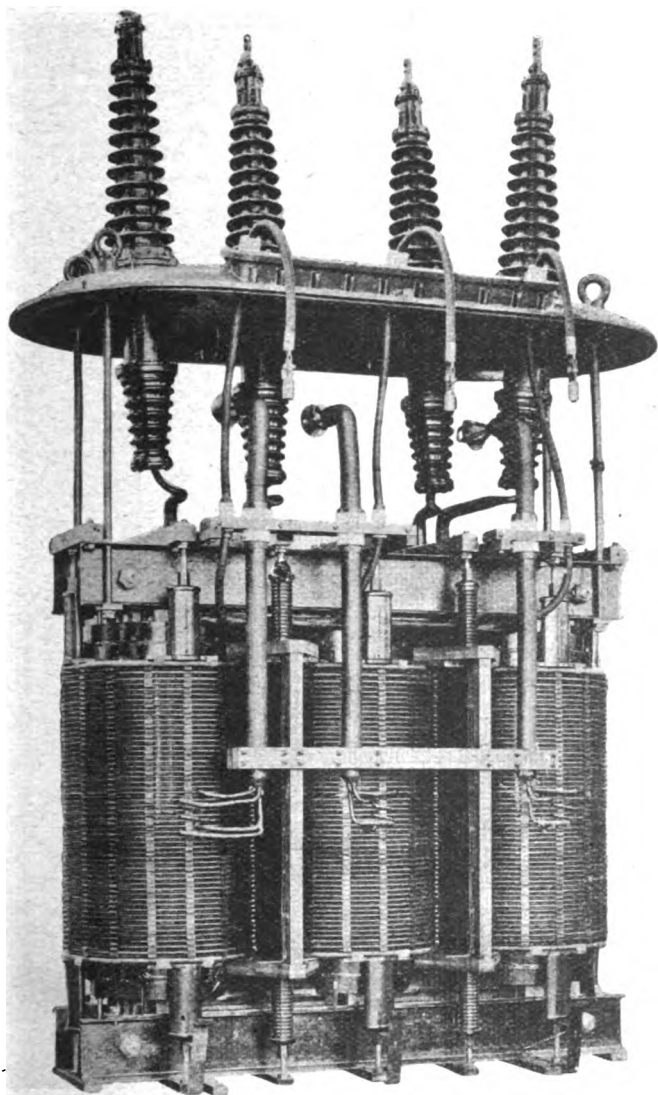


Fig. 69. — Trasformatore Gen. El. Co. da 10500 kVA.

Come protezione contro le sovratensioni si sono adottati, come a Pont. St. Martin, gli scaricatori a getti liquidi e le bobine Campos, oltre la fune di guardia sulla linea. Le prese di terra sono tre: una per gli scaricatori, una per la linea ed una per le parti metalliche. Contro gli aumenti di tensione dovuti ad accidentali aumenti di velocità di un gruppo, è disposto un relais a massima tensione il quale inserisce una forte resistenza sul campo delle eccitatrici e contemporaneamente apre l'interruttore di macchina. La stessa manovra può essere compiuta, in caso di necessità, premendo un bottone incassato nel quadro di comando.

Disposizioni e particolari costruttivi del quadro. — Tutta l'apparecchiatura è stata fornita dal Tecnomasio Italiano Brown Boveri ed è dello stesso tipo di quella di Pont. Dagli alternatori si parte in cavo (tre cavi trifasi in parallelo per ciascun alternatore) giungendo alle celle degli alternatori di macchina. Quindi i circuiti procedono in sbarre nude, con celle per terna (fig. 73). I coltelli a 6600 volt sono del tipo a lamelle multiple come a Pont. Le connessioni ad alta tensione sono invece in tubo. La disposizione generale dei circuiti ad alta tensione appare bene nelle fig. 71.

Le sbarre di smistamento che, come si è detto, non figuravano nel primo progetto, e lungo le quali non si hanno coltelli né apparecchi, furono collocate in un solaio ricavato fra il tetto ed il soffitto del locale alta tensione (vedi fig. 65).

Cura particolare si è dedicata all'uscita delle

linee, data l'altitudine della centrale (1630 m sul mare: una delle più elevate d'Italia) per la possibilità di bufere di neve. I conduttori passano dal locale alta tensione attraverso finestre circolari a vetri, in una specie di terrazzino coperto che corre lungo la parete meridionale della centrale (vedi fig. 65). Quivi discendono verticalmente, attraverso fori praticati nel pavimento del terrazzino agli isolatori sottostanti donde si staccano i collegamenti che vanno al palo d'ammarraggio contiguo.



Fig. 70. — Isolamento dei conduttori dei trasformatori.

Il quadro di comando è tutto raccolto al primo piano, nel quadro prospiciente la centrale (fig. 68) per modo che il personale non ha bisogno di spostarsi per la condotta del servizio. Anche tutti i coltelli sull'alta tensione si trovano nel locale contiguo allo stesso piano, per modo che è necessario discendere le scale solo per la manovra dei coltelli a 6000 volt.

Per gli strumenti di misura si sono seguiti gli stessi criteri già adottati a Pont St. Martin. Sul banco a leggione sono raccolti gli strumenti delle macchine e dei trasformatori, i comandi degli interruttori, dei reostati e dei regolatori delle turbine. Sul quadro verticale sono invece gli strumenti e gli interruttori delle eccitatrici, i regolatori automatici, e gli apparecchi per la sostituzione dell'eccitatrice di riserva.

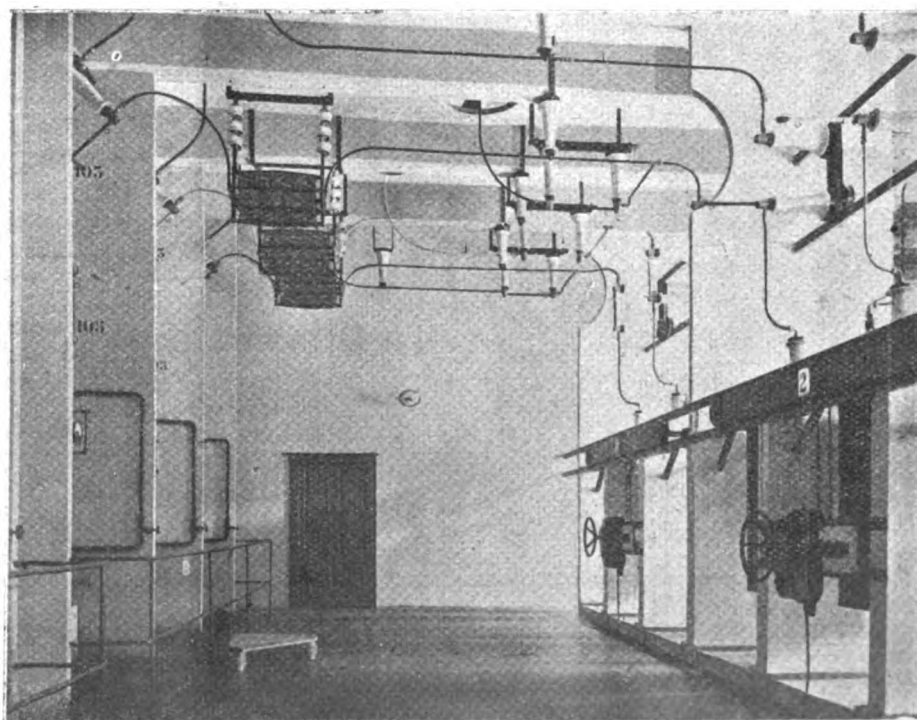


Fig. 71. — Sala alta tensione (75.000 V). A destra gli interruttori; a sinistra le celle degli scaricatori a getto liquido.

ad una delle altre. Vi è poi il quadro del Wattmetro totalizzatore, il quadro dei servizi, quello telefonico ed infine un quadretto col termometro elettrico per il controllo a distanza delle temperature interne degli alternatori e dell'olio dei trasformatori.

Gli strumenti sono della Società C. G. S. di Monza.

È anche installata una stazione telefonica a onde guidate, della Soc. Perego, per corrispondere con Pont St. Martin.

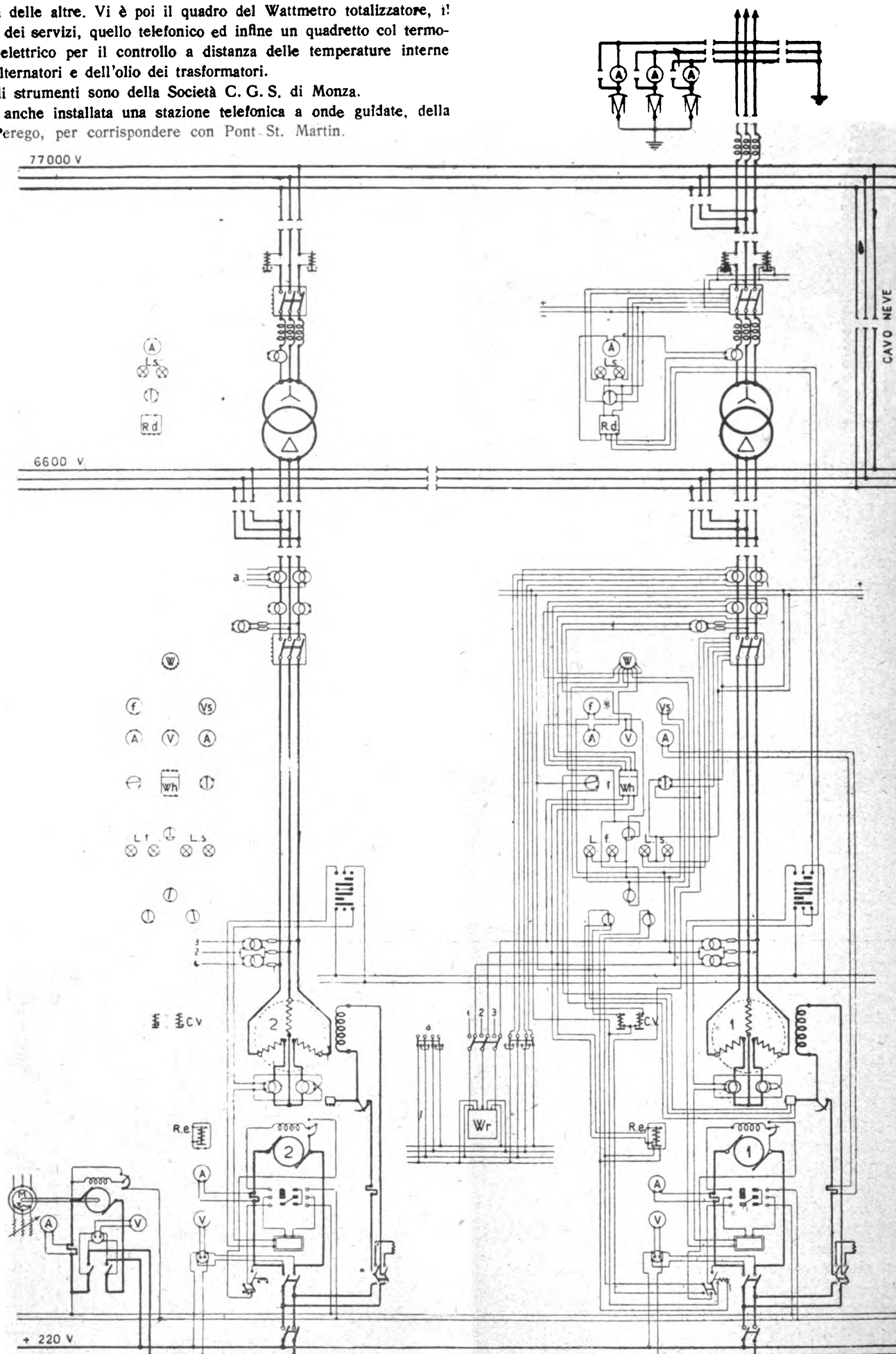


Fig. 72. — Schema generale delle connessioni.

Servizi ausiliari.

Ai servizi ausiliari provvedono due trasformatori trifasi in olio, del Tecnomasio Italiano Brown Boveri; da 85 kVA; rapporto a pieno

carico e $\cos \varphi = 0,8$: 6600 — 6000/240 volt — 42 \sim . Concatenamento YY — Rendimento 96,7 % a pieno carico e $\cos \varphi = 0,8$.

La batteria d'accumulatori della Società Generale Italiana Accumulatori Elettrici, è come quella di Pont S. Martin.

Il gruppo di carica — del Tecnomasio Italiano Brown Boveri — è composto di una dinamo in derivazione, da 20 kW — per 230 — 320 volt — e un motore trifase da 25,7 kW — 230 volt — 42 ~ — 1220 giri.

Per il raffreddamento dei cuscinetti, dei regolatori e dei trasformatori e per i getti liquidi è prevista una triplice alimentazione da un acquedotto d'acqua potabile costruito dalla Società e che deriva l'acqua di alcune sorgenti sopra la centrale; dalla condotta forzata me-

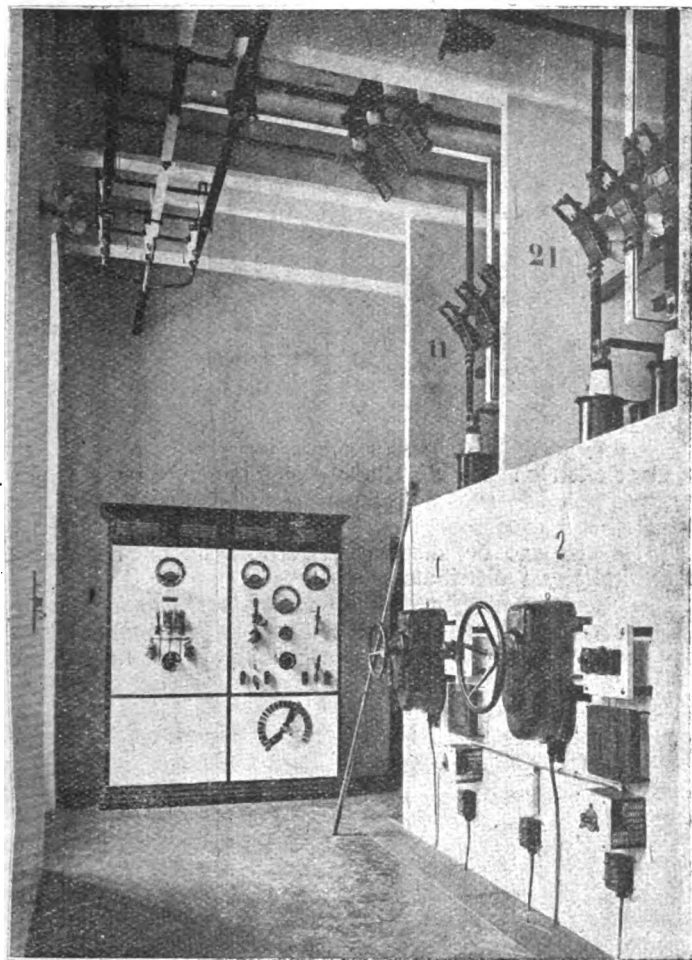


Fig. 73. — Interruttori, coltelli e sbarre a 6600 V. Nel fondo il quadro per il gruppo di carica accumulatori. In alto, sul prolungamento delle sbarre, il « cavo-neve ».

diante una riduzione praticata presso la saracinesca delle turbine e che serve anche per la manovra della saracinesca; e infine da un gruppo moto pompa delle Costruzioni Meccaniche Riva, che aspira dal canale di scarico delle turbine ed ha le seguenti caratteristiche: portata $Q = 1400 \text{ lt/1'}$; prevalenza 30 m; motore da 10 kW — giri 2400 — per 220 V — 42 ~.

Dalla centrale di Gressoney attraverso un trasformatore 6000/3000 parte una linea a 3000 volt, pure alimentata dalla centralina di Miravalle che serve per i lavori al Gabiet e per la distribuzione di luce ai Comuni di Gressoney S. Jean e Gressoney la Trinitè.

Elenco dei fabbricanti in Italia

... di macchinario e materiali elettrici ...

L'Ufficio Centrale sta preparando la 3^a edizione dell'elenco, del quale pervengono continue richieste da parte di Ministeri, Enti pubblici, Camere di commercio, Consolati, ecc. È quindi interesse di tutte le Ditte costruttrici in Italia di essere incluse in questa vera Guida dell'industria elettrotecnica nazionale.

Gli interessati sono pregati di rivolgersi direttamente all'Ufficio Centrale (Via S. Paolo 10 - Milano (9)).

☐ CALCOLO ECONOMICO DELLE RETI
AGRICOLE ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

MICHELE PIZZUTI



**Comunicazione tenuta alla Sezione di Napoli
nell'adunanza del 22 giugno 1923**

I.

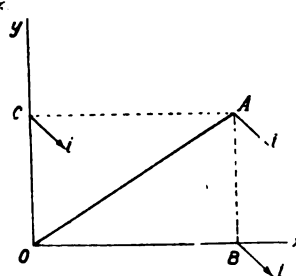
Nello studio dei progetti per la distribuzione dell'energia elettrica con reti ad alta e bassa tensione per il numero delle cabine, si presentano sovente molteplici soluzioni tecniche tra le quali occorre scegliere quella a cui corrisponde la minima spesa complessiva di impianto.

Questo problema assume eccezionale importanza nelle reti di grande estensione. Come formole di orientamento la tecnica possiede soltanto quelle del Sengel derivanti da uno degli studi più completi delle reti. Esse formole valgono soltanto quando possa ritenersi costante la spesa delle linee primarie, ipotesi questa che non può essere ammessa per le grandi reti, specie per quelle agricole. Infatti, in questi casi trattasi di grandi estensioni di terreno da canalizzare con densità di carico molto piccolo e le cui linee primarie assumono, in generale, la sezione minima di 10 mm^2 quale che sia lo sviluppo di esse sulla superficie assegnata ed è evidente che col crescere di tale sviluppo aumenta la spesa per le linee primarie e quella per i trasformatori mentre di contro diminuisce la spesa per le linee secondarie. Sarebbe quindi grave errore supporre costante la spesa per le linee primarie nello studio del problema.

Con i soliti sistemi di ricerca il problema propostoci non può risolversi. Ammettendo costante la densità di carico, anche con la semplificazione di trascurare la spesa per le linee primarie, conosciamo quanto sia laborioso il calcolo del Sengel per dimostrare che le sue formule valgono egualmente per reti a maglie tutte eguali e formate da quadrati o da triangoli equilateri o da esagoni regolari e quindi, in mancanza di meglio, per reti di forma qualsiasi con densità di carico costante.

La mancanza di formule di orientamento rappresenta una lacuna nella tecnica degli impianti oggi maggiormente sentita con lo sviluppo delle applicazioni elettro agricole e lo studio che segue cerca di colmarla, con un metodo nuovo per quanto assai semplice.

Si premettono le seguenti considerazioni:



Fi. 1.

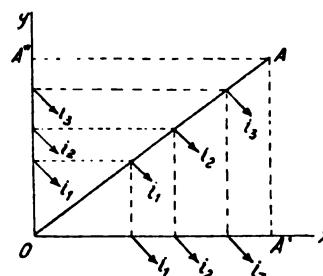


Fig. 2.

1. Sia OA , fig. 1, un conduttore che alimenta la presa i con la caduta di tensione Δe ; la sua sezione è data da:

$$s = \varrho \frac{(OA)}{A_e} i$$

ed il volume da :

$$v = \varrho \frac{(OA)^2}{A_c} i \quad (1)$$

ove con ρ si indica la resistenza specifica del metallo del conduttore.

Proiettiamo il punto A in B e C su due assi coordinati e riportiamo la presa i in B ed in C . I conduttori virtuali OB ed OC , con la stessa caduta di tensione Δ_e risulteranno delle seguenti sezioni:

$$s_x = \frac{\rho(OB)i}{\Delta_e}, \quad s_y = \frac{\rho(OC)i}{\Delta_e}$$

a cui corrispondono i volumi:

$$v_x = \frac{\rho (OB)^2 i}{\Delta_c}, \quad v_y = \frac{\rho (OC)^2 i}{\Delta_c}$$

e per la relazione (1) $v = v_x + v_y$.

2. Questa ultima relazione vale quale che sia il numero delle prese del distributore OA. Infatti, fig. 2, il distributore OA di lunghezza L alimenti le prese i_1, i_2, i_3 ; la sua sezione è data da:

$$s = \frac{\rho}{\Delta_c} (I_1 l_1 + I_2 l_2 + I_3 l_3)$$

nella quale l_1, l_2, l_3 sono le lunghezze dei successivi tronchi ed I_1, I_2, I_3 le relative correnti.

Il volume del conduttore OA è dato da:

$$v = \frac{\rho}{\Delta_c} (I_1 l_1 + I_2 l_2 + I_3 l_3) L \quad (3)$$

Per i conduttori virtuali OA' ed OA'' le sezioni risultano:

$$s_x = \frac{\rho}{\Delta_c} (I_1 l_1 + I_2 l_2 + I_3 l_3) \cos \alpha; \quad s_y = \frac{\rho}{\Delta_c} (I_1 l_1 + I_2 l_2 + I_3 l_3) \sin \alpha$$

ed i volumi:

$$v_x = \frac{\rho L}{\Delta_c} (I_1 l_1 + I_2 l_2 + I_3 l_3) \cos^2 \alpha; \quad v_y = \frac{\rho L}{\Delta_c} (I_1 l_1 + I_2 l_2 + I_3 l_3) \sin^2 \alpha$$

e quindi per la (3) $v = v_x + v_y$.

Concludendo: Il volume di un distributore rettilineo è eguale alla somma dei volumi dei distributori virtuali ottenuti proiettando il distributore dato ed i punti di applicazione delle prese, su due assi coordinati ortogonali, quando si assegnino ai conduttori virtuali la stessa caduta di tensione e gli stessi carichi del distributore reale.

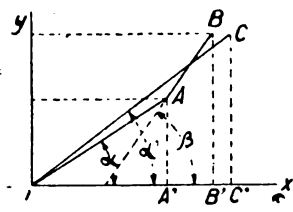


Fig. 3.

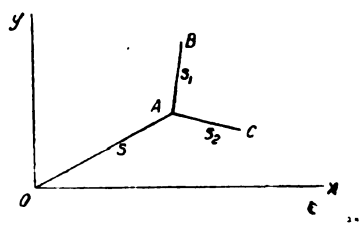


Fig. 4.

3. Sia OAB (fig. 3) un distributore di sezione s e caduta di tensione Δ_c formato da una linea spezzata.

I volumi dei conduttori OA ed AB saranno eguali alle somme dei volumi dei conduttori virtuali ottenuti dalle proiezioni dei segmenti OA ed AB con le relative prese, quando si assegnino ai tronchi proiettati le stesse cadute di tensione dei tronchi OA ed AB. Le sezioni dei successivi tronchi di ciascuno dei conduttori virtuali risulteranno diseguali. Si può sostituire ai due conduttori OA ed AB un unico conduttore che abbia lo stesso volume e cioè la stessa sezione s e la stessa lunghezza somma di OA ed AB, i cui corrispondenti distributori virtuali, di sezione costante, abbiano gli stessi volumi di quelli corrispondenti alla spezzata OAB. Per trovare il distributore OC basta determinare l'angolo α' che si ottiene dalla imposta condizione che il volume del conduttore virtuale OC' sia eguale a quello dell'altro OA'B'. Posto OA = l_1 ed AB = l_2 ; il volume del distributore OC' è dato da:

$$V_x = s (l_1 + l_2) \cos^2 \alpha'$$

e quello di OA'B' da

$$l_1 s \cos^2 \alpha + l_2 s \cos^2 \beta = V_x$$

e quindi per $V_x = V_x'$ si ricava:

$$\cos \alpha' = \sqrt{\frac{l_1 \cos^2 \alpha + l_2 \cos^2 \beta}{l_1 + l_2}}$$

Lo stesso valore di α' soddisfa anche alla condizione di mantenere immutato il volume del conduttore virtuale sull'asse delle ordinate.

Concludendo: ad un distributore, non rettilineo, può sostituirsi un conduttore rettilineo della stessa lunghezza complessiva e della stessa sezione e quindi dello stesso volume, senza alterare i volumi componenti dei conduttori virtuali.

4. Sia OABC, figura 4, un distributore diramato. È noto che per il calcolo dei distributori diramati si usa il metodo detto dei momenti statici che si approssima molto alla condizione del minimo volume di metallo e dal quale risulta che la somma delle sezioni s_1 ed s_2 dei rami è eguale alla sezione s del conduttore principale OA. Può quindi, senza alterare il volume di rame, sostituirsi alla conduttura diramata due conduttori distinti, come nella figura 5, le cui sezioni siano s_1 ed s_2 . Ogni eventuale presa i sul distributore principale va scomposta in due termini i_1 ed i_2 in modo che $i_1 + i_2 = i$ ed $\frac{i_1}{l_1} = \frac{s_1}{s}$ assegnando la i_1 al conduttore di sezione s_1 e la i_2 al conduttore di sezione s_2 . Ciò vale quale che sia il numero delle diramazioni come nella figura 6.

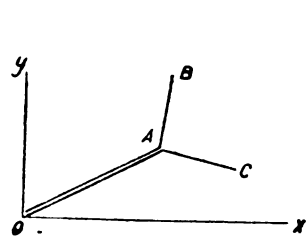


Fig. 5.

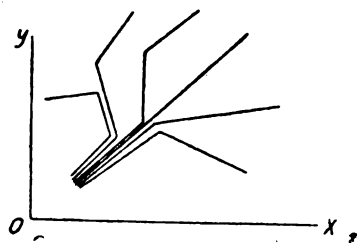


Fig. 6.

Concludendo: Un distributore comunque diramato può essere sostituito da tanti distributori semplici, formati da linee spezzate, per quanti sono i rami e, per quanto si è già detto al n. 3, a ciascuno dei distributori formato da linea spezzata può sostituirsi un distributore rettilineo.

Sicchè ad un distributore alimentato in O, comunque diramato, può sostituirsi un fascio di distributori semplici e rettilinei partenti da O i quali non solo hanno lo stesso volume del distributore reale ma anche gli stessi volumi dei corrispondenti conduttori virtuali.

5. Un conduttore di lunghezza L alimentato in A con la caduta di tensione Δ_c (figura 7a) ha il volume

$$V = L \frac{\rho}{\Delta_c} (i_1 l_1 + i_2 l_2 + i_3 l_3)$$

in cui l_1, l_2, l_3 sono le distanze dei punti di applicazione delle prese dall'origine.

Dalla scritta relazione si deduce:

a) Che il volume resta inalterato se si sostituiscono al conduttore primitivo i tre conduttori della figura 7a tutti della stessa lunghezza L ed aventi ciascuno una sola presa applicata alla primitiva distanza dalla origine, e tutte con la stessa caduta di tensione Δ_c .

b) Che il volume resta del pari inalterato se distribuivamo le prese su di un numero qualsiasi di conduttori tutti della stessa lunghezza e comunque distanziati fra loro (fig. 7b) purchè la somma di tutte le prese poste a distanza l_1 dall'origine formino la i_1 , con analoga condizione per tutte le altre prese.

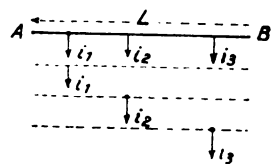


Fig. 7a.

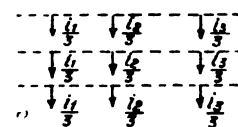


Fig. 7b.

c) In un numero qualsiasi di conduttori, tutti della stessa lunghezza e caduta di tensione, con diverse prese, non si altera il volume di essi se si sposta una presa da uno ad un altro qualsiasi dei conduttori paralleli purchè il punto di applicazione della presa si mantenga sempre alla stessa distanza dall'origine.

d) Dalle predette b) e c) si deduce che su diversi distributori paralleli tutti della stessa lunghezza e caduta di tensione si può, senza alterare il volume, distribuire il carico in modo che i conduttori stessi risultino tutti egualmente caricati con prese distribuite in modo analogo.

6. Siano AB e CD, fig. 8, due conduttori alimentati rispettivamente in A ed in C e di lunghezza L_1 ed L_2 con la

stessa caduta di tensione Δ_e . Il volume dei due conduttori è dato da:

$$V = \frac{\rho}{\Delta_e} (i_1 l_1) L_1 + \frac{\rho}{\Delta_e} (i_2 l_2) L_2$$

Possiamo ai due conduttori sostituire un solo conduttore EF di lunghezza L_2 che abbia la stessa caduta di tensione dei due conduttori dati e lo stesso volume complessivo e che alimenti le stesse due prese i_1 ed i_2 spostate opportunamente ri-

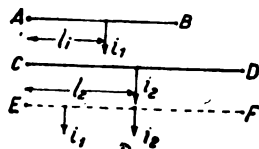


Fig. 8.

spetto all'origine. Occorre che il volume del conduttore EF , dato da $L_2 \frac{\rho}{\Delta_e} (i_1 l_x + i_2 l_x')$, sia eguale, a quello V , somma dei due conduttori dati, da cui:

$$\frac{L_1 i_1 l_1 + L_2 i_2 l_2}{L_2} = i_1 l_x + i_2 l_x'$$

Fissata ad arbitrio una delle distanze si deduce l'altra.

Così per $l_x' = l_2$, risulta $l_x = \frac{L_1}{L_2} l_1$.

II.

Calcolo economico.

In tutte le applicazioni del lavoro agricolo, con l'aiuto dei programmi di esercizio e degli orari grafici si possono stabilire i carichi e non esclusi quelli mobili, fissarli sulle reti secondarie nella posizione in cui determinano la massima caduta di tensione. Escluse le eventuali forniture di una certa importanza per le quali si giustifica l'impianto di cabine locali, per tutte le altre forniture si presenta il problema della canalizzazione di estese zone con carichi modesti e con percorsi comunque vari delle linee secondarie. Mentre sarà facile stabilire i limiti delle tensioni economiche per le condutture ad alto potenziale, manca ogni serio orientamento sull'importante problema della zona di azione da assegnare a ciascuna cabina.

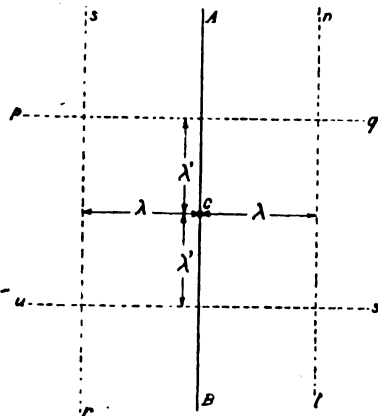


Fig. 9.

Per risolvere questi problemi occorre formarsi una idea, sia pure approssimata, del valore che assume quello che chiamerò λ , raggio di azione economico di una linea primaria e cioè la distanza misurata normalmente alla linea stessa entro la quale resta compresa la sua zona razionale di azione. Connessa a tale ricerca è il raggio di azione economico λ' delle cabine misurato nella stessa direzione della linea primaria. I raggi di azione di λ e λ' non sono eguali; la spesa per le linee primarie influisce principalmente sul valore di λ e quella per i trasformatori sul valore di λ' con leggi di variazioni del tutto differenti.

Con una certa approssimazione è sempre possibile suddividere tutta la superficie da alimentare in zone in ciascuna delle quali si possa ritenere costante la densità di carico. Poniamo il problema per una di queste zone, per la quale i due

raggi di azione λ e λ' sono analoghi per ciascuna cabina e queste risultano tutte della stessa potenza. Dalle cabine partiranno linee di distribuzione in varie direzioni e percorsi sulle quali si consente ordinariamente la massima caduta di tensione compatibile con il regolare esercizio degli impianti. Incidentalmente si osserva che riesce superflua ogni applicazione della regola del Thomson sulla ricerca della caduta economica più conveniente quando trattisi di forniture idroelettriche. La modesta utilizzazione annua delle applicazioni agricole, la estensione degli impianti con densità di carico anche molto limitata, conducono a cadute di tensione economiche sempre superiori a quelle compatibili con l'esercizio degli impianti.

Nella zona in esame sia AB , fig. 9, una linea primaria con le sue successive cabine. Le linee sr ed nt a distanza costante λ dalla conduttura primaria ne limitano la sua zona di azione economica; quella di ciascuna cabina è data dall'area racchiusa entro le stesse linee sr ed nt e le altre pq ed us a distanza λ' dalla cabina. Prendendo per origine i punti C , cabine, e tracciando per ognuno di essi due assi coordinati ortogonali dei quali quello delle ascisse normale alla linea primaria, tutti i distributori partenti dalle cabine, comunque ubicati o ramificati, potranno trasfigurarsi in distributori rettilinei con le norme indicate al n. 4. Sappiamo che con tale trasfigurazione non solo rimane inalterato il volume di ciascun distributore ma restano del pari inalterati i volumi dei distributori virtuali, uno orizzontale e l'altro verticale, nei quali può scomporsi il distributore reale. Giova ricordare che con la detta trasfigurazione i distributori reali devono essere come distesi per disporli secondo linee rette di lunghezze equivalenti a quelle dei distributori reali; sicchè, con l'operazione anzidetta, i distributori rettilinei che sostituiscono quelli reali vengono ad allargare la zona di azione. Riterremo questa zona allargata come quella di azione economica. Quando questa fosse conosciuta, ove occorra una maggiore precisione, si potrà da essa passare alla reale zona di azione misurando i raggi di azione sul reale percorso dei distributori.

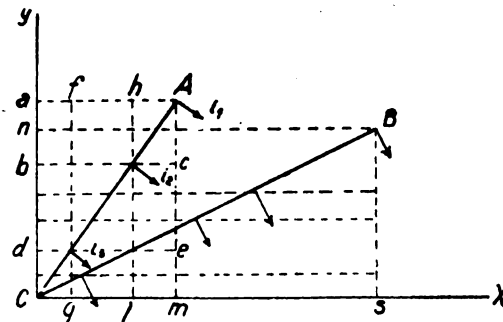


Fig. 10.

Ad un qualsiasi distributore CA della fig. 10 potremo sostituire, per quanto si è detto al n. 5, le condutture virtuali Aa , cb , ed , rispettivamente con le prese i_1 , i_2 ed i_3 e quelle Am , hl , fg rispettivamente con le prese i_1 , i_2 ed i_3 , ciascun conduttore virtuale avente la caduta di tensione assegnata per i distributori. Analogamente per un altro qualsiasi distributore CB potremo sostituire tante condutture virtuali parallele all'asse delle ascisse ed altrettante parallele all'asse delle ordinate per quante sono le prese tutte rispettivamente di lunghezza Bn e Bs e con caduta di tensione analoga alle precedenti. Allo stesso modo si potrà procedere per tutto il fascio di distributori partenti da C . Seguendo le norme di cui al n. 6 potremo trasfigurare le condutture virtuali parallele all'asse delle ascisse in modo da renderle tutte della stessa lunghezza λ e le altre parallele all'asse delle ordinate alla lunghezza λ' . Tenendo presenti le considerazioni di cui al n. 5b, potremo disporre le linee virtuali orizzontali e verticali tutte ad eguale distanza fra loro ed in modo da coprire l'area di azione della cabina.

Con le norme fissate al n. 5d, ciascuna presa può essere suddivisa in parti eguali su tutte le linee parallele, in modo da ottenere su queste carichi eguali, distribuiti nello stesso modo.

Sicchè ai distributori reali appartenenti alla zona di azione di una cabina avremo sostituito un doppio sistema di conduttori virtuali ortogonali fra loro. Uno dei sistemi formato da un certo numero di conduttori paralleli all'asse delle ascisse, tutti della stessa lunghezza, egualmente distanziati fra loro ed identicamente caricati; l'altro sistema formato da conduttori che hanno le stesse caratteristiche dei precedenti e tutti paralleli all'asse delle ordinate.

Procedendo in modo analogo per tutte le cabine e sce-

gliando per tutte lo stesso numero di linee virtuali orizzontali e verticali, tutta la rete secondaria della zona che si esamina, potrà trasfigurarsi nell'anzidetto doppio sistema, per ciascuno dei quali tutti i conduttori sono della stessa lunghezza, egualmente distanziati fra loro, identicamente caricati e tutti con la caduta di tensione assegnata ai distributori della rete.

Il carico che graverà su ciascun conduttore virtuale orizzontale o verticale sarà dato dal carico complessivo di tutta la zona in esame diviso per il numero di linee orizzontali o verticali; od anche, poichè nella zona in esame la densità di carico superficiale σ è costante, da σ moltiplicato per la superficie rappresentata dal prodotto della lunghezza del conduttore virtuale per la distanza successiva fra due linee parallele.

Giunti a queste conclusioni il problema che ci siamo proposti può risolversi. Ammessa costante la spesa per il sostegno e la posa della rete secondaria, il costo di essa è proporzionale al volume; in sostituzione del volume dei distributori reali terremo conto dei volumi equivalenti dei due sistemi di conduttori virtuali.

Determinazione del raggio di azione λ .

Si suppone assegnato il valore di λ' . In tal caso il volume dei conduttori virtuali paralleli alle linee primarie è costante quale che sia il valore di λ e quindi potremo non tener conto di essi nel calcolo delle spese allo scopo di trovare il valore di λ più conveniente.

Indichiamo con:

- λ e λ' i raggi economici misurati in metri;
- e la tensione di esercizio della rete secondaria in volt;
- Δ la caduta massima di tensione ammessa sulla rete secondaria, in volt, per ciascuno dei conduttori dei distributori trifasi;
- γ il peso in kg di un decimetro cubo del metallo dei distributori;
- c il costo in lire di un kg. di tale metallo;
- σ il carico in volt-ampere per m² di superficie da canalizzare;
- N il carico in volt-ampere di tutta la zona in esame;
- a la distanza in metri delle condutture virtuali successive e normali alle linee primarie;
- A il costo in lire per metro di linea primaria;

le spese variabili con λ sono le seguenti:

1. - Spesa per il volume di metallo dei distributori che equivale a quello dei conduttori virtuali normali alle linee primarie. Ognuno dei conduttori virtuali, di lunghezza λ , distribuisce il carico di $\lambda\sigma$ volt-ampere a cui corrisponde la corrente di $\frac{\lambda\sigma}{e\sqrt{3}}$

ampere per ciascuno dei conduttori, i quali risultano di sezione $\frac{\rho\lambda\sigma}{2\sqrt{3}e\Delta}$ in mm². Il volume di ognuno dei distributori virtuali

risulta di $\frac{3\rho\sigma\lambda^2}{2000\sqrt{3}e\Delta}$ decimetri cubi, il cui costo in lire è

$\frac{3\rho\sigma\lambda^2\gamma c}{2000\sqrt{3}e\Delta}$. Per ognuna delle cabine il numero dei distributori virtuali è $\frac{4\lambda'}{a}$ ed il numero delle cabine in tutta la zona

in esame di $\frac{N}{4\lambda\lambda'\sigma}$.

La spesa in lire di tutti i distributori della zona risulta di:

$$\frac{3\rho\lambda^2\gamma c N}{2000\sqrt{3}e\Delta}$$

2. - Spesa per le cabine. La potenza in kVA di ciascuna cabina è $\frac{4\lambda\lambda'\sigma}{1000}$ ed il numero nella zona in esame $\frac{N}{4\lambda\lambda'\sigma}$.

La spesa per ciascuna cabina può esprimersi con:

$$g + t \left(\frac{4\lambda\lambda'\sigma}{1000} \right)$$

ove g e t sono le due costanti che si ottengono tracciando la linea dei costi in lire in relazione alla potenza espressa in kVA.

La spesa variabile con λ per tutte le cabine della zona viene espressa da:

$$g \frac{N}{4\lambda\lambda'\sigma}$$

3. - Spesa per la linea primaria. Per ciascuna cabina risulta di lire $2A\lambda'$ e per tutta la zona in esame di:

$$\frac{NA}{2\lambda\sigma}$$

La spesa complessiva variabile con λ è data da:

$$K = \frac{3\rho\lambda^2\gamma c N}{2000\sqrt{3}e\Delta} + \frac{gN}{4\lambda\lambda'\sigma} + \frac{AN}{2\lambda\sigma}$$

Il valore di λ che rende minima tale spesa deve soddisfare alla condizione: $\frac{dK}{d\lambda} = 0$, da cui si ricava:

$$\lambda = 6,6 \sqrt[3]{\frac{e\Delta\left(\frac{g}{2\lambda'} + A\right)}{\rho\gamma c\sigma}}$$

e per conduttori di rame:

$$\lambda_r = 12,27 \sqrt[3]{\frac{e\Delta\left(\frac{g}{2\lambda'} + A\right)}{c\sigma}}$$

nelle quali i simboli hanno il significato già innanzi specificato.

Determinazione del raggio di azione λ' .

Si suppone assegnato il valore di λ . In tal caso resta immutato il volume delle condutture virtuali perpendicolari alle linee primarie e quindi può trascurarsi nel computo delle spese d'impianto. Resta anche inalterato il costo delle linee primarie; saremo quindi nelle stesse condizioni del caso precedente con la sola variante di non tener conto della linea primaria e quindi:

$$\lambda' = 5,25 \sqrt[3]{\frac{e\Delta g}{\lambda\rho\gamma c\sigma}}$$

con conduttori di rame:

$$\lambda'_r = 9,75 \sqrt[3]{\frac{e\Delta g}{\lambda c\sigma}}$$

Le due scritte relazioni di λ e di λ' ci permettono il calcolo di essi con pochi tentativi.

La semplicità delle formole consente di suddividere tutta la superficie da canalizzare anche in molte zone per le quali possa con maggiore esattezza ritenersi costante la densità di carico superficiale. Sarà opportuno conoscere anche il numero di cabine, questo verrà dato, in relazione a ciascuna zona, dal carico complessivo di essa diviso per il corrispondente $4\lambda\lambda'$; si otterranno numeri non esattamente interi, la cui ubicazione ci sarà facilitata tenendo presenti i trovati valori di λ e λ' in relazione a ciascuna zona.

È superfluo aggiungere che il calcolo economico, per quanto di importante orientamento, non basta da solo a completare il progetto. Occorrono in relazione ai punti di fornitura conduttori primari supplementari e di chiusura ed indagini locali per definire il tracciato delle linee, con la eventuale modifica dei risultati ottenuti per soddisfare a tutte le condizioni imposte dalla tecnica degli impianti. Così nel caso che dal calcolo risultasse per i distributori una sezione inferiore ai 6 mm² sarà necessario adottare tale sezione maggiore in corrispondenza della quale devesi calcolare il nuovo valore del raggio λ e quindi il nuovo valore del raggio λ' . E anche superfluo aggiungere la opportunità di esaminare il problema nello sviluppo delle forniture per poter predisporre le cose in modo da soddisfarsi con programma già studiato rispondente sempre alle migliori condizioni economiche.

Non deve sfuggire l'importanza delle formole anche in tutti quei calcoli di massima che sovente si presentano sulla convenienza economica delle applicazioni elettriche nelle campagne. Così ad esempio per determinare il limite minimo di densità superficiale oltre del quale non v'è convenienza; come sull'altro problema della altezza-limite di sollevamento dell'acqua da zone freatiche e su tutte le questioni in generale nelle quali il costo dell'impianto interviene come uno dei termini del problema.

Ho trattato in questo studio il problema più comune delle distribuzioni agricole. Pertanto il metodo di calcolo escogitato permette la trattazione di altri problemi dei quali mi occuperò in una prossima pubblicazione.

LETTERE ALLA REDAZIONE

La scarica elettrica non uccide?

Riceviamo:

Barletta, 22 gennaio 1924.

Richiamo l'attenzione della Rivista su di un comunicato apparso sul « Resto del Carlino » di Bologna e datato da Berna, 18 gennaio. Esso dice:

« Il Prof. Jenneck, Direttore dell'Istituto elettro-patologico dell'Università di Berna, in una conferenza colà tenuta a numerosi scienziati e studiosi, ha affermato e sostenuto che « la scossa elettrica non uccide ». A comprova dei fatti ha esposti molti esempi secondo i quali sarebbe risultato che parecchie persone per accidente colpite da scariche elettriche, e che i medici avevano dichiarate morte, si sono poi, viceversa, risvegliate dopo un certo tempo ».

Ora, che con la scossa elettrica si possa anche non morire istantaneamente, è un fatto convalidato dall'applicazione della respirazione artificiale in tempo utile. Adesso però si tratterebbe di andare oltre, e di sapere se l'affermazione del Prof. Jenneck sia esatta in modo assoluto o solo in modo relativo. Se insomma si muoia solo provvisoriamente e, diremo così, per ischerzo, o si muoia definitivamente e davvero con l'elettricità. E quando, ed in quali circostanze. Ed entro quali limiti sia contenuto il fenomeno della catalessi; ed oltre quali limiti si incade nella morte reale.

Con il sempre progressivo infoltirsi delle Reti ad alta ed altissima tensione col sempre più largo diffondersi dell'energia elettrica, malgrado tutte le specie di protezioni escogitate ed applicate dalla tecnica, le probabilità di accidenti... catalettici aumentano; e lo svisceramento e la soluzione della tesi nel modo più ampio acquistano l'importanza di una necessità sociale.

Ma le affermazioni non suffragate da numerose ed esaurienti prove su cui stabilire delle leggi, hanno un valore non definitivo. Occorre sperimentare su larga scala ed in ogni maniera per detrarne quelle deduzioni che poi dovranno servire allo studio di appositi provvedimenti legislativi. C'è da ritenere che il Prof. Jenneck abbia già fatto tanto; ed allora sarebbe utile conoscerne per dettaglio i risultati. Comunque occorrerà proseguire. All'uopo l'America potrebbe offrire i suoi delinquenti che salgono la sedia elettrica. Noi che non possiamo un tanto vezzoso gingillo, e che difficilmente potremo trovare dei volenterosi disposti ad assoggettarsi alla prova se anche accarezzati dalla certezza di morire solo... « per qualche tempo » (e giurerei che perfino lo stesso Prof. Jenneck malgrado la sua convinzione non si offrirebbe), potremmo sperimentare su soggetti adatti: cani, gatti, conigli, cavie, scimmie, o che so io; nonché su quegli uomini che purtroppo cadono involontariamente, o per disgrazia o per incerti del mestiere. Quanti di noi tecnici non hanno già assaporata la scossa elettrica senza morire... del tutto, dato il modesto limite della tensione assaggiata e le fortunate condizioni in cui, nel rapido momento, si vennero a trovare? Ma con ciò non è detto il resto. E c'è da credere che, con tutta la convalidazione della prova, e, ancora più, con tutto il dovuto rispetto al Prof. Jenneck ed alle sue affermazioni, nessuno di noi ritenterebbe volontariamente la prova con tensioni più elevate ed in condizioni meno favorevoli.

La « catalessi » sta bene; ma il fatto di risvegliarsi rinchiuso in una cassa da morto solidamente inchiodata e soverchiata da ogni lato da terra, per quanto poeticamente Madre, è cosa poco allettante per tutti; cosa cioè da far morire per davvero e non solo per ischerzo; e, quasi quasi, al solo pensarla!

Concludendo: Non pare alla Rivista che la tesi meriti di essere sottoposta ad un largo dibattito, e, meglio ancora, ad una profonda ed estesa sperimentazione che porti a fissare leggi definitive? Se è di tale parere se ne faccia propugnatrice. La presente potrà eventualmente offrirne l'occasione.

Con distinti ossequi.

ALFONSO BOLOGNINI
della Sezione di Bari

Elenco dei Fabbricanti in Italia di macchinario e materiale elettrico

L'Ufficio Centrale sta preparando la 3^a edizione dell'elenco, del quale pervengono continue richieste da parte di Ministeri, Enti pubblici, Camere di Commercio, Consolati, ecc. E' quindi interesse di tutte le Ditte Costruttrici in Italia di essere incluse in questa vera Guida dell'industria elettrotecnica nazionale.

Gli interessati sono pregati di rivolgersi direttamente all'Ufficio Centrale - Via S. Paolo, 10 - Milano (3).

SUNTI E SOMMARI

ELETTROFISICA.

E. PERSICO — **Sulle correnti rotanti.** (Nuovo Cimento, 1923, vol. 26, N. 7-8-9).

Si consideri una lamina metallica piana, omogenea, di forma circolare. Alle estremità di due diametri ortogonali si saldino quattro elettrodi e si stabilisca fra due opposti A e A' una d. d. p. alternata, e fra gli altri due, B e B' , un'altra d. d. p. alternata della stessa intensità e frequenza, ma in quadratura con la prima. Evidentemente si otterrà una corrente alternata fra A e A' , e, sovrapposta a questa, una corrente alternata fra B e B' ; le linee di flusso di ognuna delle due correnti saranno in quadratura. Nella regione centrale, esse saranno sensibilmente ortogonali; componendole vettorialmente si trova notoriamente che esse equivalgono ad una corrente di intensità costante, diretta sempre secondo un diametro, di direzione variabile con una velocità angolare costante, che diremo ω . In altri punti della lamina, sarebbe facile dimostrare che le due correnti danno luogo a una corrente rotante uniformemente con la stessa velocità ω , ma variabile di grandezza, sì che l'estremo del vettore descrive un'ellisse anziché un cerchio; l'A. però per semplicità, restringe le sue considerazioni alla regione centrale.

Domandiamoci gli effetti magnetici di una corrente siffatta.

Se si prescinde da ogni ipotesi sulla natura della corrente, e si applicano le leggi macroscopiche dell'elettromagnetismo, si trova che il campo magnetico medio generato dalla corrente in un punto qualunque (presa la media lungo un periodo) è zero. Infatti ciascuna delle due correnti alternate dà luogo a un campo magnetico alternato sinusoidale e quindi in media nullo; lo stesso si vede anche pensando addirittura al campo generato dalla corrente risultante.

Consideriamo invece la corrente nella sua probabile struttura microscopica; pensiamola cioè costituita da un flusso di particelle cariche (tutte di un segno; teoria monistica) agitatasi, come le molecole di un gas, negli spazi interatomici del metallo; seguiamo col pensiero una di queste particelle nell'intervallo fra un urto e l'altro.

La traiettoria, che sarebbe rettilinea se non vi fosse il campo elettrico, risulta invece da questo incurvata, e possiamo farci intuitivamente un'idea del moto che ne risulta, nella maniera seguente. L'accelerazione sarà un vettore proporzionale al campo elettrico, cioè avrà grandezza costante e ruoterà con velocità ω ; uno dei moti possibili è dunque un moto circolare uniforme di velocità angolare ω e di raggio tale, che la forza centrifuga equilibri continuamente l'azione del campo; il verso di rotazione è determinato dal verso in cui ruota il campo ed è quindi lo stesso per tutte le particelle.

Aggiungendo a questo moto una traslazione uniforme qualunque, determinata dalla velocità iniziale, si otterrà la soluzione generale.

Ora una particella, che descrive, nel piano della lamina, un moto circolare, produce un campo magnetico medio normale alla lamina, il cui segno dipende dal segno della carica in moto, e dal verso di rotazione; elementi che sono, come abbiamo detto, gli stessi per tutte le particelle; queste agiscono dunque tutte nello stesso senso e l'effetto complessivo sarà diverso da zero.

Le considerazioni, che abbiamo ora esposto in modo intuitivo, possono venir precisate, e conducono alla stessa conclusione; se la corrente consta di un flusso di particelle elettrizzate tutte dello stesso segno, la lamina d'anzì descritta darà luogo, nei punti del suo piano, a un campo H , normale al piano stesso; se esistesse anche un flusso di particelle elettrizzate di segno opposto, (teoria dualistica) l'effetto magnetico prodotto da queste sarebbe contrario al precedente, e si osserverebbe la differenza dei due (diversa da zero, se le due specie di particelle differiscono per la massa). In altre parole, la lamina metallica, in tali condizioni, si trasforma in una lamina magnetica. Le condizioni ora descritte possono, come è ovvio, realizzarsi in molteplici modi; per es. si può usare una lamina circolare con tre elettrodi, collegati ad un alternatore trifase con una disposizione a stella. In ogni caso, l'effetto qualitativo di una corrente rotante è quello descritto dianzi.

Per farsi un'idea delle leggi del fenomeno, e del suo ordine di grandezza, l'A. ha fatto, basandosi su ipotesi semplificative, un calcolo di cui qui si riportano brevemente i risultati.

Sia j la densità della corrente rotante (per cm^2 di sezione) ω la velocità angolare, η lo spessore della lamina. Si trova che questa equivale ad una lamina magnetica di potenza

$$P = C \eta j^2 \omega,$$

dove C è una costante che caratterizza il fenomeno; ossia la lamina si comporta come se il suo contorno fosse percorso da una corrente di intensità P . La costante C , nel caso di particelle di una sola specie, di cui chiamiamo e la carica (in u. e. m.), N il numero per unità di volume e T la durata media dei cammini liberi, è data dalla formula

$$C = \frac{T^2}{30 N e}$$

Questi risultati sono ottenuti attribuendo a tutte le particelle la stessa velocità d'agitazione termica, e lo stesso cammino libero; con-

siderando dapprima una particella lanciata in una data direzione, in un dato istante (fase); calcolate meccanicamente le equazioni del moto e conseguentemente il campo magnetico medio prodotto in un punto lontano, si è fatta la media rispetto a tutte le possibili direzioni iniziali, e a tutte le possibili fasi. La formula che si ottiene è

$$P = \frac{60 C}{T} \eta j^2 \frac{2 + \cos \omega T - 3 \frac{\sin \omega T}{\omega T}}{\omega^3 T^3}$$

e si riduce alla precedente trascurando $\omega^2 T^2$ rispetto a 1.

L'effetto previsto è estremamente piccolo. Per esempio, per il platino, prendendo (in un. C. G. S.)

$$T = 1,5 \cdot 10^{-3}; N = 5 \cdot 10^{21}; e = 1,5 \cdot 10^{-20} \text{ u. e. m.}$$

si trova all'incirca $C = 10^{-29}$ e quindi, per $\eta = 0,1 \text{ cm}$, $j = 10 \text{ u. e. m.}$ (cioè 100 A per cm^2) e $\omega = 10^7$ si ha $P = 10^{-21} \text{ u. e. m.}$ cioè 10^{-20} ampere.

Per il Bi, presi $T = 2,5 \cdot 10^{-11}$, $N = 1,8 \cdot 10^{18}$, si trova $C = 10^{-21}$.

In ogni caso dunque, non sembra possibile una verifica sperimentale. Tuttavia, indipendentemente dall'importanza teorica che avrebbe, come ognuno vede, tale verifica, la previsione può apparire non priva di interesse, se si considera che è questo il solo caso finora noto in cui, senza l'intervento di campi magnetici esterni, la teoria elettronica porta a prevedere un effetto magnetico della corrente, intimamente legato al meccanismo corpuscolare della conduzione elettrica.

* *

FISICA E CHIMICA.

A. SELLERIO — Effetto galvanomagnetico di nuovo tipo. (L'Elettrotecnista, N. 21 del 1 novembre 1923, pag. 183).

L'A. dà conto di una serie di esperienze intese a mettere in evidenza un nuovo effetto galvanomagnetico.

Immaginate una terna di assi ortogonali ed un campo magnetico H diretto secondo l'asse z , se si dispone una lastrina rettangolare di Bi (è principalmente su questa sostanza che l'A. ha sperimentato) con una mediana CD lungo l'asse z e l'altra AB lungo l'asse x , e se si invia fra C e D una corrente, si ha, nonostante la simmetria geometrica del sistema, un effetto galvanomagnetico fra A e B .

Usando per es., una lastrina di Bi di $\text{cm } 1,5 \times 2 \times 0,047$, con una corrente primaria di $0,4 \text{ A}$ ed un campo $H = 3000$, l'A. ha ottenuto, per la parte principale dell'effetto di nuovo tipo un valore di $-20,1 \mu\text{V}$ ed una perturbazione (dissimmetria del Righi) di $-2,9 \mu\text{V}$. Invertendo gli elettroli primari coi secondari, inviando cioè la corrente tra A e B si ha tra C e D l'effetto assiale, il cui valore numerico coincide con quello relativo all'effetto nuovo. Quest'ultimo può quindi considerarsi come il reciproco del primo. f. n.

* *

FISICA GENERALE.

E. FERMI — Correzione di una contraddizione tra la teoria elettrodinamica e quella relativistica delle masse elettromagnetiche. (Nuovo Cimento, Serie VII, N. 3-4, marzo-aprile 1923, pag. 159).

La massa di un sistema di cariche elettriche, rigido nel senso della meccanica classica e a simmetria sferica, fu calcolata da M. Abraham (¹), il quale trovò che essa è uguale a $\frac{4}{3} \frac{u}{c^2}$ (dove u è l'energia elettrostatica del sistema e c la velocità della luce) per velocità nulle o molto piccole, mentre per velocità v , confrontabili con c differisce da quel valore per termini correttivi dell'ordine di $\frac{v^2}{c^2}$.

Il calcolo fu rifatto dal Fitz Gerald, considerando il sistema, invece che rigido nel senso della meccanica classica, sottoposto alla contrazione del Lorentz. Ma il risultato confermò che la massa per velocità nulle era $\frac{4}{3} \frac{u}{c^2}$; variandosi, per velocità diverse, i termini

correttivi dipendenti da $\frac{v^2}{c^2}$.

La teoria della relatività invece attribuisce al sistema considerato con velocità nulla, una massa $\frac{u}{c^2}$ valore che differisce molto da quello sopra indicato.

L'A. indaga sulle ragioni di questa divergenza di risultati, che gli si era presentata in occasione di ricerche precedenti; e dimostra che essa dipende dal modo di considerare la variazione del sistema, conforme ai vincoli del problema, cioè alla rigidità giustamente interpetrata.

Perciò definito anzitutto che il moto di un sistema di cariche è traslatorio (ossia descrive un tubo orario nello spazio tempo) quando, essendo in quiete, rispetto ad un sistema qualunque di riferimento di Lorentz-Einstein, in un certo istante, un punto del sistema, sono

anche in quiete nello stesso istante tutti i punti del sistema, l'A. fa vedere che come variazione soddisfacente alla condizione della rigidità si può prendere lo spostamento infinitesimo, rigido parallelo allo spazio (x, y, z) di ogni sezione del tubo parallela allo spazio medesimo: oppure lo spostamento infinitesimo perpendicolare al tubo di ogni sezione normale del tubo medesimo: e indica queste variazioni rispettivamente con A e B .

Chiamando con (x_0, x_1, x_2, x_3) le coordinate di tempo e di spazio, con φ il quadripotenziale, con $F_{ik} = \frac{\partial \varphi_i}{\partial x_k} - \frac{\partial \varphi_k}{\partial x_i}$ il campo elettromagnetico, con E, H la forza elettrica e magnetica che si deducono da esso e con de l'elemento generico di carica elettrica, l'azione complessiva delle cariche elettriche è data da

$$W = \sum_i \int d\epsilon \int \varphi_i d\alpha_i$$

e per il noto principio di Hamilton (²), per ogni sistema di variazioni δx che sia conforme ai vincoli e che si annulli sul contorno del campo d'integrazione si deve avere $\delta W = 0$, cioè:

$$\sum_{ik} \iint d\epsilon F_{ik} \delta x_i dx_k = 0$$

dove al posto di $\delta \alpha_i$ si potranno sostituire i valori dati dall'uno o dall'altro sistema di variazioni prima indicato. Sostituendo infatti i valori dati dalla variazione A , la quale, osserva l'A., è in contraddizione col principio di relatività, si ottiene per valore della massa in quiete, nel caso della simmetria sferica:

$$m = \frac{4}{3} \frac{u}{c^2}$$

Sostituendo invece i valori dati dal sistema di variazioni B si ottiene $m = \frac{u}{c^2}$.

Così è provato l'asserto dell'A. il quale appunto rileva l'importanza della mozione di massa magnetica come base della teoria elettronica della materia. b. n.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

H. D. ARNOLD e LLOYD ESPENCHIED — Radiotelefonica attraverso l'Atlantico. The El., 19 ottobre e 3 novembre 1923, Vol. 91, N. 2370 e 2372, pag. 424 e 478).

In questi esperimenti di radiotelefonica attraverso l'Atlantico (stazione trasmittente Rocky Point, ricevente a New Southgate in Inghilterra) si sta usando per la prima volta un nuovo metodo che permette di irradiare una sola delle due zone di frequenze che risultano dalla modulazione e di non irradiare quella parte dell'onda di trasporto che non è influenzata dalla modulazione.

Lo schema dell'apparecchio trasmittente è rappresentato dalla fig. 1. La corrente microfonica va ad agire su un primo modulatore bilanciato (¹) e modula una corrente di frequenza intorno ai 33 000 periodi fornita da un apposito generatore. Ne risulta una corrente modulata che comprende due zone di frequenze, una delle quali è compresa fra le frequenze limite 33 300 e 36 000 (zona superiore) e l'altra fra le frequenze limite 30 000 e 32 700 (zona inferiore). Successivamente la corrente modulata va ad un filtro che arresta le componenti appartenenti alla zona superiore, mentre quelle della zona inferiore sono applicate al modulatore bilanciato n. 2, dove modulano una corrente di frequenza 88 500 fornita da un secondo generatore di oscillazioni persistenti. Si ha così una seconda corrente modulata, nella quale compaiono altre due zone di frequenze, una che va da 118 500 periodi a 121 200, l'altra che va da 55 800 periodi a 58 500. Un secondo filtro, che segue il modulatore n. 2, lascia passare soltanto le correnti appartenenti a quest'ultima zona e provvede anche ad arrestare la parte non modulata della corrente veicolo di frequenza 88 500, che si potrebbe avere dopo il modulatore n. 2 qualora questo non fosse perfettamente bilanciato.

Si prepara così con piccola potenza la zona di frequenze da trasmettere, ma prima di mandare la corrente sull'antenna è necessario amplificarla fino a farle assumere l'intensità opportuna. L'amplificazione si fa in tre gradi successivi. Un primo amplificatore, costituito da tre triodi in parallelo da 250 W ciascuno ed alimentati con tensione anodica di 1500 V, aumenta la potenza messa in giuoco fino a 750 W. Col secondo amplificatore, costituito da due triodi in parallelo con raffreddamento ad acqua e funzionanti con 10 000 V di tensione anodica, si passa ad una potenza di 15 kW, col terzo, che manda la corrente all'antenna, si arriva alla potenza di 150 kW. Quest'ultimo è formato da due gruppi di dieci triodi ciascuno, tutti in parallelo, con raffreddamento ad acqua e tensione anodica di 10 000 V.

L'alta tensione continua per gli anodi del 2° e 3° amplificatore è fornita da un raddrizzatore a valvola da 200 kW, in cui dodici diodi

(²) Weyl - Raum, Zeit, Materie, pp. 194-196; Berlin, Springer 1921.

(¹) Theorie der Elektrizität - Richardson. Elektron Theory of mater, Cap. XI Lorentz. The theory of elektrons, p. 37.

(²) L'Elettrotecnica 15-25 agosto 1923, Vol. X, n. 23-24, pag. 531 e seg. e Pubblicazione dell'Istituto E. e R. T. n. 22.

con raffreddamento ad acqua, riuniti in sei gruppi di due diodi ciascuno, rettificando le due semionde di ciascuna fase di una corrente trifase a 60 periodi.

Gli AA. parlano poi delle difficoltà incontrate per la costruzione di tubi elettronici adatti. La potenza trasformata in calore all'anodo, per ciascuno dei grandi triodi amplificatori, è dello stesso ordine di grandezza di quella mandata all'antenna. Nell'apparecchio descritto i tubi devono funzionare in modo continuativo con una dissipazione di calore all'anodo di più che 10 kW. Per la difficoltà di riuscire ad asportare una quantità di calore così rilevante da un tubo di vetro, furono costruiti triodi con l'involucro in parte di vetro e in parte di rame. Quest'ultima parte costituisce l'anodo stesso ed è raffreddata con circolazione d'acqua; la parte in vetro sostiene ed isola la griglia ed il filamento. Per questa costruzione si sono dovuti affrontare vari problemi, fra i quali sono stati di soluzione particolarmente difficile quello della preparazione di un mastice a tenuta di vuoto per unire il vetro al rame, quello di ottenere l'alto grado di vuoto necessario e quello di trovare un sistema adatto per portare attraverso il vetro la forte intensità di corrente necessaria per il riscaldamento dei filamenti.

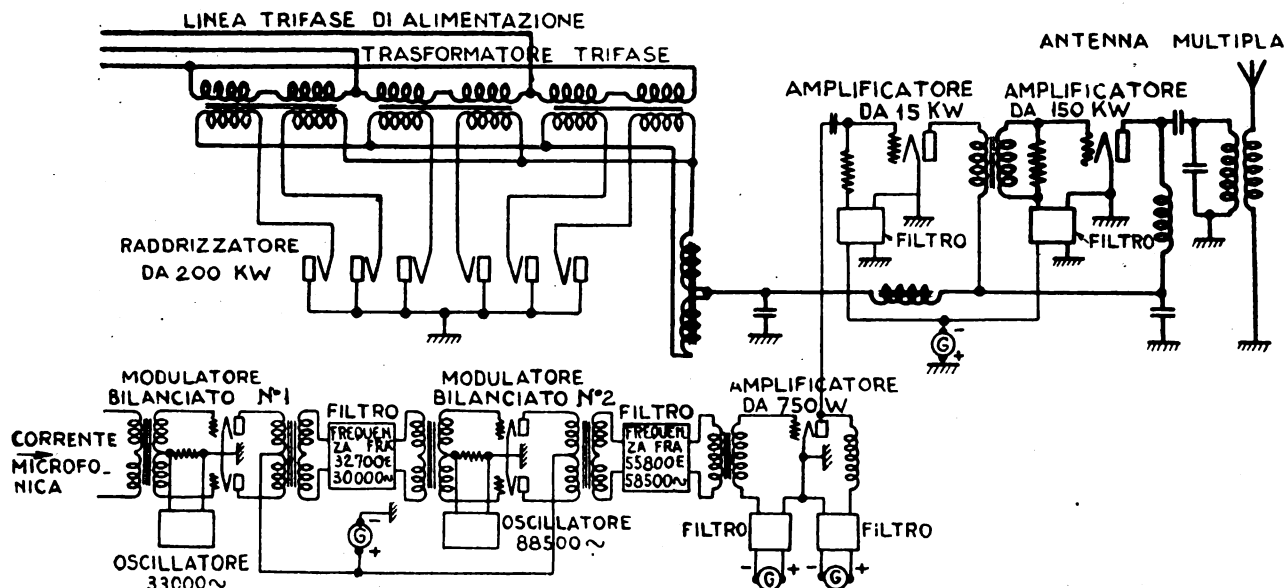


Fig. 1.

I triodi, con tensione anodica di 10 000 V, possono fornire ad un circuito oscillante conveniente, la potenza di 10 kW per ciascuna. Si richiede per questo una corrente elettronica media di 1,35 A. La corrente elettronica totale che il filamento deve essere capace di fornire per assicurare il funzionamento è all'incirca di 6 A. Quando i triodi sono usati per amplificare una corrente modulata che presenta punte molto alte, come è quella che serve al trasporto dei segnali telefonici, è indispensabile che la massima corrente elettronica attraverso il triodo possa essere parecchie volte maggiore dell'intensità normale ed in conseguenza, per assicurare la bontà della

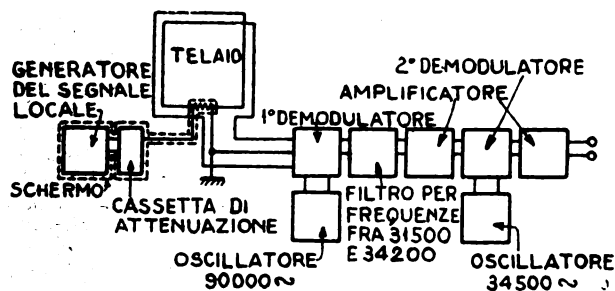


Fig. 2.

trasmissione telefonica questi triodi, sono regolati in maniera da emettere una potenza media di circa 5 kW.

Per la ricezione, a causa della soppressione dell'onda di trasporto effettuata alla partenza, è necessario che il demodulatore, oltre che dall'onda in arrivo, sia alimentato con una corrente, di frequenza eguale all'onda di trasporto, prodotta sul posto. Così, nell'installazione descritta, in cui arrivano al demodulatore correnti di frequenze comprese fra 55 800 e 58 500, sarebbe necessario fornirgli un'altra corrente di frequenza 55 500 la quale, agendo con la prima, darebbe luogo a battimenti di frequenze comprese fra 300 e 3000, che riprodurrebbero il segnale telefonico.

Ma il dispositivo adottato è più complesso, (fig. 2). La corrente a frequenza vocale si ottiene per gradi. L'onda in arrivo va ad agire sulla griglia di un primo triodo demodulatore, insieme con una tensione di frequenza 90 000 prodotta da un generatore locale. Delle

due zone di frequenze risultanti soltanto l'inferiore, che è compresa fra 31 500 e 34 200 periodi, è mandata, passando attraverso ad un filtro, prima ad un amplificatore e quindi, insieme con una corrente di frequenza 34 500 fornita da apposito generatore, ad un secondo demodulatore. Si ottiene così finalmente la corrente che, opportunamente amplificata, riproduce il segnale telefonico trasmesso. I segnali sono ricevuti mediante un telaio quadrato a 46 spire di m 1,80 di lato. I vantaggi che si ottengono coll'abbassare per gradi la frequenza in arrivo, consistono nella grande selettività della ricezione e nella grande facilità di sintonizzazione del complesso ricevente. La selettività è conseguenza dell'uso di un filtro studiato per lasciare passare soltanto la zona di frequenza che si vuole utilizzare e risulta migliore applicando il filtro dopo piuttosto che avanti il primo abbassamento della frequenza. Quantunque il filtro non sia di frequenza variabile, si ottiene sempre una ottima sintonizzazione perchè, regolando opportunamente la frequenza dell'oscillatore locale, si possono ricevere onde di lunghezza variabile entro vasti limiti. Tanto il filtro quanto gli amplificatori sono studiati in modo da dare i migliori risultati per la frequenza prestabilita con la quale debbono funzionare.

Non si incontrarono particolari difficoltà per mantenere la frequenza dell'onda generata alla stazione ricevente in sufficiente accordo con quella dell'onda generata alla stazione trasmittente, perchè gli oscillatori di entrambe le stazioni sono così stabili che soltanto raramente si presenta la necessità di piccole regolazioni alla frequenza dell'oscillatore del ricevitore. Per evitare una molesta distorsione del segnale riprodotto, le due frequenze non devono differire di più che 50 periodi, il che corrisponde, per la frequenza 50 000, ad una approssimazione dell'uno per mille.

Gli AA. passano poi a spiegare diffusamente i vantaggi del sistema adottato e li riassumono infine come segue:

1) La soppressione di una zona di frequenza e dell'onda di trasporto fa sì che sia meno ampia la zona di frequenze richiesta per la comunicazione, il che è importante soprattutto per le onde molto lunghe e per le comunicazioni a grande distanza.

2) Il metodo consente un notevole risparmio della rilevante potenza necessaria per le comunicazioni a grande distanza, perchè tutta la potenza irradiata serve effettivamente alla trasmissione del segnale.

3) Lo studio dell'antenna è semplificato. Difatti per la buona qualità della comunicazione telefonica si deve evitare che l'acutezza della curva di risonanza deformi l'onda complessa irradiata, e tale deformazione si evita tanto più facilmente quanto meno larga è la zona di frequenze adoperata. Tale vantaggio è particolarmente sensibile quando si debbono usare onde lunghe.

4) Il sistema ad eliminazione dell'onda di trasporto e soppressione di una zona di frequenza presenta un particolare vantaggio per la ricezione sul sistema ad eliminazione dell'onda di trasporto senza soppressione di una delle zone di frequenza. Se la frequenza veicolo rigenerata alla stazione ricevente non è esattamente eguale a quella soppressa alla partenza, col primo metodo il suono riprodotto è soltanto variato di altezza in confronto di quello trasmesso, ma col secondo si hanno invece due suoni distinti, ciascuno derivante dalla demodulazione di una delle due zone di frequenze. Uno di tali suoni è più acuto, l'altro più basso del suono trasmesso e dalla loro sovrapposizione nel telefono ricevitore si può avere una notevole deformazione del suono originale.

5) Si ha una maggiore uniformità nell'intensità dei segnali ricevuti in tempi diversi. Le variazioni delle condizioni dell'etere si ripercuotono meno sulla intensità del segnale ricevuto quando l'onda veicolo è soppressa, che quando viene anch'essa trasmessa. Si sa che l'ampiezza delle correnti vocali risultanti dalla demodulazione è

proporzionale al prodotto dell'ampiezza dell'onda di trasporto per quella delle onde della zona di frequenza. Se variano le condizioni dell'etere le onde in arrivo risultano più o meno attenuate. Con la soppressione dell'onda di trasporto varia soltanto l'attenuazione delle onde della zona e quindi questa sola influisce sulla variazione del segnale riprodotto.

6) La ricezione utilizzando soltanto metà della zona di frequenze risultanti dalla modulazione, è molestata soltanto dalla metà degli « atmosferici » che danno luogo a disturbo.

7) Mediante le successive demodulazioni, seguite ciascuna da un filtro e da un'amplificazione, si ottiene la completa esclusione delle onde di frequenza diversa da quelle della zona che si vuole ricevere.

Gli AA. danno infine un ampio resoconto di una serie di misure, dirette a determinare in diverse ore del giorno ed in diversi periodi dell'anno l'intensità del campo elettromagnetico alla stazione ricevente, in rapporto alla potenza irradiata dalla stazione trasmittente e l'intensità dei disturbi in confronto a quella dei segnali. Essi si servono a tale scopo di una sorgente locale di oscillazioni, rappresentata nella fig. 2 a sinistra, mediante la quale si possono mandare negli apparecchi riceventi segnali di intensità conosciuta. Regolando il generatore locale fino a che l'intensità del suo segnale è uguale a quella del segnale in arrivo dalla stazione trasmittente e con la conoscenza della potenza fornita dall'oscillatore locale, gli AA. determinano in base alle dimensioni dell'antenna ricevente quale deve essere il valore del campo. L'intensità dei disturbi si esprime in base al suo effetto sull'udibilità di un suono prodotto nella stazione ricevente stessa — per il quale si può determinare il valore del campo corrispondente — misurando la parte di tale suono che può essere udita sotto il disturbo.

P. Bo

*

J. A. SLEE — **Recenti progressi nell'applicazione della radiotelegrafia alle navi.** (The El., 12 ottobre 1923, Vol. 91, N. 2369, pag. 392).

Apparecchi ad alta velocità. — Sui grandi transatlantici, allo scopo di non tenere occupate troppo a lungo le stazioni costiere, si rendono necessarie nelle comunicazioni radiotelegrafiche la trasmissione e la ricezione automatiche a grande velocità.

Il metodo adottato consiste nell'uso di un'antenna accoppiata induttivamente ad un circuito chiuso, mantenuto permanentemente in oscillazione dal triodo trasmittente. L'accoppiamento fra il circuito chiuso e l'antenna è costituito da due parti eguali, in opposizione l'una all'altra. Durante la trasmissione una delle due parti è messa in corto circuito, l'altra non essendo più bilanciata può trasferire l'energia all'antenna. Per mantenere costante il carico del triodo trasmittente, quando non si segnala, una resistenza additiva viene inserita nel circuito chiuso. Con tale dispositivo si possono trasmettere da 60 a 90 parole al minuto senza dare luogo a scintillio alle chiavi. La manipolazione si ottiene mediante un trasmettitore Wheatstone o Creed azionato da una zona perforata.

Nell'apparecchio ricevente, dopo gli ordinari filtri, si ha un amplificatore a sei valvole per l'alta frequenza e, dopo l'inserzione dell'eterodina, la corrente rettificata, ormai a frequenza udibile, viene mandata ad un amplificatore a quattro valvole, nel quale ogni circuito di griglia è sintonizzato in modo stabile per la frequenza dei battimenti, che è preventivamente fissata. La selettività di tale amplificatore a bassa frequenza è grandissima. I segnali infine sono ancora rettificati e vanno ad agire sulla griglia della valvola che aziona il registratore. Risultati molto soddisfacenti si sono avuti in mare con ondulatori del tipo Mc Lachlan che sono completamente sicuri e non risentono affatto delle vibrazioni e dei movimenti della nave. Con segnali forti si ricevono fino a 100 parole per minuto. Il registratore automatico può funzionare mentre il radiotelegrafista riceve ad udito un altro segnale di lunghezza d'onda diversa, e anzi tale doppia ricezione è ormai ordinariamente usata sui grandi transatlantici.

Radio - Fari. — Queste stazioni trasmettono un segnale radiotelegrafico con lunghezza d'onda piccolissima (circa sei metri) sotto forma di un fascio alquanto concentrato, e l'intero apparecchio trasmittente può ruotare sopra un tavolo circolare. Con questo sistema di telegrafia si evita assolutamente ogni interferenza da parte di altri segnali. I segnali perdono circa metà della loro intensità per una direzione che sia a circa 10 gradi dall'asse del fascio, e sono ridotti praticamente a zero per una direzione a 20 gradi. Quando il proiettore ruota, un contatto striscia su vari bottoni fissati sulla tavola, ciascuno dei quali è disposto in modo da provocare la trasmissione di una lettera diversa, scelta fra le più lunghe dell'alfabeto Morse, per ogni due quarte della bussola (22° 5'). Gli angoli compresi fra due successive lettere lunghe, sono divisi in parti eguali da tre emissioni di lettere corte, ciascuna delle quali rappresenta una mezza quarta (5° 37,5'). Una stazione di tale genere è installata a Inchkeith Island ed una seconda è in corso d'impianto al faro galleggiante di South Foreland. L'uso dell'apparecchio dovrebbe estendersi rapidamente. Attualmente i rilevamenti si prendono con sicurezza fino a distanza di 10 miglia. Sebbene tale portata possa essere ridotta a causa di ostacoli, non vi è distorsione, ed il metodo non è influenzabile da errori di natura elettrica. Il rilevamento è indipendente dalla velocità di rotazione del proiettore.

L'assorbimento di onde così corte è tanto grande che non è possibile percepire il segnale con un apparecchio ricevitore, che sia disposto a bordo della nave, opposta alla direzione da cui

proviene il segnale; si deve quindi avere un apparecchio ricevitore per ogni lato della nave. Il ricevitore consiste di due aste di ottone lunghe circa 90 cm. disposte verticalmente con un estremo dell'una vicino ad estremo dell'altra e sporgenti da una cassa che contiene i dispositivi di sintonizzazione. L'amplificatore ed i telefoni sono sistemati nel casotto di rotta. Dal numero di lettere che si sentono nel ricevitore e dalla maggiore o minore intensità con cui si riceve l'una o l'altra, conoscendo l'azimut in cui le varie lettere vengono proiettate, si riconosce agevolmente in quale direzione ci si trova rispetto all'apparecchio trasmettitore.

Radiogoniometria. — Anche la radiogoniometria ha fatto notevoli progressi, sia per la precisione con cui si determina la direzione della stazione radiotelegrafica trasmittente, sia per l'aumentata distanza a cui tale determinazione è possibile. Tale distanza è nominalmente di 100 miglia marine (1 miglio = 1852 m), ma spesso giunge fino a 300. Per evitare il disturbo proveniente dall'interferenza di varie comunicazioni simultanee, è necessaria l'opera di un radiotelegrafista esperto.

Gli errori dipendenti dai radiogoniometri stessi sono ora noti e possono essere eliminati o compensati, si può quindi riporre fiducia nel sistema. Anche cause esterne allo strumento medesimo, come ne sorgono quando il rilevamento taglia la linea della costa con un angolo acuto, possono dare origine a errori. Con un accurato esame delle carte è possibile tracciare i settori nei quali i rilevamenti presi col radiogoniometro e relativi a determinate stazioni terrestri possono risultare inesatti, ma si tratta di solito di errori assai piccoli e ad ogni modo questo speciale aspetto del problema è complesso e richiede ulteriori ricerche.

Sviluppo della telefonia. — I progressi della radiotelegrafia hanno permesso anche alla radiotelefonia di progredire, rendendo possibile la trasmissione e la ricezione simultanee. Vi sono due metodi per conseguire tale risultato. Ogni stazione può usare per la trasmissione e per la ricezione due onde così differenti, da consentire una sistemazione del trasmettitore, per la quale questo abbia influenza trascurabile o nulla sugli apparecchi ricevitori della stessa stazione. Il metodo è semplice, ma è soggetto ad essere disturbato e a dare luogo a disturbi per l'interferenza dovuta all'uso di due onde così diverse. Il secondo sistema consiste nell'usare due lunghezze d'onda così vicine da dare luogo a battimenti di frequenza inferiore a quella minima udibile dall'orecchio umano. Questo metodo offre parecchi vantaggi, sorge solo la difficoltà di trasmettere con potenza abbastanza rilevante. Esperimenti sono in corso allo scopo di collegare le navi che si trovano a distanza limitata dai porti (50 miglia) con le reti telefoniche locali. Il problema è complesso soltanto se si vuole raggiungere la possibilità di stabilire comunicazioni fra la nave e tutti gli abbonati della rete telefonica, i quali sono a distanze molto diverse dalla centrale, poichè è necessario che la corrente telefonica giunga alla stazione radiotelefonica che trasmette da terra con una certa determinata intensità, per evitare distorsione ed attenuazione. Sarebbe molto conveniente, dal punto di vista dell'economia, che gli apparecchi a terra potessero funzionare senza sorveglianza. Oggi si mira soltanto a stabilire comunicazioni telefoniche fra le navi, sempre nel raggio di 50 miglia dal porto, ed un limitato numero di abbonati residenti presso il porto stesso. Risolto questo problema, in un secondo tempo si cercherà di estendere i limiti delle possibilità di comunicazioni telefoniche fra le navi che si trovano al largo e la terra.

P. Bo.

* *

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

C. A. BODDIE e M. W. COOKE — **I limiti dell'impiego della telefonia mediante correnti ad alta frequenza.** (El. World, 21 aprile 1923, Vol. LXXI, pag. 909).

Gli AA. riferiscono le osservazioni fatte durante il corso degli esperimenti eseguiti presso la Duquesne Light Co. per assicurare le comunicazioni telefoniche su una rete di distribuzione. Essi affermano che il metodo di accoppiamento di miglior rendimento fra gli apparecchi e le linee è quello che si vale di antenne distese parallelamente alla linee. Essi sono riusciti a trovare un sistema che permette ad una qualunque stazione della rete di chiamare indifferentemente ciascuna delle altre.

Uno dei disturbi ai quali non è stato possibile di trovare un rimedio è la produzione di parassiti a causa degli effluvi sugli isolatori. Gli stessi disturbi sono anche prodotti dalla carica dei parafulmini elettrolitici. Gli esperimenti hanno dimostrato che, dal punto di vista della lunghezza d'onda più conveniente, si hanno, in ogni caso, delle « zone di lunghezza d'onda » dentro le quali si ottengono buoni risultati, mentre per le lunghezze d'onda esterne a tali zone non si può avere una buona trasmissione. Si suppone che gli apparecchi derivati dalle linee costituiscano dei circuiti oscillanti che, entrando in risonanza per determinate lunghezze d'onda, danno luogo a veri e propri corti circuiti. Così pure le manovre effettuate sui circuiti, quale ad esempio la messa in parallelo di due circuiti, originano effetti che è impossibile prevedere. Per avere un sistema duplex, ossia per potere parlare ed ascoltare nel medesimo tempo, gli AA. hanno trovato che la soluzione più efficace consiste nell'usare due antenne separate per la trasmissione e la ricezione.

La stazione principale usa per la trasmissione l'onda di 6000 m e per la ricezione l'onda di 5000 m e inversamente le sottostazioni.

La chiamata si ottiene per mezzo di un quadrante, analogo a quello dei telefoni automatici, il quale provoca l'invio d'un numero d'impulsi corrispondente al numero della stazione chiamata. Ciascuna stazione ha, per ricevere la chiamata, un selettore regolato in modo da chiudere i suoi contatti per il numero d'impulsi che gli compete. Staccando il ricevitore si producono automaticamente le manovre necessarie alla trasmissione. Per le comunicazioni fra due sottostazioni si devono cambiare la frequenza di trasmissione e di ricezione della stazione che chiama, che è normalmente regolata per comunicare con la stazione principale. Tale cambiamento si ottiene automaticamente formando la cifra 10 col quadrante di chiamata P. Bo.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

ESPOSIZIONI, ECC.

La recente mostra r. t. di Torino. — Il giorno 16 di gennaio si è inaugurata a Torino la Mostra sperimentale di Radiotelegrafia e Radiotelegrafia. Essa si è chiusa il giorno 26.

Tutte le principali Ditte italiane che si occupano dell'argomento hanno esposto i loro apparecchi; ma in complesso nessuna speciale novità vi era visibile per chi avesse visitato la mostra di Padova, tenuta durante il nostro Congresso di Venezia.

Il laboratorio di elettrotecnica del Politecnico di Milano, diretto dal Prof. R. Arnò, aveva qui portato una interessante serie di apparecchi, sia riceventi che trasmettenti, mostranti lo sviluppo della radio dalle sue origini sino ad oggi.

La Marconi, oltre a una numerosa serie di triodi e stazioncine varie, aveva montato il complesso stampante radiotelegrafico per stazioni con servizio celere continuativo, già presentato alla fiera di Milano del 1922.

Anche la Ditta Allocchio e Bacchini, assieme a stazioni riceventi varie e ad apparecchi di misura per radio, aveva esposto dei complessi registratori. Interessante, tra questi, un gruppo stampante Hugues, la cui ruota dei tipi è congegnata in modo da assicurare la regolarità e la segretezza delle comunicazioni, in base a studi del Magni.

Diverse altre ditte avevano poi messo in mostra apparecchi, o parte di essi, per la ricezione di radioconcerti; e tra queste ditte ricorderemo la Sari, la Siti, la Società Industrie Radio, la Ditta Tonini, la Radiotecnica Italiana, la Ditta Perego. Quest'ultima esponeva anche il suo apparecchio per la telefonia con onde convogliate.

e. p. v.

INDUSTRIA NAZIONALE.

Una bella effermazione dell'industria italiana all'estero. — Poche cose sono necessariamente così internazionali come la tecnica, e noi pensiamo che il maggior servizio che possiamo rendere ai nostri industriali sia quello di tenerli bene informati, nei limiti delle nostre forze, degli studi, dei tentativi, dei progressi delle industrie straniere. Ma, con tutto ciò, nessuno di noi è più lieto ogni qualvolta possiamo constatare i successi della nostra tecnica all'estero.

Così con la più profonda soddisfazione possiamo oggi dare notizia ai lettori di una brillante affermazione di una industria italiana negli Stati Uniti d'America. La New York Edison Co. di New York, la Edison Electric Illuminating Co. di Boston e la Commonwealth Edison Co. di Chicago, hanno recentemente affidato importantissime forniture di cavi ad alta tensione alla Ditta Pirelli di Milano. Si tratta per la prima, di oltre 25 chilometri di cavi trifasi da $3 \times 175 \text{ mm}^2$ e da $3 \times 250 \text{ mm}^2$ per tensioni di esercizio di 27 000 e 46 000 volt. Le altre due compagnie hanno ordinato rispettivamente 3 e 6 chilometri di cavo trifase a 36 000 volt.

Questo tangibile e materiale riconoscimento della superiorità della nostra industria ha del resto avuto dei precedenti nel campo tecnico: nel Congresso dello scorso settembre delle Associazioni fra le Compagnie Edison, D. W. Roper ha riferito ampiamente sulla tecnica dei cavi ad alta tensione confrontando la produzione nord-americana con quella europea e le sue documentate conclusioni sono state a questa ultima nettamente favorevoli.

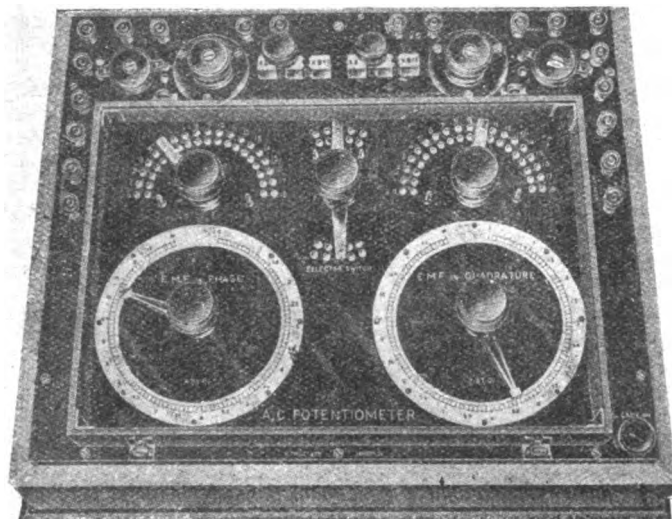
Vorremmo poter spesso dare così gradite notizie ai nostri lettori, e poichè pensiamo che le belle affermazioni della nostra industria all'estero siano più frequenti di quanto generalmente non si creda, preghiamo vivamente tutti i nostri industriali di volerli tener bene informati a tale riguardo.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Nuovo tipo di potenziometro a corrente alternata. — Un nuovo tipo di potenziometro a corrente alternata è descritto da D. C. Gall nell'*Electrician* (6 aprile 1923). Dopo aver ricordato le principali difficoltà che si incontrano nella realizzazione di un buon potenziometro a corrente alternata ed i principi su cui si basano gli apparecchi del genere, già in uso, l'A. descrive il nuovo apparecchio nel quale, sostanzialmente, sono riuniti due ordinari potenziometri percorsi da due correnti alternate in quadratura di fase, cosicchè si vengono a determinare contemporaneamente le due componenti ortogonali della d. d. p. da misurare, la quale viene opposta, nel circuito del galvanometro

(a vibrazione) a due frazioni regolabili a piacere delle due tensioni in quadratura disponibili lungo i due potenziometri.

Il principio non è nuovo: il potenziometro descritto rientra nella categoria dei metodi di opposizione per correnti alternate detti a « coordinate cartesiane », e già usati da altri, a scopi didattici (Kennelly) o per ricerche speciali. Si veggia per es., lo schema della fig. 11 a pag. 170 dell'*Elettrotecnica* del 15 marzo 1921. E però la prima volta che il principio viene applicato ad un potenziometro d'uso generale; quelli finora costruiti erano del tipo a coordinate polari, in cui cioè si individuava la f. e. m. da misurare determinandone ampiezza e fase.



Fi. 1.

La fig. 1 mostra l'insieme del nuovo apparecchio di cui la fig. 2 dà lo schema. Come si vede i due potenziometri sono alimentati dalle fasi di un sistema bifase. Uno di essi è in serie con un milliamperometro di tipo elettrodinamico il quale serve per la taratura, da farsi con corrente continua a mezzo di una pila campione, come d'ordinario, e per la regolazione della corrente I_1 . La corrente I_2 nel secondo potenziometro viene poi riferita in valore e fase a quella I_1 del primo mediante una mutua induzione, il cui primario, in serie col circuito del secondo potenziometro è percorso dalla I_2 e nel cui secondario si genera una f. e. m. $E = \omega M I_2$ rigorosamente in quadratura con la I_2 . Tale f. e. m. dovrebbe pertanto potere essere esattamente equilibrata da una frazione della tensione disponibile sul primo potenziometro. Se la cosa non è possibile vuol dire che le due correnti I_1 e I_2 non

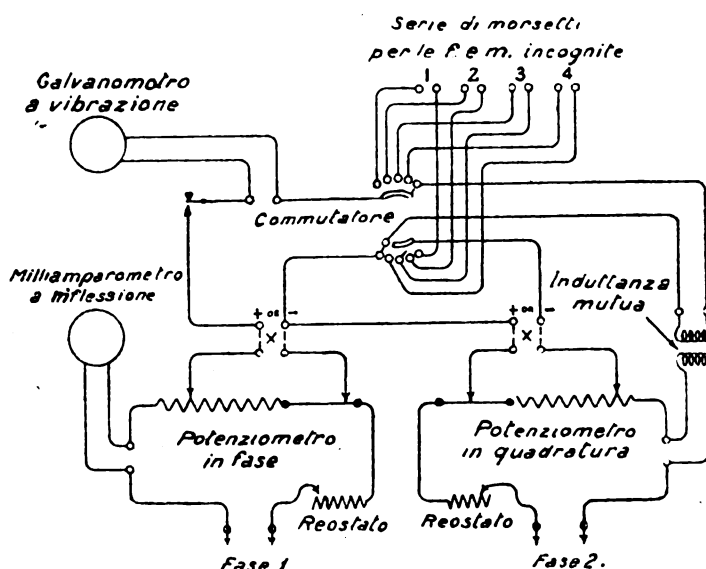


Fig. 2.

sono esattamente in quadratura; e l'errore di quadratura può naturalmente essere determinato vedendo quale valore della tensione del secondo potenziometro è necessario di introdurre nel circuito galvanometrico per ridurre a zero il galvanometro. Lo stesso procedimento, noti il valore M della mutua induttanza e la frequenza, permette di misurare, e quindi di regolare, il valore della I_1 .

L'A. indica le formule pratiche per correggere i risultati delle misure per il caso, che sarà in pratica il più frequente, nel quale le due correnti non risultino in perfetta quadratura e per il caso in cui la frequenza si scosti dal valore per cui il potenziometro è stato tarato.

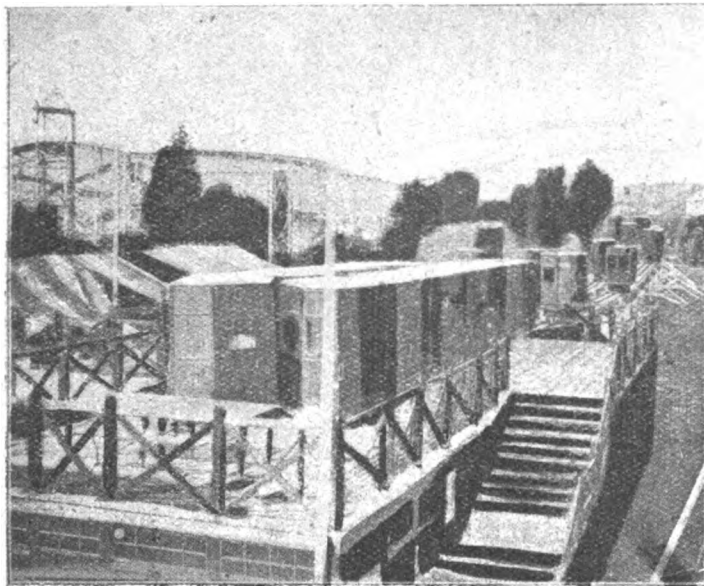
NOTE E QUESTIONI ECONOMICHE, FINANZ., POLITICHE.

Possibilità di esportazione in Cina. — Secondo notizie pervenute al Ministro della Economia Nazionale, attualmente vi sarebbe sul mercato cinese la possibilità di collocare largamente materiale elettrico di uso domestico (ventilatori, apparecchi per riscaldamento, ecc.).

I cinesi cominciano a fare, su vasta scala, uso della corrente elettrica nelle sue varie applicazioni, così che si prevede che in detta Nazione vi sarà sempre maggiore richiesta del materiale di cui si tratta.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Nuovo sistema di trasporto passeggeri. — È stato inaugurato, nello scorso settembre, a Southend-on-Sea, in Inghilterra, il cosiddetto sistema «never stop» (mai fermo), per trasporto di passeggeri, che assicurerebbe grande economia e rapidità, poichè elimina freni, segnali e manovratori, non richiede rimesse importanti, non causa rumori, scarichi di gas, ecc., non soffre soste per la nebbia, non costringe all'attesa per nessun motivo. Può applicarsi in vari modi, come, per es., in sopraelevazione (vedi figura), nella grandi città dove



gli altri mezzi sotterranei, superficiali o sopraelevati sono poco convenienti per motivi di costo, ingombro, rumore o pericolo. Il sistema comprende un binario a linea chiusa, e una serie di vetture indipendenti, mosse mediante un albero a vite senza fine, disposto fra le due rotaie, e che, azionato da motori disposti ogni 400 m, gira a velocità costante; però, essendo a questa legata la velocità delle vetture, per ottenere i rallentamenti nelle stazioni, il passo della vite vi è ridotto al minimo, mentre, lungo la strada, è di sei o otto volte maggiore; nei tratti di collegamento, il passo è intermedio, per dare le opportune accelerazioni o ritardazioni. I supporti dell'albero, a sfere, consumano un minimo di energia; in totale, infatti, al sistema occorre, per posto-km, un quarto in kW, di quanto occorre ai treni elettrici.

Questo sistema può applicarsi, con opportuni dispositivi, anche a strade in pendenza o con curve. Per queste, per es., agli estremi del tratto rettilineo sono dei semicircoli di piccolo raggio mediante i quali le vetture, d'impegnate dall'estremo finale di un tratto di spirale, sono passate all'estremo iniziale del successivo. Sono più di dieci anni che di questa novità era stata lanciata l'idea, ma solo ora gli inventori, W. J. Lewis e A. O. Edwards, sono riusciti a realizzarla, mediante la società Never Stop Transit Ltd di Londra. *e. m. a.*

*

L'elettrotrazione in Francia. — Sulle linee ferroviarie francesi s'ha della Paris-Lyon-Méditerranée che della Paris-Orléans, si sviluppa sempre più la trazione elettrica; così, nella seconda, si prepara l'elettificazione per l'anno in corso, sui tratti Paris-Brive, St. Sulpice-Gannat e Brive-Clermont, lunghi complessivamente km 9,5. L'energia sarà fornita in parte dalla grande centrale termica di Gennevilliers e in parte dalle centrali idroelettriche del Sud, di cui tre appartenenti alle ferrovie stesse. La corrente trifase, trasmessa a 90 000 e 150 000 volt, è convertita in continua a 1500 volt. In qualche tratto di traffico pesante, si installerà anche la terza rotaia. Sono stati già ordinati 700 locomotori merci, della potenza di 1115 kW e del peso di 60 tonn., e 80 automotrici da 700 kW; sono anche in prova cinque locomotori sperimentali ad alta velocità. *e. m. a.*

VARIE.

Inaugurazione del ricordo ad Augusto Righi. — Domenica 20 gennaio venne inaugurato a Bologna, nel piccolo giardino dell'Istituto di Fisica, un monumento in bronzo, elevato per spontanee sottoscrizioni cittadine ad Augusto Righi.

Alla cerimonia, riuscita austera e solenne parteciparono tre Ministri: S. E. Gentile, S. E. Corbino e S. E. Oviglio. Erano presenti tutte le autorità civili e militari ed il Cardinale di Bologna Mons. Nasalli Rocca. Moltissimi professori e liberi docenti universitari, il nostro Presidente generale Prof. Sartori, senatori e deputati. Numerose le adesioni fra le quali quella di S. M. il Re e di tutti i membri del Governo.

Parlarono l'on. Loero, Presidente del Comitato cittadino per onorare la memoria di Augusto Righi; il Rettore Magnifico prof. Sfamini, il Sindaco prof. Puppini. Il prof. Majorana che successe al Righi nella cattedra, rievocò quindi tutta l'attività scientifica del grande fisico e propose che i lavori del Righi che formano sette grossi volumi ed ora sono sparsi in gran parte in Atti Accademici, siano raccolti e ristampati si da formare un monumento durevole alla portata di tutto il mondo scientifico.

Per ultimo parlò il Ministro dell'Istruzione Gentile in nome del Governo unendo la sua parola all'inno elevato alla grande gloria italiana.

Venne quindi inaugurato il monumento, opera pregevole del professor Borghesani al quale furono rivolti meriti elogi.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Creata in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

La sera del 31 gennaio ebbe luogo presso questa Sezione la prima delle annunciate sedute che si ricollegano ai lavori dell'ultima Conferenza internazionale di Parigi sulle linee ad altissima tensione. Riferirono: l'Ing. Carcano sul gruppo di memorie relative ai «Problemi di esercizio dei grandi impianti» e l'Ing. Dalla Verde su quello riguardante la «Marcia in parallelo delle centrali e problemi affini». L'uditorio numeroso seguì con interesse le lucide esposizioni, al termine delle quali il presidente Semenza, dopo aver messo in rilievo le conclusioni più salienti dei due gruppi di memorie, invitò i presenti ad esprimere su quelle i loro giudizi e le loro osservazioni. Si avviò così un'animata ed interessante discussione alla quale parteciparono oltre al Presidente Semenza ed ai relatori Ingg. Carcano e Dalla Verde, anche gli Ingg. Manfredi, Dott. Sacchetto, Campos e Passerini ed altri.

Daremo in seguito il resoconto completo della discussione. La prossima seduta avrà luogo la sera di venerdì 8 febbraio.

*

SEZIONE DI BOLOGNA.

Con riferimento alla notizia data in Cronaca, diamo qui l'elenco dei sottoscrittori per le onoranze ad Augusto Righi.

Sezione di Bologna L. 1000, Muzzarelli ing. Ferruccio 25, Dal Fiume ing. Ugo 25, Fiorini ing. Gaetano 50, Società Tramvie a Vapore Bologna-Pieve di Cento-Malalbergo 150, Siboni ing. Eugenio 50, Barattini ing. Mario 40, Deputazione Consorzio Idraulico 2.° Circondario di Ferrara 100, Ingg. Marietti e Finzi 50, Romagnoli ing. Tito 25, Sartori prof. Giuseppe 50, Armaroli Armando 10, Lucini Angelo 50, Grandi ing. Antonio 25, Buini ing. Aldo 25, Luderghani ing. Paolo 10, Amministrazione Provincia di Parma 100, Barattini cavalier uff. ing. Alberto 50, Silva comm. ing. Angelo 50, Mariani ing. Enrico 50, Masetti Zanini co. ing. Antonio 50, Masetti Zannini dott. Alessandro 20, Silvestri ing. Giovanni 100, Rinaldo comm. ing. Rinaldo 50, Bonetti ing. Pietro 50, Somaini ing. Giacomo 50, Zucchi Alberto 20, Ferri ing. Ivo 50, Ferrari ing. Camillo 25, Rutoli Eugenio 10, Bonifica Crevalcore Persiceto 200, Senatore Giacomo Ferri 100, Biso ing. Pilade 25, Calzoni ing. Adolfo 25, Calzoni ing. Alfredo 25, Filippetti ing. Luigi 50, Buresti Raffaello 20, Levi ing. Giorgio 50, Bonifica Renana 500, Premoli ing. Eugenio 50, Palagi ing. Torquato 20, Bernardi ing. Antonio 15, Grassi Francesco 10, Gaiani ing. Augusto 5, Tramvie di Bologna 100, Donini Paolo 10, Gramigna ing. Ormisda 25, Regazzoni Carlo 50, Zaccari Ernesto 25, Siliprandi Pietro 50, Azienda elettrica Com. di Salsomaggiore 25, Gulminelli ing. Giuseppe 50, Fanelli ing. Pietro 25, Dalla Noce ing. Antonio 50, Scarani Enrico di Raffaele 10, Montanari Rodolfo 10, Gandolfi prof. Archimede 35, Cricca ing. Pier Felice 50, Chailly ing. Vittorio 50, Giorgi ing. Alfredo 10, De Angeli ing. Renato 50, Mancini Giuseppe 20, De Pierantonio Agostino 10, Supino ing. Giulio 25, Pierantonio Alfredo 5, Viviani ing. Ferruccio 10, Toni Giuseppe 5, Zanella Giovanni 10, Carnevali ing. Francesco 25, Colombo Arnaldo 10, Ruffi ing. Pasquale 25, Benevelli ing. Giuseppe 50, Munarini ing. Giovanni 20, Finzi ing. Rinaldo 50, Redaelli Ulderico 15, Candi ing. Gino 30, Aziende elettriche Munic. di Modena 100, Officine Calzoni e Parenti 100, Serrazanetti ing. Ugo 10, Coop. di Consumo di Elettricità, Persiceto 200, Forni Adone 50, Tomesani avv. Dante 50, Brizzalara ing. Carlo 15, Interessi maturati a tutto il 2 novembre 1923 L. 105; Totale L. 5000, Somma precedente L. 54.457,80 — Totale complessivo L. 59.457,80.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

E' GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Energia reattiva e tarifficazione.

Singolare davvero anche la storia di questo problema, per il quale a periodi di vivo interesse e di vivace discussione si alternano lunghi silenzi. Da qualche tempo tuttavia la questione sembra entrata nella sua fase risolutiva e sulle riviste tecniche francesi, svizzere, tedesche, nord-americane compaiono frequentemente studi e notizie sulle tariffe che tengono in qualche modo conto della energia reattiva e sugli strumenti più opportuni per applicarle.

La Francia — alla cui letteratura tecnica appartengono forse gli studi più organici e più razionali sull'argomento — si è messa decisamente alla testa del movimento, tanto che ai suoi esercenti è fatto obbligo per legge di tener conto, nelle loro tariffe, del fattore di potenza degli utenti. Fissato, come nella Svizzera, il criterio di misurare direttamente l'energia reattiva, si è sviluppata notevolmente la costruzione degli speciali contatori a ciò necessari, e si discute già, sulle riviste, dei pregi e dei difetti dei vari tipi di apparecchi introdotti nell'uso. In Italia invece il problema fu trattato forse prima che altrove: quando, se ben ricordiamo, verso il 1907 si cominciò a discutere del « carico complesso Arnò » solo in Svizzera si era già avuto qualche vago accenno alla questione. Ma, in seguito, assai poco si è fatto di organico: e si ricorderà come anzi nel Congresso di Milano del 1922, qualcuno fra i più autorizzati rappresentanti dei nostri esercenti si sia dichiarato recisamente contrario ad ogni nuova complicazione di tariffe. Ciononostante, già più d'una delle nostre maggiori Società distributrici hanno cominciato a tener conto dell'energia reattiva nelle loro tariffe, ma non si può dire che i criteri perciò adottati siano sempre molto razionali e sarebbe augurabile che anche da noi il problema fosse studiato da un punto di vista un po' generale. È noto infatti, ed è stato anche più volte ricordato sul nostro giornale, come il problema debba necessariamente essere risolto per approssimazione, tanto nello stabilire la legge generale della tariffa, quanto nel procedimento seguito per la sua applicazione; e poichè le variabili del problema sono numerosissime, ben si comprende come possano fiorire le più disparate proposte al riguardo.

Oggi l'Ing. FRACANZANI, nel testo di una sua comunicazione alla Sezione di Bologna, ci espone i procedimenti adottati dal gruppo delle Società del Veneto. Per via di successive semplificazioni approssimative il Fracanzani trova, in sostanza, che si deve fatturare, oltre all'energia reale, una frazione α della differenza fra la energia reattiva effettivamente prelevata dall'utente e quella a cui egli avrebbe diritto in relazione ad un fattore di potenza assunto come base; e che tale frazione α è sensibilmente rappresentata dal rapporto medio fra le perdite nel rame inerenti alla distribuzione e la potenza distribuita: in altre parole rappresenta α la perdita percentuale per effetto Joule. Da questa premessa, passando all'applicazione, trova il Fracanzani che si possono introdurre ulteriori semplificazioni e che, nel caso di carico trifase equilibrato, basta in definitiva un solo contatore monofase inserito sul ponte più carico per applicare la tariffa con sufficiente approssimazione. Il risultato — a cui era giunto anche l'Ing. Righi nel citato Congresso di Milano — appare senza dubbio seducente; ma qualche riserva sembra più che opportuna data la condizione di carico equilibrato ch'esso presuppone. E ciò tanto più in quanto è stato dimostrato ⁽¹⁾ che qualsiasi forma di tariffa, e quindi anche quella adottata dal Fracanzani, può

essere con buona approssimazione applicata anche con carico squilibrato senza bisogno di alcun speciale apparecchio.

Ora è certo che dello squilibrio del carico non si può in generale prescindere costituendo esso un fattore che, in molti casi, può influire sulle perdite ohmiche e sull'impegno del macchinario in modo altrettanto gravoso che il fattore di potenza. E speriamo di aver presto occasione di ritornare sull'argomento, che è stato oggetto di studi profondi da parte dei tecnici americani e che merita di essere meglio conosciuto anche da noi.

La trazione elettrica in Italia ed all'estero.

Dopo un lungo periodo di silenzio siamo oggi condotti ad occuparci nuovamente della questione elettroferroviaria da uno scritto del collega MARCO SEMENZA il quale getta un appassionato grido d'allarme, sullo sviluppo delle nostre elettrificazioni. Senza entrare nel merito della questione e quand'anche non si condividano le opinioni del Collega nostro sulla questione del sistema, non si può negare l'importanza grande di molte delle sue osservazioni sulle quali ci pare doveroso richiamare l'attenzione dei lettori. Il Semenza comincia col riassumere lo sviluppo dell'elettrificazione ferroviaria nei vari paesi in questi ultimi tempi e lo mette a confronto col non molto che nello stesso tempo si è fatto da noi, nonostante le precise deliberazioni del Consiglio Superiore delle Acque. Non è il caso di ricordare qui le cagioni di questo stato di cose, fra l'altro non tutte dipendenti dalla volontà degli uomini (la terribile crisi di magra del 1921-22 ebbe anch'essa una ben grave influenza sul rallentamento delle nostre elettrificazioni); ma è certo che, da un punto di vista superiore e completamente oggettivo, sarebbe stato assai utile un più rapido svolgimento dei due esperimenti deliberati appunto dal Consiglio Superiore. Invece, mentre per l'esperimento del nuovo sistema trifase a frequenza industriale sono pronti i primi dei ventotto locomotori ordinati dall'Amministrazione ferroviaria, (e la consueta riservatezza delle nostre FF. SS. ci ha costretto a cercare notizie in una rivista Svizzera) per l'elettrificazione a corrente continua sulla Benevento-Foggia, solo ora i progetti sembrano entrare nella fase esecutiva. Con tutto ciò è indiscutibile che, come nota il Collega, le condizioni di fatto siano oggi notevolmente diverse da quelle che nel 1920, giustificavano il voto del Consiglio Superiore, e tali da consigliare una revisione generale della situazione. Soprattutto è impressionante il fatto che tutti i principali Paesi hanno ormai formulato un loro preciso programma e cominciano ad attuarlo alacramente: dalla Svizzera che sviluppa con rapidità meravigliosa le sue elettrificazioni monofasi, alla Francia che ha intrapreso su larga scala la sua elettrificazione a corrente continua, e non ha esitato a trasformare le linee già diversamente elettrificate. Si veggia in proposito l'interessante articolo del Bachellery più avanti riassunto, il quale mette bene in luce una quantità di economie accessorie conseguibili colla trazione elettrica e generalmente trascurate nei confronti con la trazione a vapore. È dunque evidente che si è ormai generalmente riconosciuta la convenienza economica della elettrificazione, anche da parte dei Paesi che non sono come il nostro, così poveri di combustibili, e noi pensiamo sia dovere d'ogni italiano fare opera perchè l'elettrificazione delle nostre ferrovie sia rapidamente sviluppata, senza esagerazioni, ma anche senza eccessivi timori e restrizioni.

In secondo luogo è certo che, se non molto si è fatto in questi ultimi tempi, si deve però essere raccolto un prezioso materiale sperimentale anche nei riguardi della trazione trifase, cosicchè un sereno e spassionato esame della questione

⁽¹⁾ Vedasi *L'Elettrotecnica*, 5 giugno 1918, pag. 214.

del sistema potrebbe oggi appoggiarsi su basi ben più solide che non alcuni anni or sono. Noi pensiamo, col Semenza, che l'A.E.I. non dovrebbe disinteressarsi da un problema tecnico di così grande importanza nazionale e vogliamo augurarci che, in questo periodo di intenso rinnovamento di tanta parte della vita Italiana, si possa trovare il modo migliore di affrontare e di risolvere finalmente l'ormai antica questione.

LA REDAZIONE.

SULLA ENERGIA REATTIVA NELLA ECONOMIA GENERALE DELLA PRODUZIONE E DELLA DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA

G. FRACANZANI



Comunicazione alla Sezione di Bologna - 29 Novembre 1923

Premesse.

Quando si pensa che durante le gravi magre degli scorsi anni l'energia elettrica prodotta termicamente nel Veneto press'a poco equivaleva a quella perduta nella trasmissione e distribuzione in causa del troppo consumo di energia reattiva; quando si pensa che la trasmissione e distribuzione stessa ha bisogno di impianti di almeno il 25 % superiori a quelli relativi all'uso della energia con buon fattore di potenza; quando si pensa a questi fatti veramente si vede quale influenza abbia la energia reattiva nella economia generale del trasporto e della distribuzione della energia elettrica.

Proprio quattro anni fa annunciavo questi risultati in base a studi sugli elementi generali del Gruppo Società Adriatica di Elettricità, studi ai quali fui indotto dalla constatazione che nella gran maggioranza dei casi il fattore di potenza effettivo era ben lontano da quello che avrebbe dovuto essere, e anche da quello che presumevasi.

Questi primi studi furono sintetizzati nella formula così detta del 60 %, per la quale la influenza del fattore di potenza, misurata in energia reale, è per ben il 60 % della variazione del fattore di potenza da quello considerato come base.

Questa valutazione naturalmente si tradusse in valutazione economica, nel senso che a chi funzionasse con peggiore fattore di potenza di quello che razionalmente corrispondeva a buon uso della energia, più venisse a costare l'energia stessa, e ciò allo scopo che ciascuno facesse la massima economia di energia reattiva. Così che se sotto un punto di vista particolare si concorreva a rendere minimo il costo della energia utilizzata, sotto un punto di vista più generale si cercava che l'Azienda Elettrica potesse disporre il più largamente sia di energia che di impianti, per sopperire il più largamente possibile all'incalzare delle richieste, nell'immediato dopo guerra difficilmente accettabili per ogni sorta di difficoltà.

Ma queste belle parole trovarono spesso indifferenza e diffidenza quando servirono a semplice consiglio, e netta ostilità quando entrarono nella applicazione.

Era pertanto necessario un serio studio che relativamente ai nostri impianti, e in generale, chiarisse nella sua essenza tecnica quanto una formula approssimativa sintetizzava, e delle basi e dei risultati di questo studio vorrò rapidamente parlare.

Relazioni fondamentali.

Come ho accennato da principio, sono due gli elementi economici su cui principalmente influisce la energia reattiva: perdite ohmiche da una parte, e dall'altra impegno di impianto, cioè quota di impianto necessaria a trasmettere e a distribuire una data potenza.

Considerando le perdite ohmiche di una linea (le quali ovviamente variano col quadrato della corrente) in relazione alla energia reattiva trasmessa in più o in meno dalla linea stessa rispetto quella che dovrebbe trasmettere alle condizioni assunte come base, e indicando con W_j' detta energia reattiva; con K il rapporto tra essa e quella relativa alle condizioni base; con $\cos \varphi$ il fattore di potenza e P le perdite ohmiche corrispondenti a dette condizioni, si ricava che:

la maggiore o minore perdita di energia nella linea sarà

$$+ 2 \sin \varphi \cos \varphi W_j' P \left(1 \pm \frac{K}{2} \right)$$

Ma poichè i fattori di potenza degli impianti non compensati nella pratica restano sempre compresi tra 0,6 e 0,8, così la relazione detta si riduce praticamente alla

$$+ W_j' P \left(1 + \frac{K}{2} \right)$$

Per quanto riguarda invece la determinazione della variazione dell'impegno di impianto, cioè dei kVA necessari alla trasmissione e distribuzione di una certa potenza secondo i vari $\cos \varphi$, le relazioni nella ipotesi fatta non vengono immediate non solo, ma anche non possono esprimersi esattamente in quel modo semplice che le renda atte alla applicazione industriale. Possiamo però esprimere la variazione che ci interessa in questa forma che rappresenta la variazione principale:

$$\pm \sin \varphi P_j' \left(1 \pm \frac{K}{n} \right)$$

nella quale con P_j' abbiamo indicata la potenza reattiva trasmessa in più o in meno, e con n un coefficiente opportuno, il quale in prima approssimazione è 2.

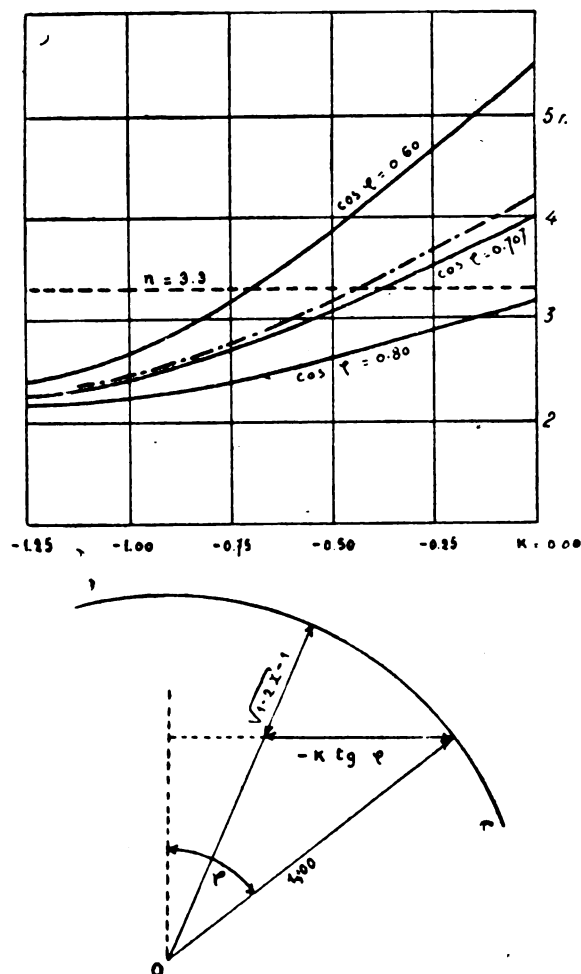


Fig. 1. — Aumento della potenzialità distributiva in kVA e valori esatti di n per vari $\cos \varphi$ e per K da 0.00 a -1,25.

Il diagramma 1 dà i valori esatti di n corrispondentemente ai casi più comuni.

Ma nella pratica principalmente interessa sapere quanti kW si possono distribuire in più o in meno in seguito alla minore o maggiore distribuzione della potenza reattiva P_j' , kW che naturalmente dobbiamo considerare distribuiti allo stesso fattore di potenza medio dell'impianto. E con ipotesi e procedimenti del tutto analoghi a quelli prima accennati, moltiplicando per $\cos \varphi$ la relazione precedente, si ricava che questa maggiore o minore potenzialità distribuita in kW è esprimibile dalla

$$\pm 0,5 P_j' \left(1 \pm \frac{K}{n} \right)$$

nella quale naturalmente n ha un valore diverso che nel caso precedente, come mostra il diagramma 2, ma che in prima approssimazione è ancora 2.

I diagrammi stessi mostrano anche come, e specialmente per forniture considerevoli di potenza reattiva, il valore mediamente più esatto, nell'uno e nell'altro caso, sia 3,3.

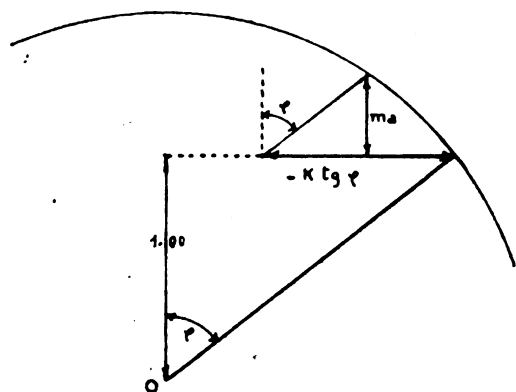
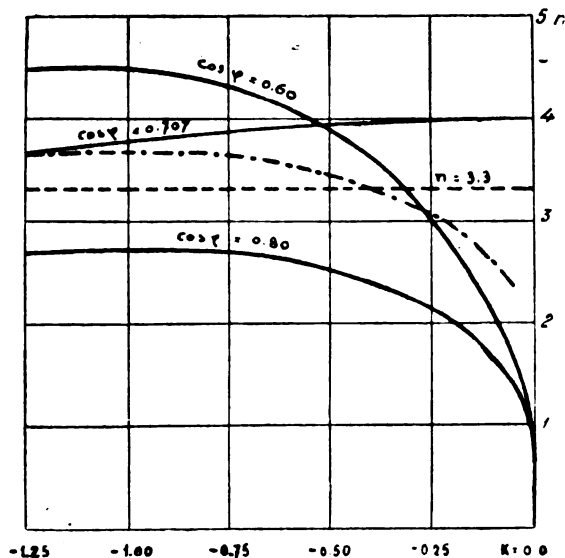


Fig. 2. — Aumento della potenzialità distributiva in kW e valori esatti di n per vari $\cos \varphi$ e per K da 0,00 a -1,25.

Ma dobbiamo ben tenere presente che la disponibilità di impianto è un bene che non si può accumulare, così che non ha alcuna importanza pratica rendere disponibile per un certo tempo una certa quota di impianto se proprio corrispondentemente a quel tempo non è utilizzata, ed è pertanto sempre opportuno fare affidamento su benefici medi alquanto minori, e per contro su danni medi alquanto maggiori. E questo consiglia adottare per n il valore 2, il che anche semplifica le calcolazioni.

L'errore in ogni modo è piccolo perchè nei comuni casi è piccolo il termine $\frac{K}{2}$, cioè è piccola la variazione generale prodotta dall'apparato che si considera, anche se di per sè abbastanza grande, e ciò per la grandezza degli attuali impianti elettrici.

Anzi dobbiamo aggiungere che appunto perchè nei normali casi è piccolo il termine $\frac{K}{2}$, così tutto quanto abbiamo visto relativamente a una sola linea di trasmissione possiamo riferirlo a un intero impianto di trasmissione e distribuzione di energia, colla sola avvertenza di considerare eventualmente il valore di K rispetto l'impianto di distribuzione locale.

Possiamo così ottenere due espressioni del tutto simili le quali servono in tutti i casi della pratica corrente, e possiamo anche far apparire in esse le perdite che nella macchina che produce la variazione di trasmissione di potenza reattiva si hanno per questo fatto. Esprimendo queste con p relativamente a detta energia o potenza reattiva, si avrà:

$$\text{variazione delle perdite ohmiche} = \pm W'_j \left(1 \pm \frac{K}{2} \right) P - p \text{ kW}$$

$$\text{» dell'impegno di impianto} = \pm P'_j \left(1 \pm \frac{K}{2} \right) P - p \text{ kW}$$

*

Ora dobbiamo osservare che queste espressioni si riferiscono agli elementi economici fondamentali delle forniture della energia elettrica. Infatti nei moderni impianti il costo di produzione della energia è presso che indipendente dalla intensità della richiesta, e per contro il costo di trasmissione e distribuzione della energia è presso che indipendente dall'ammontare complessivo dei kW trasmessi, mentre che invece deve essere proporzionato alla massima richiesta.

Così la tarifficazione più semplice della energia elettrica dovrebbe essere binomia, e cioè un compenso annuo C proporzionato al massimo prelievo in kVA (e cioè in kW con certo fattore di potenza), e un compenso c_1 per ciascuno kWO fornito, nel quale quindi alla energia direttamente consegnata alla utenza è considerata appartenere la quota P di perdite dalle centrali alla consegna.

Ne risulterebbero così due compensi distinti, ai quali quindi si potrebbero applicare senz'altro le espressioni prima trovate, aggiungendo cioè ai kWO consegnati all'utenza quelli consumati in maggiori perdite per cattivo fattore di potenza, e ai kW massimi prelevati dalla utenza quelli ulteriormente impegnati in causa di cattivo fattore di potenza.

Ma nella pratica invece, per varie ragioni che interessano sia la Azienda Elettrica che l'utenza, al prezzo unitario c_1 di produzione del kWO (tenuto conto delle normali perdite) è aggiunto il prezzo unitario di distribuzione di essa, ottenuto dividendo il prezzo annuo c di distribuzione del kW alle caratteristiche basi per le ore h durante le quali detta potenza si presume utilizzata, risultandone nel complesso un prezzo unitario $c = c_1 + \frac{C}{h}$. Appare così la convenienza di fare altrettanto per le variazioni dovute alla energia reattiva, conglobandole tra loro e facendo in modo che a ciascun kWO sia attribuita la sua quota di aumento o sconto che gli spetta.

Allora con facili considerazioni vediamo che dalle espressioni trovate precedentemente l'aumento a sconto sulla fornitura sarà dato dalla

$$\pm c W'_j \left(1 \pm \frac{K}{2} \right) P'$$

nella quale il valore di P' , che per la sua natura possiamo anche chiamare *perdita equivalente*, è dato dalla

$$P' = \frac{0,5 \frac{C}{h} + c_1 P}{\frac{C}{h} + c_1}$$

Notiamo allora che il termine

$$W'_j \left(1 \pm \frac{K}{2} \right) P'$$

possiamo considerarlo come una effettiva variazione di quella energia il cui prezzo unitario complessivo è c .

Siamo così arrivati ad una espressione che ben ci serve. Prima però di farne le pratiche applicazioni, soffermiamoci un momento sulle perdite equivalenti P' , e precisamente sugli elementi da cui dipendono.

Esprimendo P' in funzione del rapporto Kc tra il prezzo di distribuzione del kW e il costo di produzione del kWO, si ricava

$$P' = \frac{0,5 Kc + Ph}{Kc + h}$$

Il rapporto Kc tra il costo di distribuzione del kW e il costo di produzione del kWO è una costante economica dipendente dalla natura degli impianti. Sarà tanto più grande quanto più sono lunghe le linee di trasmissione e rarefatta la distribuzione. Mediamente per gli impianti del Veneto potrà essere valutata da 3000 a 5000.

Le perdite ohmiche P potranno variare dal 20 al 40 % della energia consegnata. Mediamente potranno valutarsi il 30 %.

L'elemento che varia meno sarà in generale la utilizzazione annua h , che mediamente potrà valutarsi su poco più di un migliaio di ore.

Ora in base a questi tre elementi di caso in caso potrà scegliersi il valore di P' che più corrisponde allo scopo, e i diagrammi 3 e 4 ne mostrano i valori corrispondentemente a vari

casi. Ma da essi ben si vede come nelle condizioni medie prima dette di fatto il valore delle perdite equivalenti P' vari di ben poco, e da questo fatto e dal suo particolare valore ne trarremo gran vantaggio nelle applicazioni, di cui accennerò le fondamentali.

Solo prima di parlare di queste mi preme far rilevare come in ogni caso possa farsi una valutazione quanto desiderabile completa ed esatta della influenza della energia reattiva, per quanto nella generalità dei casi giovi sacrificare qualche cosa di precisione pur di avere nel complesso espressioni le quali si prestino, e in sè e per gli apparecchi di cui nella pratica hanno bisogno, a una facile generale applicazione.

Applicazioni.

L'applicazione principale delle leggi trovate si ha nella tarifficazione della forza motrice, e credo anche utile soffermarmi particolarmente sulla tarifficazione poichè riesce più chiaro il meccanismo di tutto il sistema.

Base di tutta la tarifficazione pratica, anche relativamente ai mezzi per attuarla, è la espressione ultimamente trovata

$$\pm W_j' \left(1 + \frac{K}{2}\right) P'$$

nella quale appunto trascuriamo il termine che rappresenta la perdita dovuta alla fornitura della energia reattiva W_j' , poichè questa perdita è energia reale che, anche nei casi dove è sensibile, resta conglobata coll'altra energia reale fornita alla utenza.

Osservando ora la espressione citata vediamo in essa comparire un segno più e un segno meno. Ciò rappresenta i due casi, di aumento o di sconto.

Se il fattore di potenza base è fissato in modo razionale, è cioè corrispondente a buon uso di buon macchinario giustamente proporzionato allo scopo, in generale dalla utenza si avrà solo richiesta maggiore di energia reattiva, perchè in generale il funzionamento effettivo è peggiore di quello corrispondente al buon uso detto.

Solo le utenze provviste di speciali macchinari potranno funzionare con fattore di potenza sensibilmente migliore.

Pertanto considereremo separatamente i due casi.

*

Le utenze comuni, la grande maggioranza cioè delle utenze, in generale saranno tanto piccole rispetto il complesso delle altre che il termine $\frac{K}{2}$ riesca del tutto trascurabile. Ed allora la influenza della maggiore energia reattiva, richiesta in più di quella corrispondente alle condizioni base, può essere misurata in energia reale semplicemente dalla

$$W_j' P'$$

E qui facciamo una breve parentesi.

Sappiamo che la perdita equivalente P' risulta dalla somma ponderale di due elementi distinti: perdite ohmiche e impegno di impianto.

Ora: per quanto riguarda le perdite ohmiche la espressione trovata ci dice che:

« la eccedenza di richiesta di energia reattiva conduce « ad una maggiore dissipazione di energia reale nelle linee misurate dal prodotto di detta eccedenza di energia reattiva per « la percentuale media delle perdite ohmiche nella trasmissione »;

e per quanto riguarda l'impegno di impianto essa ci dice che:

« la eccedenza di potenza reattiva richiesta è equivalente « a un maggiore impegno di impianto pari alla metà circa di « detta eccedenza ».

Così abbiamo chiarito anche il significato fisico della espressione.

Nella espressione $W_j' P'$ detta ciò che bisogna di volta in volta conoscere è la energia reattiva consegnata in più. Vediamo come sia facile non solo misurarla ma anche conglobare la sua influenza colla energia reale fornita a ciascuna utenza.

Ricordiamo che misurando la energia trifase con due contatori monofasi nella inserzione Aron, e tenendo presente che per la forza motrice il carico deve essere equilibrato — e se non lo è si deve ridurlo equilibrato —, indicando con A e con B le registrazioni rispettivamente del contatore inserito sulla fase

detta maggiore ($\varphi - 30^\circ$) e di quello sulla fase detta minore ($\varphi + 30^\circ$), si ha:

$$\text{energia reale} = A + B$$

$$\text{energia reattiva} = \sqrt{3} (A - B)$$

Ma poichè la fornitura è considerata relativa a un certo fattore di potenza $\cos \varphi_0$, naturalmente con ciò si è considerato che assieme alla energia reale ($A+B$) sia fornita, e computata nel prezzo base, la energia reattiva

$$\text{tg } \varphi_0 (A+B)$$

Allora si vede che la eccedenza di energia reattiva fornita sarà data dalla

$$A (\sqrt{3} - \text{tg } \varphi_0) - B (\sqrt{3} + \text{tg } \varphi_0)$$

e conseguentemente la energia totale da fatturare, e cioè sia quella reale che quella equivalente alla energia reattiva di eccedenza, sarà

$$A (1 + P' (\sqrt{3} - \text{tg } \varphi_0)) + B (1 - P' (\sqrt{3} + \text{tg } \varphi_0))$$

È noto che nei casi comuni B è piccolo di fronte ad A . Ma il coefficiente che lo moltiplica nella valutazione ora fatta lo rende ancora più piccolo. Se lo volessimo sopprimere addirittura, senza errore nelle condizioni base, dovrebbe essere

$$P' = \frac{1}{\sqrt{3} + \text{tg } \varphi_0}$$

Faccio ora notare che per i fattori di potenza $\cos \varphi_0$ che si hanno nella buona pratica, e per esempio da 0,75 a 0,85,

il termine $\frac{1}{\sqrt{3} + \text{tg } \varphi_0}$ non solo varia poco ma è proprio dell'ordine delle perdite equivalenti P' che abbiamo visto corrispondere ai casi medi della pratica, come si vede dai diagrammi 3, 4 e 5.

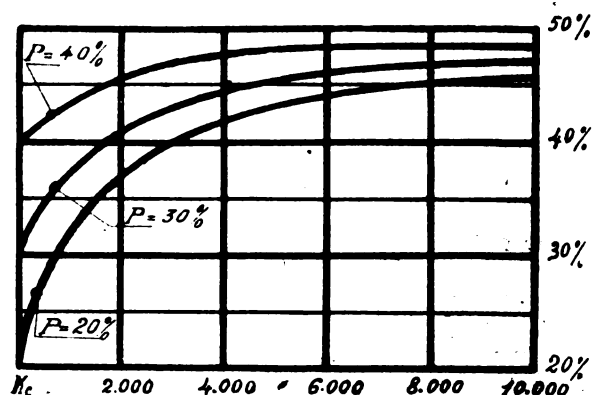


Fig. 3. — Perdite equivalenti P' per vari P e K_c relative ad $h = 1.500$ ora.

Ne viene che con grande vantaggio pratico, pur mantenendo buona approssimazione, possiamo prescindere dalle registrazioni della fase minore purchè moltiplichiamo le registrazioni della fase maggiore pel coefficiente

$$\frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{3} + \text{tg } \varphi_0}$$

il quale non è altro che l'unità più il rapporto tra la fase minore e la fase maggiore corrispondente al fattore di potenza base.

Ed ecco che con un solo contatore monofase inserito sulla fase maggiore si può avere la misura completa nel modo più razionale possibile.

Mi preme richiamare l'attenzione su questo che certamente rappresenta un risultato della massima importanza pratica, e ciò non solo per la semplicità del sistema in se di tarifficazione e misura, ma anche perchè se su un'altra fase invece di inserire il contatore monofase in modo normale si inserisce in modo equivalente al primo, si avrà anche il controllo. Si avranno cioè due apparecchi che daranno praticamente identica registrazione solo se tutto va bene.

Spesso, e particolarmente per le piccole utenze, converrà avere un terzo contatore monofase, il quale mediante una spina può essere o una terza fase maggiore, o una fase mi-

nore (schema 6). E questo sistema svelerà incredibili cose, specie per le minori utenze.

Naturalmente per grandi utenze, e con fornitura sull'alta tensione è più consigliabile un'altra installazione, nella quale a due contatori monofasi nella inserzione Aron sono aggiunti due contatori colle tensioni scambiate, i quali cioè funzionano da contatori di energia reattiva.

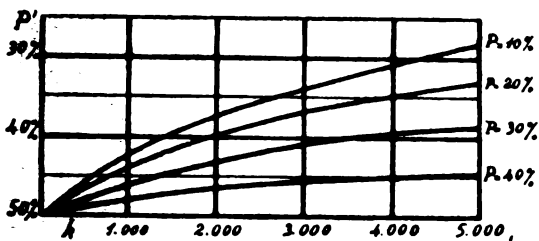


Fig. 4. — Perdite equivalenti P' per vari P e h relative a $K_c = 4.000$.

Indicando con c e c' le registrazioni di detti contatori, a parte il segno e per carico equilibrato dovrà essere

$$\text{energia reattiva} = \sqrt{3} c = \sqrt{3} c'$$

e per quanto prima detto dovrà essere

$$c = c' = A - B$$

Questo sistema quindi assicura la misurazione anche nel caso che si guasti qualche trasformatore. Più probabile è il guasto nei trasformatori di tensione, e pertanto nella eventuale semplificazione si dovrà eliminare il contatore in quadratura alimentato dalla tensione della fase maggiore, come lo mostra lo schema 7.

*

Ed ora dobbiamo parlare di quelle utenze che possono funzionare in anticipo.

Queste naturalmente saranno grandi, almeno in generale, perchè i macchinari speciali sono già costosi non solo, ma il loro rendimento effettivo non può essere buono che per macchine piuttosto grandi.

D'altra parte la Azienda Elettrica non può lasciare all'arbitrio di queste utenze la eccitazione per i pericoli e i danni che ne deriverebbero alla distribuzione.

Così il valore di K non potrà essere piccolo.

Queste utenze poi per la loro particolare importanza saranno meno eccentriche, almeno nel senso che saranno alimentate da linee più dirette, e quindi con perdite sensibilmente minori che per le altre.

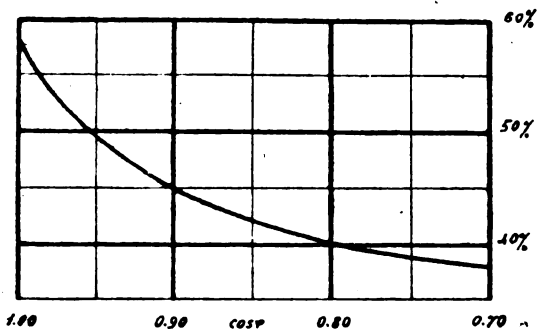


Fig. 5. — Valori di $\frac{1}{\sqrt{3} + \operatorname{tg} \varphi}$ per vari $\cos \varphi$.

Infine dobbiamo pensare che l'utile derivante dal funzionamento in anticipo è un utile che ha luogo solo se vi sono le due parti: utenza speciale dall'una e Azienda Elettrica dall'altra. Perciò è ovvio pensare che questo utile diretto debba essere diviso, e per esempio per metà.

Allora, tenendo conto di tutto: « la energia reattiva fornita all'impianto elettrico, o comunque richiesta in meno » dalle reti, può essere valutata in ragione media del 15 %.

Ponendo quindi nelle relazioni prima trovate $P' = 15\%$ possiamo senz'altro ricavare i coefficienti per i quali dobbiamo moltiplicare le registrazioni dei due contatori monofasi nella inserzione Aron per praticare razionalmente un giusto abbuono sulla energia fornita.

Come installazione di misura può assumersi quella tipica sull'alta tensione. Solo che sarà opportuno mettere il contatore monofase A con indicatore di massima, così che moltiplicando le indicazioni per il solito coefficiente della fase unica maggiore si potrà senz'altro decidere se, anche una volta sola, la eccitazione fu sbagliata, cioè l'impegno di impianto non fu tenuto basso come dovevasi.

Sconti per funzionamento migliore del contrattuale e fino all'unità potranno essere accordati anche ai minori utenti, favorendo così giustamente i nuovi motori costruiti allo scopo, i quali certamente concorrono a migliorare all'origine il male e con mezzi diretti, ed auguriamoci di vederne molti in funzione.

Solo che, particolarmente con compensazioni con condensatori, vi può essere un funzionamento poco o nulla utile, il quale potrebbe far apparire invece buon fattore di potenza medio. E questo si potrebbe ottenere con funzionamento cattivo durante le ore di carico, artificialmente poi compensato a vuoto da fornitura di energia reattiva. Ma questo può essere svelato e sventato con facili computi da una opportuna installazione (schema 8), nella quale vi è un contatore in quadratura (Q) con cricco d'arresto, che funziona solo per corrente in anticipo.

*

E prima di chiudere questo cenno sulla pratica tarifficazione e misura dirò due parole sulla misura sulla bassa tensione con riferimento all'alta, problema di evidente importanza pratica.

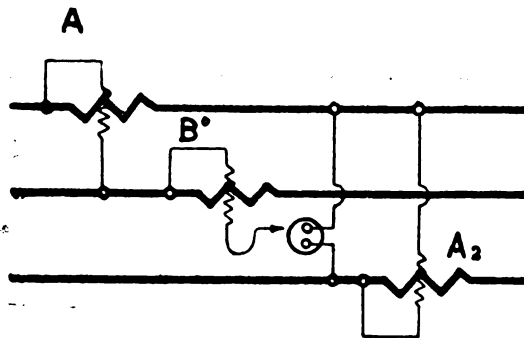


Fig. 6. — Installazione di misura per piccole utenze forza. A ; A_2 contatori monofasi colla tensione $a + 30^\circ$ rispetto la corrente; B contatore monofase colla tensione $a \pm 30^\circ$ rispetto la corrente a $\cos \varphi = 1$.

Se noi facciamo una misura sulla bassa tensione mentre che la consegna è sull'alta, dobbiamo tenere presente che il trasformatore, che fa da intermediario, non solo consuma della energia reale, ma anche, e principalmente, richiede notevole quantità di energia reattiva.

Ora poichè la energia reattiva, come più volte accennato, equivale mediamente al 45 % di energia reale, si vede facilmente che anche per trasformatori grandi le perdite equivalenti aggiunte alle perdite nel ferro sono di gran lunga preponderanti su quelle medie nel rame, considerate mediamente queste a $3/4$ di carico, e quindi a parità di tensione o frequenza, la somma di queste varie perdite rimane pressochè indipendente dalle variazioni di carico del trasformatore.

Questo ci suggerisce un modo semplicissimo di misura. Infatti se mettiamo in derivazione sul secondario un contatore che misuri il consumo di una resistenza tarata, o un contatore a induzione, variando le ristrazioni di questi presso che col quadrato della tensione, cioè presso che colla stessa legge colla quale varia la energia reattiva e le perdite nel ferro del trasformatore, otteniamo una misurazione la quale con più che sufficiente approssimazione tiene conto della complessa influenza del trasformatore, tanto più nociva, a parità di perdite, quanto maggiore è la energia reattiva da esso richiesto.

*

Non credo il caso di dare ulteriori dettagli sulle misurazioni, le quali colla applicazione delle leggi trovate sulla energia reattiva sono riuscite più semplici ed organiche.

I contatori risultano sempre molti. Ma la pratica ha dimostrato necessario garantire il più possibile le misure, particolarmente le più importanti, da ogni errore — quasi esclusivamente in danno della Azienda Elettrica —, e pertanto furono

studiati e messi in pratica questi sistemi di controllo di cui ho parlato e molti altri analoghi corrispondenti alle varie esigenze, sistemi ai quali dobbiamo riconoscere un merito di ordine generale: quello di averci fatto pensare seriamente alla energia reattiva, nell'interesse generale della trasmissione e distribuzione.

*

Un'altra importantissima applicazione pratica delle relazioni generali da principio esposte si ha nello studio e nella

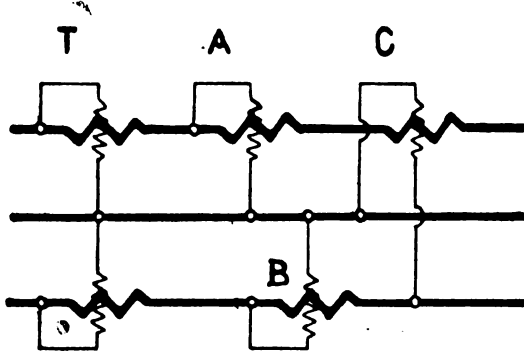


Fig. 7. — Installazione di misura per grandi utenze. T=contatore trifase, eventualmente a doppia tariffa o con indicatore di massima; A e B contatori monofasi colla tensione $\alpha+30^\circ$ e -30° rispetto la corrente; C contatore monofase colla tensione a 90° a $\cos \varphi=1$.

misura del miglioramento del fattore di potenza dovuto a particolari dispositivi.

Principalmente a sincroni funzionanti a vuoto.

I sincroni sono i maggiori ripieghi ai quali si possa ricorrere, e per l'esame dei quali, richiamandoci a quanto in principio si è detto, ci serviamo della relazione generale che misura il beneficio dovuto alla fornitura di energia reattiva.

$$W_j' (P' (1 + \frac{K}{n}) + p)$$

Principalmente nella pratica interessa conoscere quale sia il sincro di massima convenienza.

E se questa convenienza la ricerchiamo solo nel lato tecnico, e cioè relativamente alla diminuzione delle perdite ohmiche e dell'impegno di impianto considerate in sé, senza preoccuparci dei costi, allora derivando la espressione generale si trova che il sincro di massima convenienza, indicando con W_j la totale energia reattiva richiesta dalle utenze, è

$$W_{j_0} = W_j \frac{n}{2} \frac{P' - p}{P'}$$

il cui corrispondente beneficio è

$$W_0 = W_j \frac{n}{2} \frac{(P' - p)^2}{P'}$$

nelle quali a P' possiamo sostituire sia le perdite ohmiche quando ci interessa conoscere solo il risparmio di energia reale,

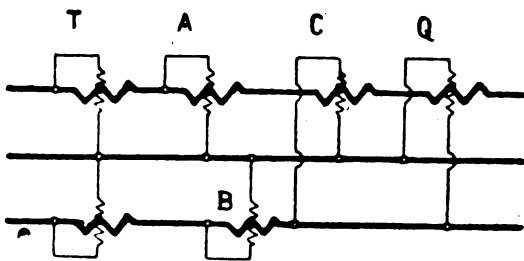


Fig. 8. — Installazione di misura per grandi utenze alle quali non è concesso funzionare in anticipo. Contatori T; A; B e C come nella fig. 7; Q contatore inserito come il C ma colla tensione invertita e provvisto di cricco per la marcia indietro.

sia invece il fattore 0,50 quando ci interessa conoscere l'impegno di impianto risparmiato. Tanto nell'uno che nell'altro caso si vede l'importanza delle perdite proprie P del sincro.

Se invece volessimo tenere conto complessivo dell'uno e dell'altro elemento, siccome il legame tra essi è solo econo-

omico, così converrà fare esclusivamente la determinazione della massima convenienza economica.

La convenienza economica può derivare principalmente dal fatto che, a parità di altre condizioni, colle stesse linee e collo stesso carico in kVA sia si può fornire a terzi la energia risparmiata nelle perdite e sia si può trasmettere gratis dell'altra energia, per la quale quindi si risparmia la maggiore delle spese.

Dalle espressioni precedenti si ricava allora che la grandezza di massima convenienza del sincro è data dalla

$$W_{j_0} = W_j \frac{n}{2} \left(\frac{P' - p}{P'} - \frac{c_j}{c P' (1 - P)} \right)$$

il cui corrispondente beneficio è dato dalla

$$c W_0' = W_j \frac{n}{2} \frac{c}{P' (1 - P)} \left[(P' - p) (1 - P) - \frac{c_j}{c} \right]^2$$

nelle quali sono indicati con c e c_j rispettivamente i prezzi unitari del kWh di energia reale e del kWh di energia reattiva.

Nei riguardi di P osserviamo che per i sincroni di Aziende Elettriche dobbiamo supporre un 3000 ore annue di funzionamento e perdite nelle linee dell'ordine del 20 % poichè i sincroni saranno molto grandi e inseriti in cabine di primaria importanza per le quali le perdite medie non saranno molto differenti dal 20 %. Per i sincroni invece di utenti, dovremo intanto svalutare di metà il beneficio corrispondente alla diminuzione di impegno di impianto, e ciò per tener conto

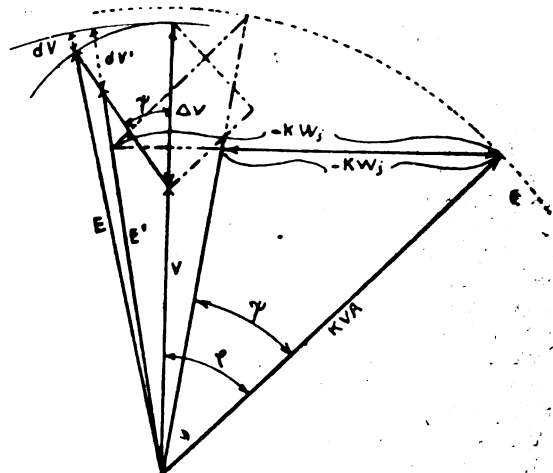


Fig. 9. — Aumenti dV e dV' di tensione in arrivo a tensione in partenza costante mantenendo costanti i kVA e fornendo la potenza reattiva kW, con sincro di estremità.

anche del fatto che uno scatto fortuito provoca un pericoloso aumento istantaneo di carico. D'altra parte invece dovremo sopporre perdite del 25 % perchè tali sincroni saranno più eccentrici e per l'utilizzazione considerare 1500 ore. Quindi in complessivo, le perdite P' per sincroni dell'Azienda Elettrica saranno prossimamente del 35 % mentre quelli di una utenza saranno del 25 %.

Dobbiamo osservare ora che sia la grandezza di massima convenienza dei sincroni sia i benefici ad essi corrispondenti sono proporzionali ad n , cosicchè è sempre facile passare da una valutazione approssimata ad una valutazione esatta quanto si vuole, bastando in una prima calcolazione porre per semplicità $n = 2$, e poi sostituirvi il valore più appropriato, come può essere ricavato dal diagramma 2.

*

Ho prima accennato ai sistemi di miglioramento con condensatori — che in generale non credo attualmente convenienti per l'alto prezzo — e agli autosincroni e simili macchinari i quali hanno anche il vantaggio di creare un beneficio diretto, e non essere un ripiego.

Possiamo poi considerare come mezzo diretto di miglioramento anche l'uso di *tensione ridotta* durante il minor carico. Se, per esempio, in un impianto di piccoli motori mettiamo una doppia linea per esempio a 220 volt per il carico maggiore, e a 180 dal mezzo carico in giù, otteniamo in un modo sem-

plicissimo un sistema pratico di miglioramento che ha dato risultati veramente considerevoli, perfino con motori grandi.

Tutti questi sistemi di miglioramento sono favoriti dalla tarifficazione accennata, e in generale dalla valutazione fatta della influenza della energia reattiva.

*

Ho detto che il ricorrere a grandi sincroni di compensazione del fattore di potenza è un ripiego in grande stile, ma ripiego.

Voglio ricredermi poichè i sincroni grandi opportunamente disposti e governati possono avere un ben importante ufficio, il quale esula bensì da una valutazione economica, ma rappresenta una condizione spesso vitale per molte distribuzioni. E certamente sarebbe grave il problema della regolazione della tensione con sincroni se fosse in antitesi coi benefici sui quali prima ci siamo soffermati.

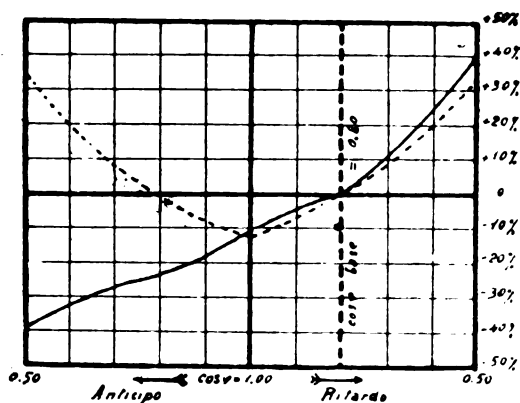


Fig. 10. — Aumenti (+) e sconti (—) in % calcolati colla formula del 60% (---) e colle nuove formule (—).

Ma invece dato lo spostamento di fase medio degli impianti (che si mantiene sul 0,7, senza compensazioni speciali) e dato che le caratteristiche medie delle linee sono tali che le cadute di tensione ohmiche sono presso che eguali a quelle induttive, ne deriva che proprio se ad un aumento di carico reale si fa corrispondente aumento di energia reattiva di compensazione, in modo che il carico in kVA rimanga costante, a parità di tensione in partenza e, per quanto detto, a parità di caduta di tensione, si ha che la tensione in arrivo cresce col crescere del carico, perchè appunto la caduta di tensione si sposta di quanto si sposta la corrente principale dello sfasamento originario, come vedesi dal diagramma 9.

Conclusione.

Ho fatto anche questo cenno per completare il quadro, così che nel complesso risulti come lo studio fatto sulla energia reattiva il quale ha perfettamente confermata la formula empirica del 60 % fino a $\cos \varphi = 1$ (vedi fig. 10), nell'intervallo cioè di uso comune e la sua applicazione pratica confortata dai risultati ottenuti, sia un tutto per quanto possibile armonico, diretto al massimo risparmio in ogni singola fornitura, diretto alla massima utilizzazione delle naturali risorse della nostra terra, e al minimo impiego di capitale di distribuzione, così che il costo stesso della energia risulta un minimo e più grande ne sia la applicazione.

Elenco dei fabbricanti in Italia ... di macchinario e materiali elettrici ...

L'Ufficio Centrale sta preparando la 3^a edizione dell'elenco, del quale pervengono continue richieste da parte di Ministeri, Enti pubblici, Camere di commercio, Consolati, ecc. È quindi interesse di tutte le Ditte costruttrici in Italia di essere incluse in questa vera Guida dell'industria elettrotecnica nazionale.

Gli interessati sono pregati di rivolgersi direttamente all'Ufficio Centrale (Via S. Paolo 10 - Milano (9)).

LA TRAZIONE ELETTRICA FERROVIARIA IN ITALIA E ALL'ESTERO

MARCO SEMENZA

Nel dopo guerra il movimento per la elettrificazione delle linee ferroviarie andò estendendosi largamente in tutti i paesi del mondo, cominciando con un periodo attivissimo di studi e di progetti iniziatisi fin dal 1919-1920. In questi ultimi due anni in molti paesi i progetti vanno trasformandosi in realtà e l'anno testè chiuso ha segnato un grande sviluppo negli impianti di trazione elettrica in tutto il mondo.

In Italia, per quanto riguarda la F.S., si è messo in funzione, dopo molti anni di lavoro, il tratto Ronco-Torino che ha completato la linea Genova-Novì e si è terminato e messo in servizio il tratto Voghera-Novì colle diramazioni Tortona-Arquata e Tortona-Alessandria. Gli impianti nuovi sono quindi essenzialmente limitati a questi ultimi tronchi, in totale chilometri 82 a doppio binario, perchè la Torino-Ronco era già pronta da tempo, almeno negli impianti fissi, e la messa in funzione ne è stata ritardata dalla mancanza di locomotori.

Continuano poi i lavori per il tratto a corrente trifase a frequenza industriale (45 periodi) Roma-Avezzano, recentemente prolungato fino a Sulmona.

Quanto alle ferrovie private lo sviluppo nelle elettrificazioni non è stato molto rilevante, riducendosi ad una sola linea, la Locarno-Domodossola, a corrente continua a 2.400 V, che è stata messa in funzione pochi mesi fa. Vi sono in corso di elettrificazione altre due linee, la Sangritana, da S. Vito a Lanciano e Castel di Sangro con diramazioni e la Circumvesiana, entrambe a corrente continua a 2.400 volt, ed entro il 1924 dovranno entrambe funzionare.

All'estero lo sviluppo è stato notevole, e si annuncia ancora più esteso nell'anno 1924. La Svizzera, perseguendo tenacemente e incessantemente il suo scopo ha messo in funzione nel 1923 il tronco Arth-Goldau-Zurigo completando così la linea del Gottardo che funziona in pieno già da oltre due anni, e sta lavorando attivamente alla Lucerna-Basilea e alla S. Maurice-Losanna. Sono pure incominciati i lavori della Zurigo-Berna, così che fra pochi anni tutte le principali linee di comunicazione della Svizzera saranno elettriche (1500 km. sui 3.500 che la rete delle F.F. possiede complessivamente). A queste ferrovie di stato si aggiungono le linee sovvenzionate del Bernese che sono pure state in buona parte elettrificate e le ferrovie Retiche completamente esercite elettricamente da poco più di un anno.

In Francia si è iniziato il movimento di elettrificazione che è stato oggetto di studi profondi negli anni che immediatamente seguirono la guerra. La prima ad adottare le decisioni prese d'accordo fra le grandi reti (corrente continua 1500 e 3000 V.) è stata la Compagnie des Chemins de Fer du Midi, che ha sostituito la corrente monofase impiegata sulle sue linee di montagna da una decina d'anni, colla corrente continua (1). Sono stati messi in prova ultimamente, appunto sulle linee del Midi, alcuni dei vari tipi di locomotori ordinati, a titolo di esperimento, dalla Ferrovia d'Orléans e dalla P.L.M. che stanno elettrificando alcune delle loro principali linee per uno sviluppo di parecchie centinaia di km.

In Austria, dopo il completamento della linea dell'Aarlborg (monofase 16 2/3 periodi) non mi consta che vi siano altri lavori in corso. Così pure in Germania, dal qual paese giungono scarse notizie. In ogni modo i tedeschi hanno deciso di seguire il sistema monofase a bassa frequenza già impiegato da molto tempo su alcune linee importanti. Lo stesso sistema è impiegato largamente in Svezia, che durante lo scorso anno ha spinto fortemente i lavori della Göteborg-Stoccolma, di oltre 450 km. di lunghezza, forse la principale linea della penisola Scandinava.

In Inghilterra non risulta per ora che ci siano altre elettrificazioni in corso oltre l'estensione della London e Brighton (monofase a 25 periodi) per quanto si sia deciso unanimemente fra Governo e Società Ferroviarie di elettrificare le grandi reti a corrente continua ad alta tensione.

(1) Vedasi più avanti, in questo numero, una interessante relazione dell'Ing. Bachellery, ingegnere capo del Midi, su questa elettrificazione. (N. d. R.).

L'Olanda ha pure deciso la sostituzione del monofase già in uso su varie linee, colla corrente continua ad alta tensione che è stata anche adottata dal Belgio per le sue ferrovie di Stato.

Fuori d'Europa si è iniziato un grande esempio di elettrificazione a corrente continua a 3.000 volt sulle linee del Sud Africa, con circa km. 120 di linea in corso di elettrificazione, mentre nel Sud America si è messa in funzione la Ferrovia Paulista nello Stato di S. Paulo in Brasile, e si sta lavorando alla elettrificazione delle ferrovie Cilene, tanto la prima che le ultime a corrente continua 3.000 volt. Lo stesso sistema si sta impiegando nella trasformazione in elettrica della ferrovia Vera-Cruz a Città del Messico, ferrovia che per le sue eccezionali pendenze rappresenta uno dei casi più tipici di elettrificazione.

Negli Stati Uniti il movimento verso la trazione elettrica, in seguito alla crisi dei trasporti, sembra aver subito una stasi, forse più apparente che reale, e non si annuncia che la estensione della elettrificazione della Norfolk e Western collo stesso sistema monotrifase usato finora e con locomotori di straordinario peso e potenza, giustificati entrambi dalla necessità di effettuare pesantissimi treni per trasporto minerali.

Infine anche nel lontano Giappone si sono iniziate le prime elettrificazioni di carattere ferroviario, a corrente continua a 1500 volt.

Di quasi tutti questi impianti i lettori di « Elettrotecnica » hanno avuto notizie, sia pure sommarie, dai riassunti di articoli descrittivi esteri, mentre degli impianti italiani ben poco si sa perchè mancano pubblicazioni al riguardo ⁽²⁾.

*

Se si esamina ora lo stato attuale dello sviluppo delle ferrovie elettriche nel mondo, quale risulta dalle notizie sopra riportate, possiamo dedurre nuovamente una constatazione semplice, già fatta infinite altre volte, ma che non per questo perde della sua attualità e del suo valore: non c'è nessuno al mondo che applichi il trifase se non le F.S. italiane; tutte le ferrovie principali estere impiegano o la corrente continua, o la monofase. Il monotrifase della N. & W. rappresenta un caso isolato, che è tale anche sotto ogni punto di vista, poichè non trova riscontro in nessuna altra ferrovia del mondo per il peso enorme dei treni e la loro limitata velocità.

In altre parole nessun'altra amministrazione ferroviaria ha creduto di adottare il motore che è meno adatto al servizio di trazione, cioè il motore trifase ad induzione. Ciò, nonostante l'esempio italiano risalga al 1902, sia conosciutissimo e sia stato studiato esaurientemente con frequenti visite in posto dalle varie ferrovie estere prima di prendere le loro decisioni in fatto di elettrificazione.

Questa constatazione con qualunque spirito si esamini fa riflettere. E fa riflettere in modo speciale perchè gli anni passano rapidamente e mentre tutto il resto del mondo ha scelto la sua strada e la segue ormai con ogni possibile slancio, da noi, per quanto molti siano persuasi che la strada segnata fin qui non è la giusta, tutto rimane quasi sospeso in attesa del futuro, senza che nulla si faccia, o assai poco.

Quali sono le cause di questa incertezza che toglie ogni possibilità di rapido adattamento alle moderne correnti della tecnica ferroviaria ed elettrica?

È molto difficile indagare su questo argomento. Certo che da loro parte le F. S., legate agli impianti esistenti e vincolate dal voto del C.S.A. del 1920, non hanno libertà di azione e poca forza viva, anche perchè il valoroso personale di cui dispongono è, come in ogni pubblica amministrazione, assai scarso e sovraccarico di mansioni diverse. Dall'altra parte bisogna riconoscere che anche nel mondo dei tecnici all'infuori delle ferrovie, il problema interessa poco: vi è verso quel che riguarda la trazione elettrica un senso generalizzato di sfiducia, e anche un po' di persuasione che ogni sforzo che si tenti per mutare l'andamento attuale in quel campo deve ritenersi a priori compiuto in pura perdita: la conseguenza, tratta dal più logico utilitarismo, è quella di non far niente. Ecco perchè le voci di chi si occupa del grave problema cadono per lo più inascoltate, ed ecco perchè chi ritiene proprio dovere, per la sua coscienza d'italiano, per la sua conoscenza del problema, per il suo profondo convincimento, di mantenere nel

pubblico tecnico viva la questione, deve fronteggiare oltre le difficoltà gravi che risultano dalla mancanza di informazioni dirette e dalla forzata apatia delle ferrovie, anche quelle, talvolta ancora più gravi, che provengono dalla indifferenza e dalla sfiducia dei lettori e dalla persuasione che molto bisognerà battere per poter farsi udire.

*

Da un altro punto di vista generale occorre affrontare la questione, perchè se è vero che regna una qualche incertezza sulla via da seguire e se è vero che gli impianti nuovi vanno molto a rilento, è pur vero che a tratti, dopo lunghi periodi di silenzio, si hanno notizie di decisioni prese e di nuovi lavori incominciati che sorprendendo il pubblico tecnico creano nuove situazioni acquisite a vantaggio del passato e pregiudicano sempre di più lo sviluppo avvenire economico e logico degli impianti di trazione elettrica.

E qui bisogna ritornare indietro di qualche anno.

Dopo gli esperimenti iniziali del 1902 sulle Valtellinesi e sulle Varesine e dopo il passaggio delle ferrovie allo Stato si sono attesi dieci anni prima di estendere la trazione elettrica ai Giovi e alla Savona-Ceva (1912-1914); poi durante la guerra furono completati il Cenisio, la Savona-Genova e la Torino-Pinerolo, e solo nel 1923 fu messo in servizio il tratto Torino-Ronco.

Nel 1920, quando il C. S. A. prese in esame la questione in seguito sia alla discussione al Congresso di Trento del 1919, sia soprattutto in vista dei progressi effettuati all'estero da altri sistemi di trazione (monofase e corrente continua), la situazione era press'a poco la seguente:

Linee trifasi a 16 periodi in servizio:

| | | |
|---|---------|---------------------|
| Bussoleno-Modane e diramazione a Susa | Km. 69 | Gruppo Torinese |
| Torino-Pinerolo | » 38 | |
| Savona-Ceva | Km. 46 | Gruppo Genovese |
| Ronco-Genova | » 28 | |
| Ronco - Sampierdarena (via Busalla) | » 24 | |
| Sampierdarena-Savona | » 40 | |
| Monza-Lecco-Sondrio | Km. 118 | Gruppo Valtellinese |
| Colico-Chiavenna | » 27 | |

Totale Km. 390

Linee trifasi a 16 periodi in corso di lavoro:

| | |
|--------------------------|---------|
| Ronco-Torino | Km. 138 |
| Torino-Bussoleno | » 46 |

Totale Km. 184

Linee trifasi a 16 periodi con progetto esecutivo già pronto.

| |
|---------------------------------------|
| Firenze-Bologna (via Pistoia) Km. 133 |
| Genova-Spezia-Pisa » 165 |

Totale Km. 298

Inoltre era progettato un esperimento con trifase a frequenza industriale sulle linee Roma-Anzio e Roma-Avezzano, e si era adombrata l'idea di un esperimento a corrente continua ad alta tensione sulla linea Benevento-Foggia; quest'ultimo veduto allora con una certa diffidenza da parte delle F. S.

Allora all'estero l'estensione delle elettrificazioni ferroviarie, per quanto larga, era ancora recente e le applicazioni del sistema a corrente continua si erano effettuate principalmente in America, in condizioni di traffico assai diverse dalle nostre, mentre in Europa si avevano, in Svizzera, in Germania ed in Isvezia, notevoli applicazioni del sistema monofase.

Date queste circostanze il voto della seconda Sezione del Consiglio Superiore delle Acque ⁽³⁾, che qui riporto per esteso, non poteva concludere diversamente da quello che ha fatto.

Se si esaminano attentamente le motivazioni di quel voto, si nota anzi che esso precorreva i tempi, e faceva nettamente

⁽³⁾ La Sezione 2^a del Consiglio Superiore delle Acque presi in esame e discussi tutti gli elementi raccolti circa la questione del sistema da adottarsi per la trazione elettrica nelle ferrovie italiane:

ritenuto che per la constatata mancanza di dati positivi su alcuni elementi essenziali di giudizio non è possibile allo stato attuale di

⁽²⁾ Vedasi in cronaca una nota tratta dalla R. B. B. relativa alla prova di elettrificazione trifase a 45 per, sulla Roma-Avezzano-Sulmona. (N. d. R.).

prevedere l'eventualità che il sistema a corrente continua dovesse prevalere per le sue caratteristiche tecniche sul trifase.

D'altra parte in esso si faceva chiaramente comprendere che solo perchè occorre la massima rapidità nell'esecuzione del programma di elettrificazione trifase già predisposto dalle F. S., si adottava la soluzione che il Sen. Mengarini chiamò salomonica, della separazione delle zone dei due sistemi lungo la Pisa-Firenze-Faenza, mentre ogni ulteriore indagine, compresa quella della possibile sostituzione del trifase con la corrente continua sulle linee già elettrificate, avrebbe ritardato lo sviluppo già progettato e che era urgente venisse effettuato.

In altre parole la preoccupazione del Consiglio Superiore era quella di elettrificare al più presto: meglio una linea trifase che mantenerla a vapore in attesa di altri studi.

Ma un'altra preoccupazione era evidente e cioè quella di non pregiudicare in nessun modo l'avvenire e limitare perciò le applicazioni del trifase ad una zona che non costituisse una presa di posizione sul futuro.

Date queste premesse, e tenuto conto della quasi preconcetta ostilità per gli impianti con altri sistemi che era allora chiarissima da parte degli uffici delle F. S., il voto del Consiglio Superiore delle Acque fu, a quel tempo, giustamente salutato come un primo riconoscimento dell'importanza che avevano preso le applicazioni di altri sistemi e chi sperava da ciò una forte economia negli impianti di trazione e quindi una migliore difesa del bilancio dello Stato, si rallegrò intimamente del voto esplicito che assicurava l'inizio delle elettrificazioni a corrente continua ad alta tensione sulla Benevento-Foggia.

La separazione in zone dell'Italia ferroviaria era stata già intaccata dallo stesso voto del C. S. A. che autorizzava l'espe-

concludere in modo sicuro per l'assoluta e indiscutibile prevalenza di uno sugli altri sistemi;

ritenuto che in questa particolare situazione nella quale si presenta in linea astratta la scelta di un sistema acquistano importanza prevalente altre considerazioni aventi un carattere quasi pregiudiziale delle quali alcune sono specialissime del nostro Paese;

considerando: che per la notevole rete elettrificata a sistema trifase nella regione ligure piemontese non sarebbe giustificata la trasformazione in un sistema diverso e che per imprescindibili esigenze, militari e per ragioni di esercizio ferroviario qualsiasi sistema deve avere una zona di applicazione convenientemente estesa ed organica;

ritenuto che, indipendentemente da considerazioni tecniche e di costo, relative ai vari sistemi si impone ora la necessità di procedere con la maggiore possibile rapidità alla trasformazione in trazione elettrica della trazione a vapore e che tale rapidità di trasformazione può ottenersi più facilmente intensificando l'impiego dell'attuale sistema in una zona che non pregiudichi l'avvenire;

considerato che d'altra parte la valentia ben nota dai tecnici dell'Amministrazione delle Ferrovie affida sicuramente del pieno successo che essi raggiungeranno rivolgendosi i loro studi anche all'elettrificazione di linee col sistema a corrente continua;

ritenuto che gravi difficoltà non si oppongono in principio alla coesistenza in Italia di due sistemi, purché abbiano ciascuna una zona larga ed esclusiva di impiego e che siano convenientemente scelte le località di collegamento;

ritenuto che limitando il sistema da adottare a quello attuale trifase con la eventuale variante dell'impiego della frequenza industriale, e al sistema a corrente continua, si assicura da un canto la rapidità desiderata nell'esecuzione mentre si lascia aperta la possibilità di trarre profitto in avvenire dei miglioramenti che certamente si verificheranno nel sistema a corrente continua per l'opera dei nostri tecnici e di quelli delle altre nazioni che l'hanno adottata;

considerando che la sollecita estensione del sistema trifase, mentre permetterà rilevante guadagno di tempo nell'esecuzione e quindi notevoli benefici finanziari, comprometterà sempre più il normale svolgimento delle comunicazioni telegrafiche e telefoniche; e che per tanto si impone l'adozione di tutti i provvedimenti necessari, caso per caso, ad assicurare a qualunque costo il regolare funzionamento di tale importante servizio, cosicché i due problemi vanno per ogni linea considerati e risolti insieme e senza malintesa parsimonia di mezzi;

esprime il parere;

1) che venga per ora proseguita ed intensificata l'estensione del sistema trifase attuale alla regione settentrionale d'Italia limitata alla trasversale Pisa-Firenze-Faenza, questa compresa;

2) che nella regione meridionale d'Italia si proceda all'elettrificazione con la corrente continua iniziando al più presto l'applicazione di questo sistema sulla Benevento-Foggia;

3) che si proceda subito a titolo di esperimento all'elettrificazione dei tratti Roma-Tivoli e Roma-Anzio con il sistema trifase a frequenza industriale;

4) che date, le limitate possibilità attuali di approvvigionamento di materiale e di macchinari, e le difficoltà di allargare rapidamente nella misura necessaria l'organizzazione degli uffici tecnici preposti alla elettrificazione, l'opera dell'Amministrazione ferroviaria si debba limitare in questa prima fase all'esecuzione intensiva dello abbastanza vasto programma suindicato.

rimento trifase a frequenza industriale su due linee situate nella zona riservata alla corrente continua, ma altre smentite doveva ricevere, dalla pratica attuazione, il voto stesso.

Oggi, a quasi quattro anni di distanza, si può constatare anzitutto che il rapido sviluppo della trazione elettrica che il C. S. A. temeva di ostacolare ponendo nettamente sul tappeto la questione del sistema, si è limitato, per varie cause, alla messa in esercizio della Torino-Ronco-Bussoleno, i cui impianti erano già in gran parte pronti fin dall'epoca del voto, e di poche altre diramazioni per un totale di 82 km., come abbiamo visto più sopra.

La Porrettana e la Genova-Spezia-Pisa sono in corso di lavoro, ma ancora all'inizio.

Conseguentemente una delle basi fondamentali del voto è completamente mancata. D'altra parte il movimento di elettrificazione all'estero si è andato estendendo in modo impressionante, ed esempi di grandi elettrificazioni ferroviarie si hanno ormai numerosi anche in Europa e vicinissimi a noi, come ad esempio il Gottardo ed il Midi.

Mentre lo sviluppo italiano è stato lentissimo in questi anni, si è però nell'intervallo verificato un fatto nuovo di grande importanza, e precisamente la messa in esercizio della Genova-Torino-Modane, completamente elettrica, che è in funzione ormai da un anno e che collega in un unico complesso gruppi di linee già elettrificate e disgiunte fra loro.

Infatti è la prima volta che una linea di oltre Km. 250 con molte diramazioni è in servizio elettrico completo col sistema trifase a 16 periodi. Su di essa quindi la percorrenza dei locomotori deve raggiungere senza difficoltà il limite normale compatibile col sistema e quindi deve essere possibile studiarne a fondo il funzionamento con paragoni da effettuarsi con le principali ferrovie estere elettriche, specialmente col l'impianto del Gottardo (*) vicinissimo alle nostre frontiere e che come lunghezza può essere preso a confronto, pur tenendo conto delle differenze di traffico, di pendenze, ecc.

Non si può nascondere l'importanza del fatto di poter ormai disporre per ogni indagine di una rete completa con caratteri vari, con grande traffico, con treni di tutti i pesi e di tutti i generi, esercita col trifase, mentre nel 1920 non si avevano che tronchi staccati di breve lunghezza e conseguentemente di esercizio difettoso e necessariamente più costoso.

Si noti, a questo proposito, che la mancanza di dati positivi e facilmente constatabili è esplicitamente indicata nel voto del C. S. A. come una delle ragioni per non affrontare a fondo la questione del sistema.

Per ciò che si riferisce agli esperimenti con nuovi sistemi contemplati nel voto del Consiglio Superiore delle Acque, mentre l'elettrificazione a 45 periodi della linea Roma-Sulmona è in avanzato lavoro di preparazione, e le F. S. hanno ordinato niente di meno che 28 locomotori di vari tipi per questo esperimento; (**) per la linea Benevento-Foggia, che il Consiglio Superiore delle Acque e le F. S. avevano di accordo prescelto fin dal 1920 per il primo impianto a corrente continua a 3000 volt, nessun lavoro è stato cominciato, nè nessuna ordinazione è stata passata. Sembra che solo ora, dopo quattro anni, i progetti siano pronti e che presto si passerà all'esecuzione, e ciò specialmente in grazia al particolare interesse posto a questo riguardo dall'Alto Commissario delle Ferrovie.

È noto che l'esperimento a 45 periodi è veramente la prova di un nuovo sistema, completamente nuovo in tutto il mondo (*) contro il quale valgono tutti gli argomenti già ripetutamente esposti contro il trifase a 16 periodi (**) col peggior-

(*) L'essere il Gottardo elettrificato con corrente monofase invece che a corrente continua non sposta che lievemente le basi di confronto e ciò perchè, come altre volte si è dimostrato, il motore monofase ha caratteristiche assai simili a quelle del motore a corrente continua.

(**) Si veda, a questo riguardo, nella descrizione dell'impianto del Midi contenuta nel presente numero, la cautela colla quale la Comp. ha effettuato prove preliminari su pochi locomotori di vari tipi prima di prescegliere quello da adottarsi e come analoghe cautele segua ora la Ferrovia d'Orleans.

(*) La Ferrovia trifase Burgdorf-Thun in Svizzera, che funziona da molti anni a 40 per. non costituisce un precedente sia per la tensione limitata (700 volt) sia per la piccola potenza dei locomotori.

(**) A suo tempo, nel 1902, quando la Ganz propose l'adozione del trifase per le Valtellinesi, non v'era nulla di meglio nel campo della trazione elettrica, per quanto chi esaminò spassionatamente il funzionamento della Milano-Varese che è stata eseguita nella stessa epoca, è tratto a concludere che dopo vent'anni di esperimento bisogna riconoscere che la corrente continua non solo non ha dato e non dà nessuna noia in confronto delle innumerevoli difficoltà d'esercizio del trifase, ma costa molto meno sia per la manutenzione della linea

ramento di dover ricorrere ad una tensione molto più elevata (8000/9000 volt) di quella usata a 16 periodi, per la linea di contatto. Il problema poi del locomotore è certamente assai complesso, e a suo tempo chi studiò il trifase a 16 periodi scelse appunto la bassa frequenza per evitare gli scogli della costruzione di un locomotore a frequenza industriale. In ogni modo, la difficoltà e le spese sono gravi, certamente molto più gravi che non quelle da incontrarsi in una prova con un sistema già conosciuto e sperimentato largamente altrove come quello a corrente continua ad alta tensione.

Nonostante queste ovvie riflessioni, e l'altra altrettanto ovvia che ove si volesse estender alle zone ora elettrificate a 16 periodi la trazione trifase a frequenza industriale, come sarebbe logica conseguenza d'un esperimento coronato da successo, si dovrebbe rifar tutto di sana pianta perchè buona parte degli impianti fissi e tutto il materiale mobile andrebbe cambiato tal quale come se si volesse adottare la corrente continua, ci si è lanciati in pieno in un esperimento di questo genere, trascurando finora l'altro a corrente continua, certamente meno costoso e meno rischioso che avrebbe posto, col suo successo, l'intero problema della trazione elettrica in Italia su basi più reali e soprattutto economicamente più sane.

Una riuscita, sia pure buona, dell'esperimento a frequenza industriale, non sposterebbe invece in nulla il nocciolo della questione, perchè si tratterebbe sempre di un sistema trifase con tutti o quasi tutti i difetti di quello a 16 periodi poichè se è vero che si eliminerebbero le sottostazioni di conversione da 42/50 a 16 periodi si dovrebbe in ogni modo pensare all'impianto di sottostazioni compensatrici del basso fattore di potenza, e regolatrici della tensione.

Una base nuova non si potrà avere, qualunque sia il risultato della prova a 45 periodi, se non quando fosse fatto un impianto a corrente continua o si prendessero senz'altro come

di contatto sia per quella dei locomotori e delle automotrici, pur avendo locomotori di potenza e treni di peso perfettamente paragonabili a quelli delle linee trifasi.

Se fosse possibile di avere un elenco delle spese fatte per la manutenzione e l'esercizio delle linee Valtellinesi e della Milano-Varese-Porto Ceresio, dall'inizio del funzionamento elettrico fino ad oggi, in confronto al movimento in tonn. km. delle due linee, si potrebbero certamente dedurre dati interessanti sui rispettivi costi dei due sistemi dopo un esercizio ventennale, e non v'ha dubbio che il confronto riuscirebbe favorevole alla corrente continua. E' vero che una osservazione verrebbe immediatamente fatta: quella del basso valore della tensione (700 V.) della terza rotaia, e quindi della vicinanza delle sottostazioni (11 km. medi).

E' già stato dimostrato che l'obiezione non ha valore perchè per assicurare un buon servizio col trifase a 16 per. occorre una sottostazione ogni 8-10 km. al massimo: le difficoltà che si incontrano sulla Ronco-Torino a causa della eccessiva distanza fra le sottostazioni e la conseguente caduta di tensione sono una riprova di quanto si è detto. Quanto alla tensione è noto che vi sono da molti anni in esercizio linee a terza rotaia a corrente continua 1500 Volt, e che funzionano altrettanto sicuramente e regolarmente di quello a 700 Volt, senza aumenti nelle spese di manutenzione e d'esercizio.

Allo stato attuale della tecnica il sistema a corrente continua a terza rotaia 1500 Volt, anche dal punto di vista delle sottostazioni, della densità del servizio e del peso dei treni è nettamente superiore al trifase a 3700 Volt.

E' necessario, d'altronde, tener presente un argomento che dal punto di vista ferroviario ha un valore preponderante: il servizio ferroviario richiede impianti eccessivamente robusti e sicuri in ogni caso; solo dopo anni ed anni di esercizio si può dire se un sistema di linea di contatto o di trazione elettrica sia adatto o no alle esigenze particolarmente delicate del servizio ferroviario. Impianti troppo sensibili o troppo soggetti a manutenzioni frequenti e conseguenti interruzioni di servizio; locomotori che passano più tempo in officina che in linea, sono elementi che il servizio ferroviario non può tollerare. I nostri servizi sono già deficienti a vapore, specialmente per quanto riguarda la velocità, i ritardi, la regolarità del servizio; il trasformarli in elettrici per mantenere ed anzi peggiorare le condizioni della trazione a vapore è un assurdo economico e pratico.

I danni causati poi dalle interruzioni del servizio sono gravissimi per il servizio ferroviario perchè scompigliano l'andamento dei treni, mandano a rotoli gli orari e tolgono potenzialità alla linea. In questo campo la trazione a vapore reagisce più facilmente: un guasto ad una locomotiva arresta un solo treno, ma non toglie la possibilità a tutti gli altri di spostarsi; un guasto invece od anche un semplice scatto d'automatico in una sottostazione di alimentazione di un tronco a trazione elettrica, ove le sottostazioni vicine non intervengano, arresta il traffico su tutto il tronco alimentato da quella sottostazione. E' in questo caso che la particolare sensibilità del motore trifase agli abbassamenti di tensione si fa specialmente sentire ed obbliga ad avvicinare di molto le sottostazioni se non si vogliono lasciar fermare tutti i treni, mentre i locomotori a corrente continua, con motori in serie, se la tensione si abbassa rallentano ma non s'arrestano, anzi la

punto di partenza i risultati delle ferrovie estere elettrificate con quel sistema.

Anche in questo caso il voto del Consiglio S. A. non è stato seguito ed è rimasto finora lettera morta.

La conseguenza logica che si può trarre dall'esame dei fatti è che se da una parte si sono nettamente perduti quattro anni, dall'altra la situazione è così radicalmente mutata che tutte le conclusioni alle quali giunse allora il C. S. A. debbono essere ora soggette a revisione sostanziale.

Allora il C. S. A. agì saggiamente traendo dalle circostanze la soluzione arbitraria più ovvia e intesa a non creare pregiudizio all'avvenire; attualmente le ragioni che suggerivano una simile soluzione non si possono più invocare non solo, ma ne sono sorte nel frattempo molte nuove e validissime per consigliare altre soluzioni più decisive e radicali.

A questa revisione non si opporrebbe certamente, vagliate le nuove circostanze, lo stesso C. S. A. ove ancora esistesse; ma esso non esiste più, così che anche da questo lato non possono esservi difficoltà.

La revisione sostanziale del voto del C. S. A. è resa urgentissima da un altro fatto nuovo, la decisione annunciata bruscamente poco tempo fa di elettrificare la Voghera-Chiasso e la Verona-Brennero. A parte il sistema di affidare all'industria privata sia la costruzione e la manutenzione degli impianti fissi che la fornitura dell'energia, sistema nei principi del quale pienamente convengo, perchè stimolando la concorrenza fra varie ditte, assicurerà indubbie e forti economie allo Stato, temo forte che questi tronchi vogliano, in relazione appunto al voto del C. S. A. del 1920, essere elettrificati col sistema trifase a bassa frequenza, ciò che condurrebbe ad una nuova estensione del sistema stesso non più giustificata ormai da alcuna ragione tecnica e assai pregiudizievole per l'economia avvenire dei trasporti in Italia.

coppia e lo sforzo di trazione aumentano continuamente, contrariamente a quanto avviene per il trifase. Una esatta valutazione dei danni causati dalle interruzioni di servizio è difficile da eseguire, ma non si deve sottovalutarne l'importanza nello studio dei problemi di trazione.

Ciò che risulta però evidente dalla pratica nostra e estera si è che dal punto di vista della robustezza e della continuità del servizio la terza rotaia ha una indiscussa superiorità su ogni altro sistema. A questo proposito la decisione presa dalle ferrovie francesi e dalle inglesi è assai istruttiva. Per noi, oltre al vantaggio tecnico, presenterebbe anche speciali vantaggi economici, poichè, come da varie parti è già stato suggerito, e com'era nelle intenzioni delle F. S. le rotaie si potrebbero avere in conto riparazioni dalla Germania.

Molti argomenti sono stati portati dagli studiosi del problema contro le applicazioni del sistema trifase in confronto della continua: e particolarmente i seguenti:

1.º — Forte maggior costo degli impianti fissi sul costo di quelli a corrente continua (circa il 40-50%).

2.º — Necessità di costruire in ogni caso linee primarie ad A. T. a bassa frequenza parallele alle linee ferroviarie elettrificate, ciò che aumenta sensibilmente il costo dell'elettrificazione.

3.º — Poca adattabilità del motore trifase alle esigenze del servizio di trazione presentando esso sforzo di trazione costante o decrescente colla velocità.

Scala di velocità limitata a pochi valori e conseguente poco buon adattamento alle esigenze dei profili accidentati, con velocità commerciale ridotta (inferiore spesso a quella dei treni della trazione a vapore) specialmente per i treni viaggiatori, con diminuzione della percorrenza annua dei locomotori. Sensibilità agli abbassamenti di tensione con conseguente pericolo di arresto del treno in piena linea, e quindi necessità di avere motori di potenza normalmente esuberante per poter mantenere il necessario sforzo di trazione con valori bassi della tensione. Conseguente basso valore del fattore di potenza.

4.º — Difficoltà nella marcia in doppia trazione, frequenti strappi di ganci e arresti di treni.

5.º — Costo fortissimo della manutenzione della linea di contatto. Necessità di arrestare il servizio per parecchie ore al giorno per la revisione normale delle linee di contatto. Frequenti archi agli scambi con interruzione del servizio. Conseguenti passaggi nelle stazioni in piena corsa con archetti abbassati.

6.º — Locomotori particolarmente delicati e soggetti a lunghe e frequenti revisioni, con riduzione della percorrenza annua, e necessità di una larghissima dotazione di locomotori per km. di linea.

7.º — Disturbi gravi ai servizi telefonici e telegrafici, così da rendere necessario l'allontanamento delle linee di comunicazione a parecchi chilometri dalle linee ferroviarie elettrificate.

8.º — Difficoltà per eseguire sulle linee trifasi servizi rapidi e frequenti con molte fermate e treni leggeri, quali sono richiesti dalle comunicazioni interurbane presso le grandi città.

Tutti questi argomenti ed altri ancora sono stati ampiamente svolti su queste colonne, e le conclusioni non sono state mai contraddette dalle F. S.

*

Da quanto ho esposto in queste brevi note sorge evidente la conclusione che convenga rapidamente provvedere a un riesame a fondo di tutta la questione della trazione elettrica in Italia. Questo studio dovrebbe, secondo me, essere eseguito da ferrovieri e da elettrotecnici insieme, senza preconcetti, ma severamente e compiutamente. Esso deve venir fatto prima di comunque estendere la trazione trifase ad altri tronchi di linea, e deve coinvolgere l'esame completo del problema ponendosi anche francamente la domanda se non convenga, non solo di abbandonare la soluzione salomonica del 1920, ma di sostituire man mano il trifase esistente con un sistema meno costoso e più sicuro, visto che un'amministrazione privata come i Chemins de Fer du Midi non ha esitato a farlo per il monofase, e la Svizzera s'appresta a farlo per il Sempione sostituendo il trifase col monofase.

Posto che il problema va esaminato di bel nuovo, e che il Consiglio Superiore dei LL. PP. che è succeduto al C. S. A. non è, per la stessa sua mole, l'ente più adatto ad occuparsene, esso dovrebbe essere studiato nel migliore dei modi da parte di una commissione appositamente delegata dal Ministro dei LL. PP., da quello dell'Economia Nazionale, e dal Commissario delle Ferrovie, commissione che comprenda i tecnici di maggior valore nel campo della trazione e della elettrotecnica, siano essi ferrovieri, siano essi estranei alle ferrovie dello Stato.

Da sua parte a me sembra che l'A. E. I. tanto benemerita dello studio dei problemi tecnici interessanti lo sviluppo dell'elettricità, non debba e non possa disinteressarsi di questa che è una delle questioni fondamentali dell'economia della nazione, tanto più che essa ha di diritto un proprio rappresentante nel Consiglio Superiore dei LL. PP.

Il Governo una volta che sappia che la più importante associazione tecnica italiana ha preso in esame il problema della trazione elettrica non potrà disinteressarsi della opinione che essa esporrà.

Il programma di questa commissione è adombrato nelle sue grandi linee in queste note, ma dovrebbe nettamente essere posto fin dall'inizio sulle basi più larghe e più spassionate.

È necessario agire subito perchè ogni ritardo può compromettere irreparabilmente l'avvenire e creare condizioni per cui un grande sviluppo della trazione elettrica ferroviaria da cui la nazione intera attende giustamente un radicale rinnovamento nelle sue principali vie di comunicazione, sia per molti anni ridotto ad un gramo accrescersi di rami staccati e secchi prima ancora di essere nati.

Chi ha la sicurezza che l'andamento finora seguito sia quello più conveniente, esponga le sue ragioni e le dimostri: una commissione imparziale deve sentire tutte le voci e vagliarne la consistenza ed il valore, ma prima di spendere ancora milioni e milioni in elettrificazioni di nuove linee si esamini il problema e lo si svisceri una volta per tutte; esso ne vale la pena perchè le conseguenze di un'errata politica si scontrerebbero per molti decenni con conseguenze imprevedibili ma grandiose nello sviluppo più o meno rapido di tutta l'economia italiana.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

| | |
|--|----------------------|
| STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA: | |
| Vol. I. - II ^a Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Provincie redente | 20,- |
| | più per postali 2,- |
| Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia | 20,- |
| | più per postali 3,- |
| Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione). | |
| L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI - Suo stato attuale - suo avvenire (broch.) | |
| | 2,50 |
| | più per postali 0,80 |
| CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia | 1,- |
| | più per postali 0,50 |
| NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici | 3,- |
| | più per postali 1,- |
| NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche | 4,- |
| | più per postali 1,- |
| NORME per l'ordinazione ed il collaudo degli isolatori di porcellana | 1,50 |
| | più per postali 0,80 |
| Descrizione di una macchinetta elettromagnetica di A. PACI. NOTTE in cinque lingue: italiana, francese, inglese, latina, tedesca (edizione di lusso) | |
| | 3,- |
| | più per postali 1,- |

:: SUNTI E SOMMARI ::

ELETTROFISICA.

E. FERMI — **Formazione di immagini coi raggi Röntgen.** (Nuovo Cimento, Fasc. I-II, Serie VII, 1923, pag. 63).

L'A. basandosi su un metodo teorico suggerito dal Gouy (¹), ha cercato di ottenere delle immagini monocromatiche con raggi X, per mezzo di un cilindro di mica. La sorgente dei raggi era costituita da uno dei soliti tubi in cui l'anticatodo, generalmente di Fe, era, qualche volta tagliato quasi perpendicolarmente ai raggi catodici, per poter fare a meno della fenditura, qualche altra tagliato a becco di flauto in modo da presentare una superficie estesa agli strumenti di osservazione. I tubi erano forniti di una finestrella di alluminio per impedire che le radiazioni caratteristiche del Fe fossero assorbite dal vetro. Eseguendo dapprima esperienze di orientamento con cristalli piani, risultò che veniva emessa la doppia $K\alpha$ $K\alpha'$, ($\lambda=1,932, 1,928$) del Fe, la $K\beta$ ($\lambda=1,748$); la $K\gamma$ era poco visibile. Essendo più visibili gli ordini 1° e 3° l'A. preferì lavorare sul 3° e si servì del metodo foto-

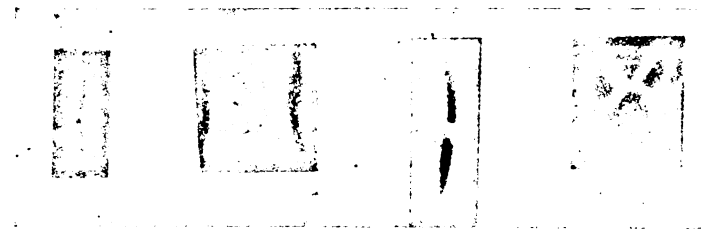


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

grafico per la rivelazione dei raggi. Nelle figure 1, 2, 3 e 4 sono raccolti i risultati dell'esperienza. Le 1 e 2 rappresentano due fotografie del 3° ordine della $K\alpha$ del Fe fatte presso a poco nelle stesse condizioni di posa e funzionamento del tubo, la prima con mica piana la seconda con mica curva. La 3° rappresenta la fotografia ottenuta nella condizione della 2 solo che la finestra di alluminio era attraversata da un filo di piombo del diametro di 1 mm. Nella 4 l'anticatodo di Fe era tagliato a becco di flauto, in esso furono fatti due solchi in croce in cui si incastrarono due fili di rame in modo da formare una specie di X. Tentativo per ottenere l'immagine di un oggetto a due dimensioni.

b. na.

* *

IMPIANTI.

L'avviamento dei motori sincroni ed il loro funzionamento. (Revue B. B. C., agosto 1923, pag. 139 e settembre 1923, pag. 166)

La convenienza di sfruttare nel modo più razionale gli impianti a corrente alternata, implica, fra le prime necessità, il miglioramento del fattore di potenza il quale si presenta spesso con valori eccessivamente bassi.

Il motore sincrono sovraeccitato offre un mezzo relativamente semplice per raggiungere lo scopo; pur tuttavia il suo impiego non ha ancora raggiunto vasta diffusione. La causa deve ricercarsi nelle difficoltà che presentano questi motori all'avviamento, specialmente se sotto carico. Anche il fatto che essi possono uscire di sincronismo se vengono sottoposti a forti sovraccarichi, ha contribuito certamente a limitarne l'impiego.

Il problema ha richiamato da tempo l'attenzione dei tecnici, e molti dispositivi, più o meno complessi, sono stati studiati per eliminare le accennate difficoltà.

Per farsi un concetto delle possibilità di impiego del motore sincrono ad avviamento automatico, occorre considerare i seguenti elementi:

- nel periodo di avviamento:
 - la corrente assorbita;
 - la coppia sviluppata;
 - la coppia massima di sincronizzazione ossia il valore massimo del momento resistente col quale il motore può raggiungere il sincronismo alle diverse tensioni.
- nella marcia normale:
 - il grado di stabilità, vale a dire la capacità di sopportare le variazioni di carico;
 - il rendimento;
 - il miglioramento del fattore di potenza, vale a dire l'efficacia come compensatore di fase;
 - il costo dell'impianto.

La classificazione dei motori sincroni si basa essenzialmente sulle caratteristiche dei poli induttori e si distinguono:

- 1) Motori sincroni a poli salienti (simili ai comuni alternatori);
- 2) Motori sincroni a rotor cilindrico (simili ai turboalternatori);
- 3) Motori asincroni sincronizzati.

(¹) C. R. 161, pag. 175. 1915.

*

Motori sincroni a poli salienti. — Inserendo un ordinario alternatore, non eccitato, su di una rete a corrente alternata, si inducono nei nuclei e nelle espansioni polari delle correnti di Foucault le quali,

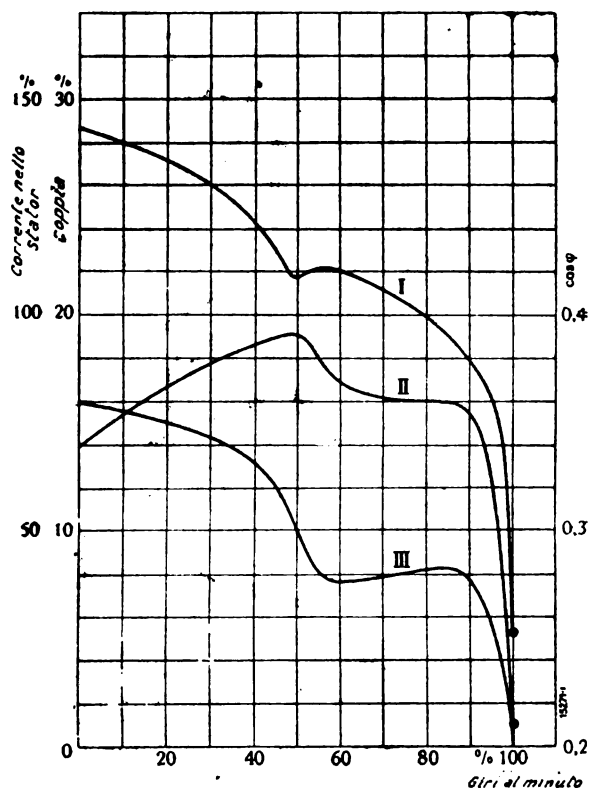


Fig. 1. — Curve di avviamento a tensione ridotta (40% della tensione normale).

- I. - Corrente nello statore.
- II. - Fattore di potenza.
- III. - Coppia utile.

in presenza del campo rotante dello statore, determinano una coppia. L'alternatore tende quindi ad avviarsi come un motore asincrono ed a portarsi ad una velocità prossima a quella di sincronismo. Il va-

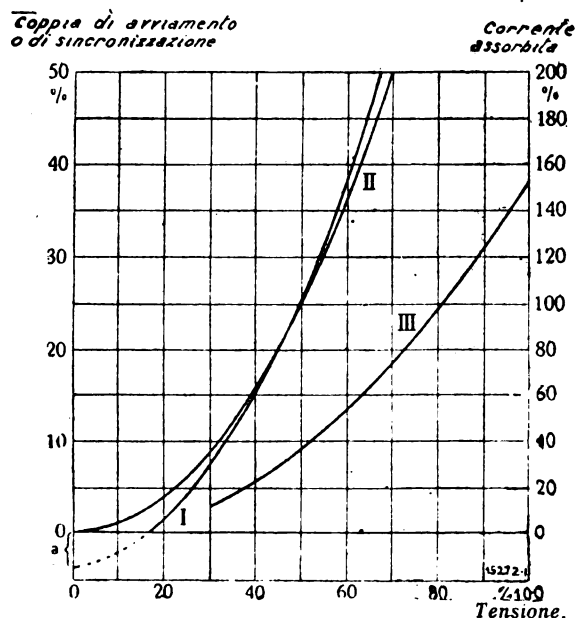


Fig. 2. — Curve di delle coppie di avviamento e di sincronizzazione.

- I. - Coppia di avviamento (motore fermo).
- II. - Corrente assorbita (motore fermo).
- III. - Tensione minima alla quale il motore può raggiungere il sincronismo.

a = Coppia resistente a fermo dovuta all'attrito nei supporti.
(Le curve I e II si riferiscono al caso in cui il motore sia avviato col circuito del rotore aperto).

lore della coppia è debole, ma se il motore lavora a vuoto o con piccolo carico, è sufficiente per accelerarlo fino alla piena velocità.

Il comportamento di questo tipo di motore nel periodo di avviamento è illustrato dalle curve della fig. 1.

Un fenomeno caratteristico di questo tipo di motore, conosciuto nella letteratura tecnica come fenomeno di Goerges (il fenomeno è studiato ampiamente in un articolo di A. Hay pubblicato nel Journal A. I. E. E. del 1920 a pag. 34) consiste in una inflessione della curva della coppia in corrispondenza ad una velocità metà della normale, così che può darsi che il motore non riesca ad accelerare oltre questa velocità, specialmente se deve avviarsi sotto carico. Si può attenuare l'inconveniente aggiungendo uno speciale avvolgimento ammortizzatore oppure dando forma obliqua alle espansioni polari.

Nella fig. 2 sono riportate le curve della coppia di avviamento e della coppia sincronizzante (vale a dire i valori della coppia resistente per i quali il motore può ancora raggiungere il sincronismo) in funzione della tensione.

I valori delle coppie sono dati in percentò del valore corrispondente alla potenza normale ed a $\cos \varphi = 1$.

Per mezzo del diagramma si possono calcolare le correnti che si generano nello statore quando l'avviamento del motore si effettua a mezzo di un trasformatore d'avviamento.

La formula da impiegarsi è la seguente:

$$I_{st} = I \frac{E}{E_a}$$

dove:

- I_{st} = corrente nello statore;
- I = " assorbita dalla rete;
- E = tensione della rete;
- E_a = tensione di avviamento.

La fig. 3 illustra il funzionamento di un motore sincrono a poli salienti per mezzo delle curve a V rilevate a diversi carichi.

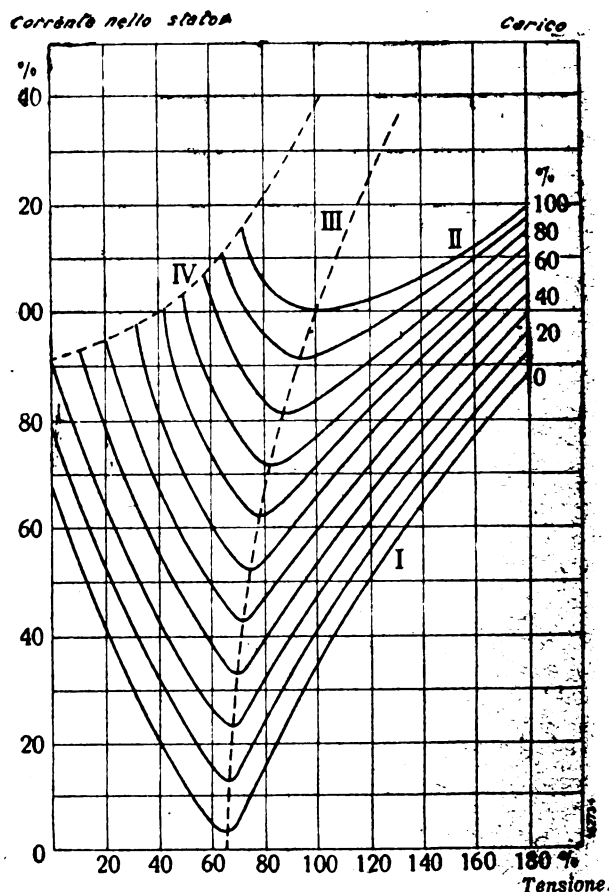


Fig. 3. — Curve a V a diversi carichi.

- I. - Curva a V a vuoto.
- II. - Curva a V a pieno carico.
- III. - Luoghi dei punti a $\cos \varphi = 1$.
- IV. - Limite di stabilità (oltre il quale il motore disincronizza).

La corrente d'eccitazione è segnata in valori percentuali; il 100% corrisponde alla eccitazione a pieno carico e $\cos \varphi = 1$. Osservando la curva del limite di stabilità, si vede che il motore in questione coll'eccitazione per pieno carico e $\cos \varphi = 1$ presenta ancora un buon margine di sovraccaricabilità.

Una piccola sovraeccitazione aumenta notevolmente la stabilità; di conseguenza un motore di questo tipo conviene per servizi che presentano forti e brusche variazioni di carico. Il motore ha però l'inconveniente di doversi avviare a vuoto o con piccolo carico. Dove possibile, converrà adottare il comando con puleggia fissa e folle. L'avviamento di questi motori può farsi automaticamente o meccanicamente. Nel primo caso il motore, allacciato alla rete, si avvia come motore asincrono e si mette automaticamente in sincronismo quando,

essendo prossimo alla velocità di sincronismo, viene eccitato con corrente continua.

L'avviamento meccanico si fa invece a mezzo di un motore ausiliario col quale si porta il motore principale alla velocità di sincronismo, quindi lo si mette in parallelo colla rete alla quale, infine, viene allacciato.

L'avviamento automatico si effettua, generalmente, per mezzo di un trasformatore di avviamento il quale permette di graduare la tensione ai morsetti del motore e di evitare così il colpo di corrente che si avrebbe coll'inserzione diretta. Durante l'avviamento il circuito di eccitazione deve rimanere aperto per evitare che si generi in esso una corrente alternata con frequenza eguale allo scorrimento, la quale darebbe origine ad un campo alternativo fisso rispetto al rotore, che ostacolerebbe l'avviamento nella prima metà del periodo di accelerazione. Quando il motore è eccitato e si è messo in sincronismo a tensione parziale, si può interrompere questa ed alimentare colla piena tensione.

Talvolta si impiega per l'avviamento un alternatore apposito col quale si alimenta il motore, aumentando gradatamente la tensione mano a mano che quest'ultimo accelera. A sincronismo raggiunto, le due macchine vengono messe in parallelo colla rete col solito sistema e quindi si possono chiudere gli interruttori principali.

Quando la corrente assorbita all'avviamento dev'essere inferiore alla corrente normale, come sarebbe il caso di grossi motori funzionanti come condensatori rotanti, si ricorre all'avviamento meccanico.

Generalmente il motore di avviamento è montato coassiale col motore principale e viene scelto con un numero di poli inferiore a quello del motore principale; di solito con due poli di meno. Un reostato a molti tasti permette di regolarne la velocità per gradi insensibili così da facilitare il raggiungimento della velocità di sincronismo. Questo sistema non è, evidentemente, applicabile ai motori a due poli: in questo caso bisogna limitarsi a lanciare il motore allacciandolo quindi alla rete attraverso ad una bobina di impedenza ed eccitandolo perchè si metta in sincronismo. L'operazione si semplifica e non occorre la bobina di impedenza, quando sia possibile eccitare e portare in sincronismo il motore ausiliario. In questo caso, però, è necessario che i rotori dei due motori siano calettati sull'albero in coincidenza di fase, affinché anche il motore principale risulti senz'altro in parallelo colla rete.

Il calcolo della potenza necessaria per il motore di avviamento si fa tenendo conto che esso deve vincere le resistenze passive ed accelerare le masse rotanti.

Il momento resistente allo spunto, determinato dall'attrito nei supporti, è dato dalla:

$$M_r = \mu G \frac{d}{2}$$

dove:

- M_r = momento resistente in kg/cm;
- μ = coefficiente d'attrito — il suo valore, determinato sperimentalmente, arriva al massimo a $\mu = 0,3$;
- G = peso delle masse rotanti in kg;
- d = diametro medio dell'albero nei supporti in cm.

Se n_2 è il numero di giri sincro del motore ausiliario ed ω_2 la velocità angolare corrispondente, la potenza N necessaria per lo spunto sarà data dalla:

$$N_a = M_r \omega_2 = 0,3 G \frac{d}{2} \frac{\pi n_2}{30} \text{ kg. cm. sec}^{-1}$$

oppure $N_a = 1,54 G d n_2 \cdot 10^{-6} \text{ kW.}$

Per portare il motore in sincronismo, occorre ancora accelerare le masse rotanti e compensare le perdite di attrito e di ventilazione.

La potenza necessaria si può calcolare, approssimativamente, colla formula seguente:

$$P = 2,74 \frac{G D^2}{t} \frac{n_1}{1000} \frac{n_2}{1000} + q$$

dove:

- P = potenza necessaria in kW;
- $G D^2$ = momento di girazione delle masse rotanti in kg/m²;
- t = durata dell'avviamento in secondi;
- n_1 = numero di giri sincro del gruppo;
- n_2 = numero di giri sincro del motore ausiliario;
- q = perdite a vuoto in kW.

La durata dell'avviamento essendo brevissima si può scegliere il motore ausiliario di potenza tale che lavori durante questo periodo con sovraccarico del 200 o 300 per cento.

Nel caso di gruppi motore sincro-dinamo, si può utilizzare quest'ultima per l'avviamento facendola funzionare come motore; occorre, in questo caso, una sorgente di energia a corrente continua.

*

Motori sincroni a rotore cilindrico. — Il principio di questi motori non differisce molto da quello dei precedenti. Il rotore non lamellato e le chiavette metalliche che chiudono le scanalature e che sono legate da due calotte metalliche alle estremità, danno a questi motori l'aspetto dei motori in corto circuito a gabbia di scoiattolo.

Le caratteristiche si possono desumere dalle curve di avviamento riportate nella fig. 4 le quali si riferiscono ad un motore da 2200 kVA

a 4700 volt e 2520 giri e corrispondono ad una tensione di avviamento pari al 30 % della tensione normale. Le curve sono state rilevate col circuito rotorico aperto.

Come lasciava prevedere la sua somiglianza col motore a gabbia di scoiattolo l'avviamento si effettua in questo tipo di motore molto

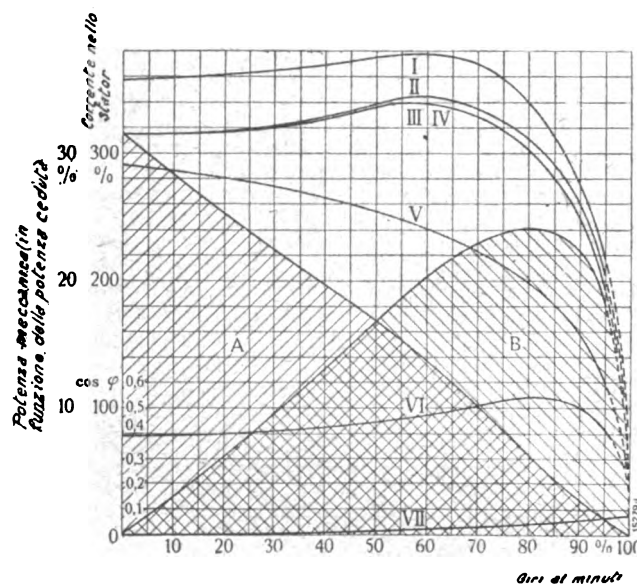


Fig. 4. — Curve d'avviamento del motore sincro tipo turbo.

- I. - Potenza assorbita dallo stator
- II. - Potenza trasformata nel rotor
- III. - Potenza come sopra dedotte le perdite d'attrito e di ventilazione.
- IV. - Coppia utile del rotor
- V. - Corrente dello stator.
- VI. - Fattore di potenza
- VII. - Perdite d'attrito e di ventilazione.
- Superficie A = energia assorbita dal rotor
- Id. B = energia disponibile per l'accelerazione.

più facilmente che non nel tipo precedente a poli salienti; tuttavia la coppia di avviamento è sempre debole in confronto della corrente assorbita.

Nella fig. 5 sono riportate le curve analoghe a quelle della figura 3.

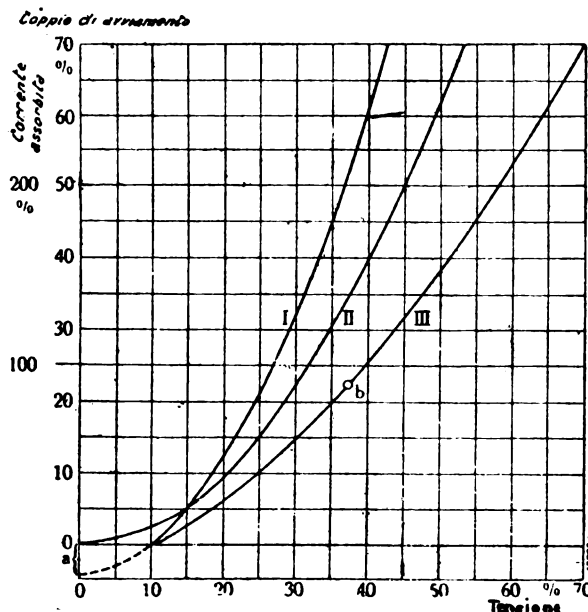


Fig. 5. — Curve delle coppie di avviamento e di sincronizzazione.

- I. - Coppia di avviamento (motore fermo)
- II. - Corrente assorbita (motore fermo)
- III. - Tensione minima alla quale il motore può raggiungere il sincronismo (questa curva è stata calcolata in base al punto b).
- a = coppia resistente a fermo.
- (Le curve I e II si riferiscono al motore avviato col circuito rotorico aperto).

La fig. 6 dà le curve a V del motore a differenti carichi. Confrontando le curve delle figure 4 e 6 colle corrispondenti delle figure 1 e 3 si può concludere:

Il motore sincro a poli massicci (turbo) è capace di sviluppare

coppie di avviamento notevolmente superiori a quelle del motore a rotore lamellato (poli salienti). Tale valore è però ancora relativamente piccolo.

Il suo momento sincronizzante è pure superiore a quello dei motori a poli salienti. Viceversa nel funzionamento in sincronismo i due tipi di motori differiscono di poco come appare dall'esame delle curve a V. I dispositivi ed i sistemi di avviamento sono analoghi ai precedenti. È importante che, una volta raggiunto il sincronismo ed eccitata la macchina, il passaggio all'inserzione diretta sulla rete sia fatto molto rapidamente per evitare che il motore possa rallentare e perdere il passo. Qualora il dispositivo di avviamento non dia piena sicurezza su questo punto, è preferibile non staccare il motore dalla rete nell'ultima commutazione. A questo scopo si può fare la manovra o con commutazione ciclica, o con bobina di induzione o con resistenze ohmiche.

Nella commutazione ciclica si staccano successivamente le singole fasi del motore dalla tensione ridotta di avviamento, per allacciarla alla rete; negli intervalli il motore continua a funzionare come monofase. Questo sistema dà luogo naturalmente a delle dissimmetrie le quali però non sono tali da disturbare la commutazione.

Corrente nella statore

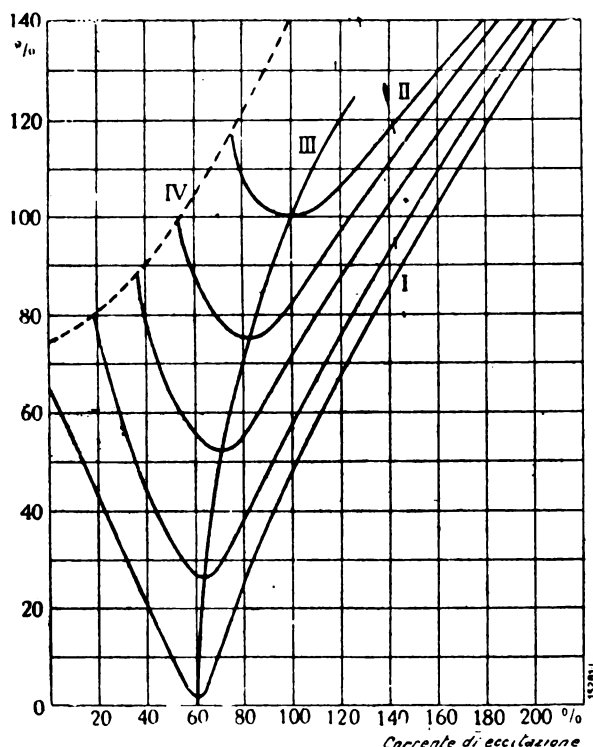


Fig. 6. — Curve a V a differenti carichi.

- I. - Curva a V a vuoto
- II. - Curva a V a pieno carico
- III. - Luogo dei punti a $\cos \varphi = 1$
- IV. - Limite di stabilità (oltre il quale il motore disincronizza).

Il secondo metodo consiste nell'introdurre nel circuito di avviamento una bobina di self la quale, in corrispondenza alla penultima tacca dell'inseritore di avviamento venga a trovarsi in serie col motore. Regolando allora opportunamente l'eccitazione si produrrà un abbassamento della corrente e quindi, della tensione nella bobina. In realtà, tutto il sistema sarà alimentato a piena tensione e la potenza assorbita dalla bobina sarà relativamente piccola. Passando all'ultima tacca, corrispondente all'inserzione diretta del motore sulla rete questo dovrà ancora accelerare di un piccolo angolo, ciò che si ottiene senza difficoltà. Per evitare colpi di corrente la bobina deve essere proporzionata in modo da assorbire la differenza di tensione esistente sul trasformatore di avviamento fra la penultima tacca dell'inseritore e la precedente, e ciò con una corrente eguale a quella che sarebbe assorbita dal motore in marcia sincrona a $\cos \varphi = 1$ qualora fosse alimentato alla tensione di avviamento.

Il sistema di commutazione con resistenze ohmiche è analogo a quello ora accennato dove alla bobina si self si sostituiscono resistenze ohmiche convenientemente proporzionate.

*

Motori asincroni sincronizzati. — I tipi precedentemente descritti, mentre si comportano ottimamente in servizio, presentano un punto debole dell'avviamento perchè la coppia che possono sviluppare è, generalmente, insufficiente. Sotto questo aspetto i motori asincroni sono nettamente superiori. Si è cercato pertanto di conservare anche questa caratteristica, realizzando in un motore asincrono le condizioni di funzionamento del motore sincrono. Fino dal 1902 Danielson alimentando con corrente continua il rotore di un ordinario motore trifase asincrono ad anelli in marcia normale, ottenne una macchina

la quale presentava tutte le caratteristiche del motore sincrono e poteva sviluppare, in date condizioni, grande coppia di avviamento e grande coppia di sincronizzazione. La fig. 7 indica le connessioni dell'avvolgimento trifase del rotore per l'eccitazione con corrente continua.

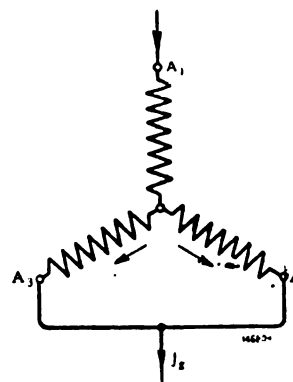


Fig. 7.

Il concetto fu raccolto ed applicato su vasta scala nelle costruzioni Brow-Boveri.

Il motore asincrono sincronizzato B. B. è munito di una eccitatrice l'indotto della quale, durante l'avviamento, è connesso in serie coll'avvolgimento rotorico, mentre il circuito di campo è aperto. A motore lanciato, si chiude il circuito di campo, l'eccitatrice si mette in tensione ed invia corrente continua negli avvolgimenti del rotore il quale entra in sincronismo anche a pieno carico. La manovra di avviamento si effettua per mezzo di un inseritore in tutto simile ad un ordinario reostato di avviamento, per cui l'impiego del motore non richiede personale specializzato. Il sistema implica uno squilibrio di carico nelle tre fasi del rotore, una delle quali si riscalda più delle altre due. Si rimedia all'inconveniente aumentando leggermente il rame rotorico. Un inconveniente più grave presentano i tipi ordinari a piccolo intraferro e ad eccitazione costante i quali perdono facilmente il passo per effetto di sovraccarichi anche piccoli. Si è cercato di renderne più stabile la marcia dando una forte sovraeccitazione, ciò che implica l'adozione di macchine più grandi e quindi male utilizzate. Si è cercato anche di adattare l'eccitazione al carico del motore, regolandola con un dispositivo comandato dalla corrente statorica, ma la soluzione si presenta poco sicura e di difficile attuazione. La casa B. B. basandosi sul fatto che il motore esce di sincronismo soltanto quando l'eccitazione scende al di sotto del valore normale, vale a dire quando il fattore di potenza diventa negativo, ha ovviato all'inconveniente comandando l'eccitazione del motore a mezzo di un regolatore automatico di fase. Con questo sistema si è potuto mantenere il sincronismo anche con sovraccarichi istantanei del 70%. Nel caso di grossi motori da avviare sotto carico l'avviamento effettuato colla semplice manovra di un inseritore, darebbe luogo a colpi di corrente e ad oscillazioni dannose tanto alla macchina quanto all'esercizio della rete di distribuzione. In questi casi è necessario osservare nell'avviamento le seguenti precauzioni:

1) la sincronizzazione deve avvenire nell'istante in cui i campi del rotore e dello stator si trovano l'uno rispetto all'altro, in una posizione determinata;

2) la corrente continua di eccitazione dev'essere lanciata in modo che il campo da essa prodotto risulti, nello spazio, in corrispondenza con quello del rotore.

L'istante favorevole per la sincronizzazione si può rilevare per mezzo di un amperometro polarizzato inserito nel circuito del rotore, oppure si può affidare la manovra stessa all'azione di un relais polarizzato.

Per quanto riguarda i criteri di impiego dei vari tipi di motori, l'autore è d'avviso che il motore asincrono sincronizzato rappresenti, in generale, la soluzione preferibile soprattutto per la facilità d'avviamento e per la sua coppia notevole. Solo per servizi con forti e bruschi sovraccarichi, specialmente se ripetuti periodicamente, può convenire il motore a poli salienti che offre una marcia più stabile. Infine, quando il motore debba funzionare semplicemente come compensatore di fase (condensatore rotante) converranno i tipi a grande velocità ed in questi casi il tipo turbo può trovare utile impiego.

In massima, l'impiego dei motori sincroni non potrà riuscire conveniente per potenze inferiori a 25 kW (35 HP).

(g. a. r.).

* *

ELETTROMETALLURGIA.

J. HODSON — Sviluppo dei grandi forni elettrici per fusioni. (J. A. I. E. E., giugno 1923, pag. 600).

L'A. ricorda come la massima capacità dei forni elettrici usati in metallurgia sia praticamente limitata a circa 40 tonnellate, e ciò specialmente in considerazione di difficoltà d'ordine elettrico e metallurgico che si incontrano nei più comuni tipi a tre elettrodi.

Nei forni «Greaves-Etchells» di cui l'A. in particolare si occupa e che furono introdotti nell'uso per la prima volta nel 1915, riesce

agevole di aumentare il numero degli elettrodi, e conseguentemente la capacità di carica del forno, senza andare incontro ad inconvenienti né elettrici né metallurgici. Inoltre la linea di alimentazione mantiene un carico assai più equilibrato che con gli altri tipi di forni, ed un elevato fattore di potenza.

Nei comuni forni il calore viene sviluppato completamente sopra alla massa metallica; perciò si ha l'inconveniente di dover riscaldare eccessivamente la superficie del metallo se si vuole che anche gli strati profondi raggiungano una temperatura sufficiente, oppure si va incontro all'inconveniente ancora più grave di avere il fondo del forno non sufficientemente caldo.

Nei forni Greaves-Etchells il calore viene in parte sviluppato sopra la carica del forno per mezzo di elettrodi superiori, in parte sotto la carica per la resistenza dello strato di refrattario al passaggio della corrente, e in parte entro la carica stessa per la sua resistenza. Il rivestimento refrattario del fondo è costituito da un grosso strato di magnesite. Il poco calore che viene generato dalla resistenza che questo strato offre al passaggio della corrente viene quasi interamente utilizzato dalla carica, ed è sufficiente per assicurare che anche lo strato inferiore del metallo raggiunga la temperatura voluta; esso produce inoltre delle correnti in seno alla massa liquida con conseguente mescolarsi meccanico della carica realizzando una più uniforme distribuzione del calore ed evitando così ad una delle maggiori obiezioni che si fanno ai forni elettrici.

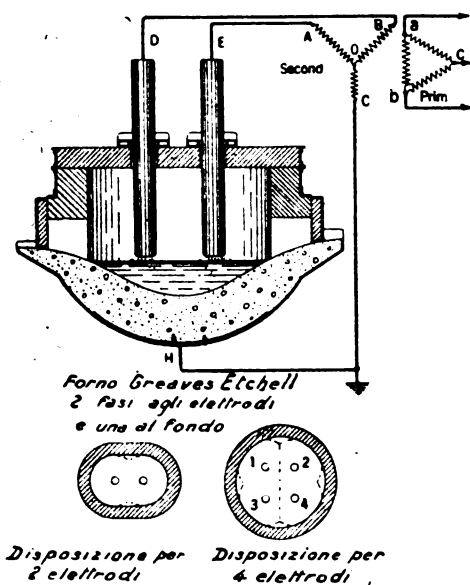


Fig. 1. — Forno tipo Greaves-Etchells.

Le connessioni elettriche sono eseguite come è indicato in fig. 1. Per avere un carico equilibrato sulle tre fasi, l'avvolgimento secondario della fase che viene connessa al fondo del forno, differisce da quello delle altre due fasi. La resistenza offerta dalla massa metallica fusa e dallo strato refrattario è nettamente inferiore a quella degli archi superiori. Il dispositivo permette di moltiplicare il numero degli elettrodi e di aumentare quindi la capacità del forno; ogni elettrodo può essere regolato separatamente.

All'avviamento di un forno Greaves-Etchells caricato con rottami, da prima si formano gli archi sopra il metallo, poi la corrente attraversa la massa metallica riscaldandola per mezzo dei piccoli archi che si formano negli imperfetti contatti fra i diversi pezzi. Nelle installazioni più recenti di forni di tale tipo, con 4 o più elettrodi, si può, mediante la manovra di un interruttore in olio, mettere in azione solo gli elettrodi superiori, eppure questi insieme alle connessioni col fondo; in ambo i casi si raggiunge, secondo l'A. un carico equilibrato. Questa disposizione conferisce molta elasticità al funzionamento del forno.

Il numero degli elettrodi è, per così dire, illimitato, poichè ogni gruppo di due o quattro elettrodi, costituisce elettricamente un forno a sé, e si può costruire un multiplo qualunque di queste unità. La figura 2 rappresenta la disposizione schematica del nuovo forno da 80 tonnellate costruito per la Ford Motor Co. Esso è alimentato da quattro trasformatori da 3000 kVA ciascuno, ed è di funzionamento altrettanto sicuro e soddisfacente di quello di quattro forni separati. Ogni elettrodo è azionato indipendentemente cosicchè la rottura di un arco o di un elettrodo non produce la rottura degli altri archi. Col maggior numero di elettrodi si raggiunge una migliore distribuzione del calore.

Mediante apposito interruttore tutta la potenza può essere immessa negli elettrodi superiori: le connessioni di fondo vengono messe in serie, cosicchè nessuna corrente circola nel refrattario; il carico si mantiene equilibrato. Il funzionamento coi soli elettrodi superiori viene usato specialmente all'avviamento.

Le dimensioni interne del forno sono di m. 6.50 per 4.90; le pareti sono costruite in lamiera da 1 pollice. Il fondo ha un rivestimento refrattario doppio con spazio d'aria interposto. Il forno è provvisto di speciali cronometizzatori di elettrodi.

Per la manovra del forno è disposto un motore da 65 HP. Gli elettrodi e il motore sono portati da una piattaforma disposta sopra il forno e sorretta da colonne, di modo che il forno rimane libero tutto intorno per le manovre. Esso è progettato per essere alimentato con tensioni assai svariate; le intensità di corrente sono così elevate che si dovette studiare in modo particolare la disposizione delle sbarre dai trasformatori al forno. Tutta l'apparecchiatura elettrica è disposta sotto il forno, ad un piano inferiore.

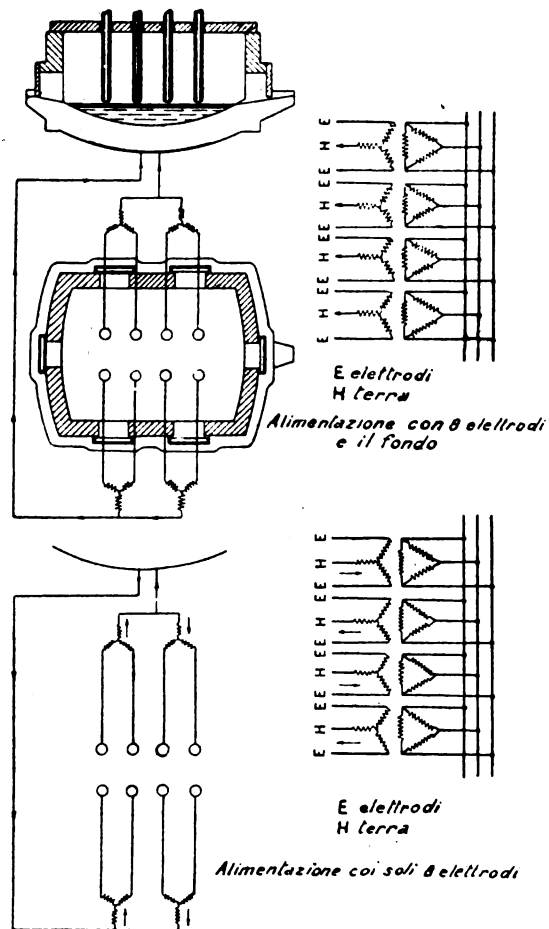


Fig. 2. — Dispositivo del grande forno da 80 tonnellate.

Il nuovo impianto della Ford Motor Co. comprende inoltre due forni Greaves-Etchells da 10 tonnellate, ciascuno con 4 elettrodi e alimentati da trasformatori da 3000 kVA.

L'adozione degli elettrodi continui Soderberg, avrà larga influenza sul futuro sviluppo dei forni elettrici. L'elettrodo continuo è costituito da una leggera forma metallica avente la forma dell'elettrodo e che viene riempita colla pasta che deve poi costituire l'elettrodo; tale carica della pasta viene fatta esternamente al forno, e la forma metallica viene spinta entro il porta elettrodo e introdotta nel forno dove avviene anche la cottura dell'elettrodo stesso. Si possono in tal modo costruire elettrodi di qualunque dimensione, superiori anche alle massime oggi in uso.

R. S. N.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

A. BACHELLERY — L'elettrificazione della rete ferroviaria del «Midi» in Francia. (Relazione al Congresso dell'I. E. E. nel novembre 1923).

La rete del «Midi» si sviluppa attraverso le regioni dei Pirenei e delle Cevenne e comprende quindi linee con pendenze notevoli, spesso superiori al 30 per mille. Le difficoltà del servizio a vapore su queste linee, accresciute in certi casi dalla deficienza di acqua, possono ben presto i tecnici della Compagnia davanti al problema dell'elettrificazione.

Gli studi cominciarono nel 1902 e la prima linea venne aperta all'esercizio nel 1910. Si trattava di una linea secondaria a scartamento ridotto ed a semplice binario della lunghezza di 58 km, la quale saliva fino ad una altitudine di 1800 metri con pendenze del 60 per mille e con curve di 60 metri di raggio. Venne scelto il sistema a corrente continua a terza rotaia con tensione di 850 volt, il valore più elevato che fosse stato impiegato fino allora in Europa. I risultati di questo primo esperimento furono eccellenti; il reddito annuo-chilometrico dai 5000 franchi dei primi anni è salito annualmente a 40000 franchi, mentre l'aumento delle tariffe si è mantenuto nei limiti del 100 ÷ 150 per cento.

Nello stesso tempo la Compagnia affrontava il problema delle grandi elettrificazioni, prendendo in considerazione anzitutto le due linee di comunicazione internazionale attraverso i Pirenei, e siccome in quel tempo — fra il 1908 e il 1910 — il sistema monofase ad alta tensione con linea di contatto aerea aveva già fatto altrove buona prova, la Compagnia decise un primo esperimento con tale sistema — a 12 000 volt e 16 periodi — su di un tronco di 25 chilometri. Vennero provati su di esso diversi tipi di sospensione della linea di contatto e sei diversi tipi di locomotori. Stabiliti così le caratteristiche generali dell'impianto, l'esperimento venne esteso ad altre due linee dello sviluppo complessivo di oltre 200 chilometri in parte a semplice binario ed in parte a doppio binario. Per il servizio di esse venne costruita un'apposita centrale di 2500 kW e vennero ordinate 30 automotrici da 500 HP e 24 locomotori.

Risultò dalle prove che la corrente monofase di trazione era causa di seri disturbi alle comunicazioni lungo le linee telegrafiche e telefoniche adiacenti ai binari. La questione venne studiata a fondo e venne risolta disponendo altri due conduttori parallelamente al filo di contatto, e precisamente:

1) un conduttore di ritorno lungo il quale era convogliata la corrente di ritorno a mezzo di appositi trasformatori succhiatori inseriti sulle rotaie.

2) un filo di contro-tensione nel quale era mantenuta una tensione in opposizione di fase colla tensione di linea.

Col primo provvedimento si compensavano gli effetti della induzione elettromagnetica e col secondo quelli della induzione elettrostatica.

La guerra determinò una sosta nel campo delle elettrificazioni, perchè tutta l'energia elettrica disponibile venne assorbita dalla produzione bellica.

Nel frattempo la situazione, dal punto di vista tecnico, si era venuta modificando. Il Governo francese decise l'unificazione dei sistemi di elettrificazione e la Commissione all'uopo nominata, dopo maturo esame della questione e dopo aver visitati i principali impianti nazionali ed esteri, fissò la sua scelta sulle seguenti caratteristiche:

a) per le linee primarie di distribuzione: corrente trifase a 50 periodi;

b) per la linea di contatto: corrente continua a 1500 volt ed, eccezionalmente, a 3000 volt.

Per quest'ultima, venne lasciata libertà di scelta fra linea aerea e terza rotaia e solo si prescrisse che il materiale mobile dovesse essere provveduto di organi di presa per entrambi i sistemi.

Le ragioni di questa scelta furono le seguenti:

La corrente trifase a 50 periodi è quella normalmente adottata in Francia nelle reti di distribuzione, ed apparve conveniente che anche le nuove centrali costruite dalle Compagnie ferroviarie, avessero le stesse caratteristiche per agevolare gli aiuti reciproci e gli scambi di energia, allo scopo di raggiungere una maggiore sicurezza d'esercizio ed una migliore utilizzazione degli impianti.

Stabilito così il tipo della corrente primaria, il sistema monofase veniva a perdere il suo principale vantaggio per la trazione, quello cioè, di risparmiare le macchine rotanti nelle sottostazioni. Confrontando l'impiego dei gruppi convertitori per corrente monofase a bassa frequenza con quello delle convertitrici per corrente continua, risultava che i primi avrebbero richieste maggiori spese di impianto ed avrebbero avuto un coefficiente di rendimento più basso così che venivano a trovarsi in condizioni di inferiorità.

Coll'impiego della corrente continua si eliminano poi i disturbi induttivi sulle linee a deboli correnti, risolvendo così anche questo problema senza bisogno di altre spese.

Infine i locomotori a corrente continua risultano meno pesanti e meno costosi, offrono maggiore sovraccaricabilità e richiedono una manutenzione dei motori meno costosa, in confronto dei locomotori monofasi.

Venne scelto per la tensione alla linea di contatto il valore di 1500 volt sacrificando qualche maggiore vantaggio che avrebbe potuto derivare da una tensione leggermente superiore, perchè è il massimo giustamente compatibile coll'impiego della terza rotaia che alcuni tecnici mostrano di preferire.

In omaggio a queste deliberazioni, la Compagnia del «Midi» decise di trasformare i propri impianti già in esercizio e di adattare ad esse tutto il proprio programma di elettrificazione, il quale prevede la trasformazione di 3200 chilometri di linee entro i prossimi 10 anni.

Attualmente è in corso l'elettrificazione della zona occidentale della rete. Si sono costruite due centrali idroelettriche, l'una di 15 000 kW e l'altra di 25 000 kW, e la Compagnia ha in costruzione altre tre nuove centrali per una potenza di 100 000 kW.

La corrente è prodotta a 60 000 volt e 50 periodi ed a questa tensione viene trasmessa lungo le linee primarie per il servizio di trazione; una parte viene invece trasformata a 150 000 volt per il trasporto a grandi distanze. Per questi trasporti la Compagnia dispone già di una rete di circa 700 km nella quale viene immessa anche l'energia proveniente da altre centrali funzionanti in parallelo. Per questo servizio di trasporto la Compagnia, proprietaria delle linee, percepisce una tassa di pedaggio dalle Società produttrici interessate.

Ciascuna linea è prevista per una potenzialità da 30 000 a 50 000 kW ed è costituita da una terna di corde di rame di 140 mmq di sezione e da una corda di terra d'acciaio. Per la sospensione si sono adottate catene di isolatori a 9 elementi sostenute da pali di acciaio alti 20 metri, con campate di 200 metri. Due di queste linee, completamente indipendenti fra loro, collegano le centrali dei Pirenei con Bordeaux.

La trasformazione da 60 000 a 150 000 volt, e viceversa, è fatta in sottostazioni all'aperto; in quelle d'arrivo sono installati anche condensatori sincroni.

La distribuzione a 60 000 volt per il servizio di trazione è fatta, normalmente, con una terna di conduttori di rame di 100 mmq, o di alluminio di sezione equivalente, montati sulla stessa palificazione che sostiene la linea di contatto.

Le sottostazioni di conversione sono distanziate da 13 a 32 km e le cadute di tensione, in condizioni normali, non superano il 20 per cento. Per la conversione sono stati impiegati diversi tipi di macchinario: accanto al classico gruppo di due convertitrici a 750 volt collegate in serie, alcune sottostazioni vennero montate con un'unica convertitrice da 750 kW a 1500 volt che diede ottimi risultati. Cinque delle sottostazioni più recenti sono state equipaggiate con raddrizzatori a mercurio da 1200 kW a 1500 volt, ogni gruppo essendo costituito da due cilindri in parallelo alimentati con corrente 12 fase a mezzo di trasformatori appositi. Questi raddrizzatori hanno un rendimento elevatissimo ed indipendente dal carico, hanno una sovraccaricabilità pari a quella delle convertitrici e richiedono una sorveglianza minima. Finora, non si sono incontrate difficoltà per mantenere il vuoto nei cilindri.

La corrente prodotta, benchè leggermente ondulata, si adatta benissimo al servizio di trazione.

La linea di contatto è del tipo a catenaria doppia, costituita da una corda d'acciaio che sostiene una corda ausiliaria di rame alla quale è sospeso il filo di contatto. Nelle curve non si impiegano tiranti: la sospensione si adatta alla curva assumendo i pendini una posizione inclinata, secondo il sistema già impiegato con successo sulle linee della Pensilvania negli S. U. d'America. Con questo, si conserva una flessibilità uniforme alla linea di contatto, ciò che è molto importante per una buona presa di corrente alle maggiori velocità e si ottiene inoltre una auto compensazione degli allungamenti prodotti dalle variazioni di temperatura.

Per la stabilità del filo di contatto nei rettifili, si sono impiegati speciali bracci orizzontali elastici; su alcuni tronchi è stata sperimentata con successo la semplice sospensione del filo di contatto a curve e controcurve successive scartate di 25 cm rispetto alla mezzaria del binario.

La campata normale varia da 90 metri in rettilineo a 45 metri nelle curve di raggio 800 m. La sospensione della linea di contatto, sempre con doppio isolamento, è fatta in parte su isolatori a perno ed in parte su isolatori sospesi; questi ultimi sono preferiti.

Cura speciale si è rivolta alla protezione delle linee primarie e di contatto dalle sovratensioni e dalle sovracorrenti a mezzo di relais selettivi ed interruttori in olio che staccano automaticamente il tronco nel quale si fossero manifestati inconvenienti. In una delle centrali il neutro dei trasformatori è messo a terra attraverso bobine di reattanza e condensatori Capart. Anche le convertitrici nelle sottostazioni sono protette, oltre che da interruttori rapidi, da bobine di reattanza e da un dispositivo speciale di messa a terra costituito da un condensatore shuntato da una resistenza.

La scelta del tipo di connessione per le rotaie è stata oggetto di molti studi e prove, ma non è stato ancora trovato il tipo completamente soddisfacente. A giudizio del relatore si sarebbe dimostrato migliore quello costituito da una corta treccia o da un fascio di piattine di rame colle due teste fissate alle rotaie a mezzo di bulloni o di spine coniche d'acciaio passanti attraverso i fori del gambo.

Per il servizio delle varie linee, che pure presentano caratteristiche molto diverse l'una dall'altra e diverse esigenze di traffico, dopo prove ed esperimenti su diversi tipi di materiale, sono stati adottati quattro soli tipi di locomotori, e precisamente:

Due primi tipi, l'uno per il servizio passeggeri e l'altro per il servizio merci, hanno le stesse caratteristiche e differiscono solo nel rapporto degli ingranaggi; il terzo tipo è costituito da automotrici ed il quarto dai locomotori ad alta velocità per i treni espressi.

I primi sono locomotori a 4 assi su due carrelli. Ciascun asse è comandato, con due riduttori e ingranaggi disposti simmetricamente, da un motore a 1500 volt della potenza oraria di 350 HP e continua di 250 HP. Il peso totale del locomotore è di 72 tonnellate e la velocità massima di 90 km-ora per i tipi passeggeri e di 65 km-ora per i merci.

Nelle lunghe discese, per risparmiare i cerchioni, è impiegata normalmente la frenatura elettrica: nei primi tipi era stata applicata la frenatura a ricupero, ma si è trovato che l'economia nel consumo di energia non compensava la maggiore complicazione dell'apparecchiatura, per cui nei tipi più recenti si è sostituita la frenatura elettrica su resistenze.

È previsto il riscaldamento elettrico dei treni con presa diretta sui 1500 volt.

I locomotori per i treni merci possono trainare un treno di 1800 tonnellate in piano ed uno di 185 tonnellate sul 40 per mille. In questi tratti si aggiunge però, di solito, un locomotore ausiliario in coda al treno.

Le automotrici sono montate pure su due carrelli a due assi e ciascun asse è comandato da un motore a 750 volt della potenza oraria di 175 HP e continua di 125 HP. I motori sono collegati costantemente in serie a due a due. La velocità massima è di 80 km-ora, il peso di 52 tonn. con 48 posti a sedere e 32 in piedi.

Questi tre tipi di trattori permettono già di far fronte a tutte le esigenze del servizio.

Il quarto tipo, per i treni espressi, è in via di esperimento.

Il problema dei locomotori ad alta velocità non può dirsi ancora definitivamente risolto per alcune difficoltà di carattere meccanico che esso presenta: la trasmissione con ingranaggi richiede infatti elevate velocità periferiche che rendono più difficile una buona lubrificazione degli ingranaggi stessi; dall'altra parte montando i motori direttamente sugli assi, si aumenta notevolmente il peso non molleggiato e si determina un tormento più forte dell'armamento. La Compagnia del Midi sta facendo esperimenti con un nuovo tipo di trasmissione a ingranaggi conici la quale ha dato buoni risultati con velocità fino a 125 km-ora.

Il relatore segnala poi che questi locomotori di prova presentano una buona stabilità di marcia pur essendo a rodiggio simmetrico — 2-C-2 — rodiggio che in passato era stato giudicato inadatto per le alte velocità, ed osserva che ciò si è ottenuto grazie ad una opportuna disposizione delle parti meccaniche e ad una razionale distribuzione dei pesi.

Attualmente si sta studiando per lo stesso servizio, un tipo di locomotore più potente — da 3200 HP orari — a 4 assi motori, capace di trainare in piano treni da 600 tonn. a 95 km-ora e treni da 380 tonn. a 110 km-ora.

Per quanto riguarda i risultati economici della elettrificazione, il relatore osserva come sia ancora troppo presto per poter dare delle cifre, però può già affermare che l'elettrificazione si è dimostrata vantaggiosa sotto molti aspetti.

Non solo il personale di macchina costa meno, ma il suo percorso giornaliero è aumentato del 30 per cento in confronto del servizio a vapore.

Il percorso giornaliero dei locomotori è poi superiore di due volte e mezza a quello delle locomotive, ciò che ne compensa largamente il maggior costo.

Anche il costo dell'energia idroelettrica è notevolmente inferiore a quella del carbone ed economie sensibili si sono realizzate nei servizi di deposito perchè, coll'eliminazione del focolare e della caldaia, la manutenzione ordinaria del locomotore è molto più semplice e rapida di quella della locomotiva.

Un'altra ragione di successo economico sta nell'incremento del traffico che si è verificato sulle linee elettrificate come conseguenza del servizio più rapido e più frequente. La velocità commerciale dei treni è aumentata sensibilmente; un tratto di 12 km con pendenza del 33 per mille che era percorso dalle locomotive a vapore in 34 minuti, è coperto dagli stessi treni colla trazione elettrica in 13 minuti, e su di un percorso di 150 km pianeggianti il Sud Express ha guadagnato colla trazione elettrica 25 minuti. Nelle gallerie l'abolizione del fumo e delle ceneri costituisce un sollievo non indifferente per i viaggiatori e nelle zone boschive l'assenza di scintille evita il pericolo di incendi, non infrequenti colla trazione a vapore.

Data la facilità di intensificare le corse senza spese eccessive, è nel programma della Compagnia una trasformazione radicale del servizio su molte linee, sulle quali saranno introdotti treni, leggeri e frequenti come nei servizi suburbani.

Il relatore osserva infine che, per la Francia, uno dei maggiori vantaggi della elettrificazione ferroviaria sviluppata secondo il programma governativo, sarà quello di creare una fitta rete di linee di distribuzione ad alta tensione attraverso tutto il Paese. Questo infatti permetterà di fornire l'energia elettrica a vaste regioni agricole nelle quali non era stato ancora possibile trasportarla perchè le spese di impianto vi avrebbero trovato troppo scarso rendimento. D'altra parte molte linee ferroviarie a traffico limitato, che richiederebbero per il loro servizio piccole quantità di energia, ma che appunto per questo non avrebbero mai potuto affrontare vantaggiosamente il problema della elettrificazione, potranno invece contribuire ad una migliore utilizzazione dell'energia disponibile nelle reti primarie: dalla combinazione delle due situazioni, per se stesse sfavorevoli, risulterà uno stato di cose decisamente vantaggioso tanto al servizio ferroviario quanto allo sviluppo industriale ed agricolo di vaste regioni.

(g. a. r.).

:: :: CRONACA :: :: ::

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Progressiva elettrificazione della Parigi-Orleans. (E. R. J., 4 novembre 1922, pag. 745-746). — Fra le reti della Francia di cui è stata progettata l'elettrificazione, c'è quella della Parigi-Orleans che raggiunge i 230 km se vi si include anche il tratto che va fino a Vierzon, passando per Nouan e Sabris.

La trazione di queste linee verrà effettuata con 200 locomotori, di cui 120 sono già stati ordinati ad un gruppo di officine francesi.

Ogni locomotore svilupperà la potenza di 1400 HP per un'ora e di 1200 HP a carico continuo, con alimentazione a corrente continua a 1350 V. Essi sono costituiti da un'unica intelaiatura montata su due carrelli, e raggiungono il peso complessivo e aderente di circa 66 T.

Le parti meccaniche sono però calcolate in modo da poter sopportare un sovraccarico di circa 80 tonn., senz'alcuna modificazione all'infuori del cambiamento delle molle.

La seguente tabella dà i diversi sforzi di trazione e le velocità in relazione alle diverse connessioni in serie, in parallelo e in serie-

parallelo, essendo il rapporto degli ingranaggi 21:62 e il diametro delle ruote di m 1,20.

| Sforzo di trazione in kg | Velocità in km/h | Connessioni | |
|-----------------------------|---------------------|-----------------|----------------|
| 7060 | 10,3 | serie | campo completo |
| 5540 | 13,8 | serie | » ridotto |
| 7060 | 22,1 | serie-parallelo | » completo |
| 5540 | 28,8 | serie-parallelo | » ridotto |
| 7060 | 45,7 | parallelo | » completo |
| 5540 | 59,1 | parallelo | » ridotto |

Ogni asse è comandato da un motore in serie, 1500 V, che in lavoro continuo, sviluppa una potenza di 300 HP con 1350 V, e per un'ora una potenza di 350 HP pure a 1350 V. La figura 1 mostra lo schema generale di un locomotore.

Il complesso equipaggiamento di comando e controllo viene fornito dalla Casa americana Westinghouse El. e Mfg. Co.

I locomotori hanno cabine di comando ad ambedue le estremità, possono funzionare in multiplo, e i controlli del tipo elettro-pneumatico sono azionati da una batteria d'accumulatori a bassa tensione.

I circuiti sono disposti in modo da permettere l'introduzione e il funzionamento dei dispositivi per il ricupero dell'energia e per la frenatura meccanica. Il ricupero verrà però introdotto soltanto in un secondo tempo, quando la linea si estenderà al sud di Vierzon.

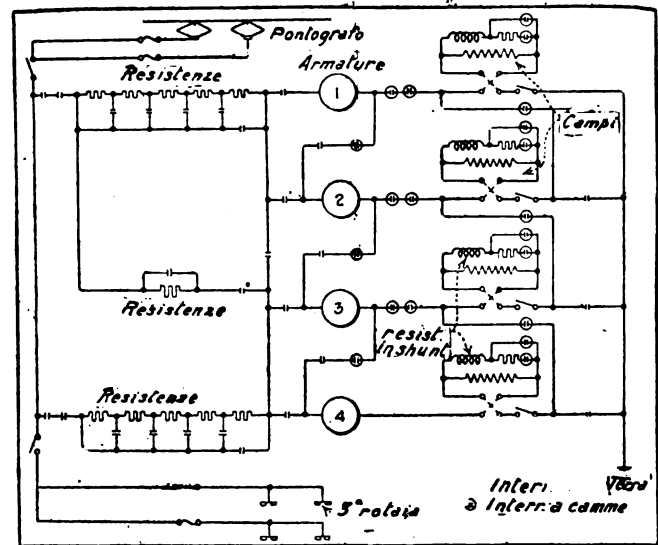


Fig. 1.

L'energia viene presa sia da filo aereo, sia da terza rotaia; il primo sistema è usato nelle stazioni, negli incroci e nei punti pericolosi, l'altro lungo linea.

Il locomotore è munito di un pantografo a pressione d'aria, di un interruttore principale a coltello che disinserisce il circuito della locomotiva dal trolley, di un altro interruttore per il distacco del pattino della terza rotaia.

Il circuito principale è comandato da un interruttore generale e da un gruppo di interruttori a camme collegati fra di essi per impedire errori di comando. Tutti gli interruttori sono comandati pneumaticamente colla pressione di 6 kg-cm².

La protezione contro i sovraccarichi è ottenuta a mezzo di relais, uno per ogni motore e uno per la conduttura principale. Valvole di sicurezza sono pure disposte nel circuito del trolley e in corrispondenza delle connessioni con la terza rotaia. Si è previsto in futuro, ove venga reso necessario, per diminuire gli archi alle spazzole dei motori, l'impianto di un interruttore extra-rapido sulla presa.

Su ciascuna estremità del carro è disposto a sinistra, secondo l'uso francese, un controller principale, e vicino a questo il comando del freno.

Ogni locomotore è munito di due ventilatori per il raffreddamento dei motori e di due compressori.

L'equipaggiamento dei comandi viene sottoposto ad una severa prova prima e dopo il montaggio sul locomotore.

I primi locomotori dovrebbero entrare in servizio il 1° ottobre 1923; mentre l'intero gruppo potrà essere pronto per il gennaio 1925.

a. r.

*

Prove di elettrificazione con corrente trifase a frequenza industriale sulle Ferrovie dello Stato italiano. (Revue B.B.C. febbraio, 1923, pag. 34, e settembre 1923, pag. 175). — È noto che, in vista dei vantaggi che deriverebbero dall'alimentazione diretta delle linee di trazione con corrente a frequenza industriale, (eliminazione degli impianti convertitori ed economie inerenti alla marcia in parallelo delle linee di trazione colle reti industriali) le Ferrovie dello Stato italiane hanno deciso un esperimento in grande scala di trazione trifase a frequenza industriale su alcune linee dell'Italia Centrale.

È stata scelta la tensione di 10.000 volt e la frequenza di 45 pe-

riodi. Un valore così elevato della tensione, ritenuto finora inammissibile per linee di trazione trifasi, è stato scelto in vista delle forti cadute di tensione induttive che si verificano nella linea di contatto; mentre per la frequenza ci si è tenuti ad un valore intermedio fra i più diffusi di 42 e 50 periodi.

Il primo tronco elettrificato sarà quello da Roma a Tivoli, per una lunghezza di circa 40 km e con un dislivello di 170 metri. Lungo di esso esistono sette stazioni. Il profilo si presenta, in massima, pianeggiante nei primi venti chilometri, mentre nel secondo tratto presenta una pendenza pressoché costante del 15 per mille. Se questo primo esperimento darà buoni risultati, verrà elettrificata collo stesso sistema anche la Roma-Anzio della lunghezza di circa 60 km con profilo presso che orizzontale e, successivamente altre linee dell'Italia Centrale. Nell'Italia settentrionale invece, il programma di elettrificazione prevede la continuazione dell'attuale sistema a 3300 volt e 16,7 periodi, così che, per il servizio nelle stazioni al limite fra le due zone occorre prevedere locomotori capaci di funzionare coll'uno e coll'altro sistema. Sono stati studiati a questo scopo, motori asincroni capaci di sviluppare la coppia normale anche con valori della tensione e della frequenza ridotti ad un terzo del normale (la velocità diminuirà naturalmente nella stessa proporzione) e le stazioni di passaggio saranno alimentate a bassa frequenza ed a 3300 volt.

Il Tecnomasio Italiano Brown Boveri ha in costruzione, per questi esperimenti, quattro locomotori per servizio passeggeri e quattro per servizio merci colle seguenti caratteristiche:

Locomotori per treni passeggeri: Rodiggio 1—D—1; Potenza 2700 HP; Diametro ruote motrici 1630 mm.

La trasmissione del movimento si effettua a mezzo di bielle triangolari comandate da assi ausiliari.

I locomotori sono equipaggiati con due motori da 1000 kW a ventilazione forzata, commutabili a 6 ed 8 poli e collegabili in parallelo ed in cascata; così che si possono avere quattro velocità di regime. I motori sono alimentati a 1000 volt per mezzo di un trasformatore con raffreddamento a circolazione d'olio della potenza di 1730 kVA per mezz'ora. Un apposito avvolgimento permette di derivare dallo stesso trasformatore la tensione di 110 volt per i servizi ausiliari.

L'avviamento si effettua a mezzo di reostati a liquido regolati automaticamente.

Le caratteristiche del gruppo motore sono le seguenti:

| | | | | |
|---|-------|-------|------|------|
| Numero dei poli: | 2 × 8 | 2 × 6 | 8 | 6 |
| » dei giri: | 337 | 450 | 675 | 900 |
| Velocità in km/ora: | 37,5 | 50 | 75 | 100 |
| Sforzo di trazione orario ai cerchioni kg | 6600 | 6600 | 8500 | 7000 |

Sulle discese si realizza automaticamente la frenatura a ricupero. Il peso del locomotore in servizio è di 91 tonn.; il carico massimo per asse, di 16 tonnellate.

Locomotori per treni merci: Rodiggio E; Potenza 2300 HP.

Nella parte meccanica sono analoghi ai locomotori a cinque assi già in uso presso le FF. SS. per il servizio merci.

La trasmissione del movimento si effettua a mezzo di bielle triangolari come nel tipo precedente ed anche il trasformatore è identico.

I motori hanno un numero fisso di poli e possono essere accoppiati in parallelo od in cascata. Le loro caratteristiche sono le seguenti:

| | | |
|---|--------|--------|
| Numero dei poli: | 2 × 6 | 6 |
| » dei giri: | 450 | 900 |
| Velocità in km/ora: | 25 | 50 |
| Sforzo di trazione orario ai cerchioni in kg: | 10 000 | 12 000 |

Anche con questi locomotori si effettua automaticamente la frenatura a ricupero nelle discese.

Il peso del locomotore in servizio è di circa 76 tonnellate.

Il tronco elettrificato sarà alimentato da una sottostazione di trasformazione a Prenestina (a circa 4 km da Roma) che riceverà l'energia dalla centrale del Sagittario delle FF. SS. e da una sottostazione a Castel Madama (presso Tivoli) la quale servirà, in seguito, per alimentare anche la Tivoli-Sulmona (lunga 132 km con pendenza massima del 31 per mille), che è pure compresa nel programma di elettrificazione.

g. a. r.

VARIE.

Ingegneri ed industriali all'estero. — Nel prossimo marzo una comitiva di ingegneri, industriali e capitecnici si recherà in Francia e nel Belgio per un giro di osservazioni visitando fabbriche, stabilimenti, officine, miniere, installazioni fluviali e marittime, musei d'arte e mestieri, ecc., ecc.

La gita è organizzata dal Sindacato Nazionale Agricolo, Commerciale, Industriale di Firenze, per lo sviluppo delle relazioni con l'estero, ed ha l'appoggio delle Camere di Commercio Italiane, di Parigi e Bruxelles.

Presso le Camere di Commercio si possono avere informazioni e programmi. Le migliori accoglienze sono riservate ai partecipanti al viaggio da parte di autorità ed enti competenti francesi e belgi.

:: Note Politiche, Economiche e Finanziarie ::

La crisi ministeriale inglese che portò al potere i labouristi, ha dominato lo scorso mese il quadro politico Europeo, e ad essa si riattaccano come causa prossima o lontana molti aspetti dell'attività delle cancellerie delle Nazioni. Dopo l'esito ben chiaro delle elezioni a cui già accennammo nelle precedenti Note, i giorni del Ministero Baldwin erano contati inevitabilmente. Ed infatti la crisi precipitò rapidamente e, ad onta degli sforzi dei liberali e dei conservatori per impedire l'esperimento labourista, essa fu risolta nel modo più logico colla chiamata al potere del partito che era uscito vincitore dalle elezioni.

Il nuovo Ministero Mac Donald non sembra tuttavia diretto a realizzare le catastrofiche previsioni degli avversari. Esso infatti fu composto interamente all'infuori dell'ala estrema del partito, e i primi atti della sua politica manifestano il desiderio di evitare esperimenti precipitati od eccessivi. Nè d'altra parte la situazione interna dell'Inghilterra sembra consigliare tali esperimenti. Già il nuovo Gabinetto si è trovato davanti al gravissimo sciopero ferroviario, e sotto la minaccia di un altro non meno grave del personale dei porti.

È certo tuttavia che il nuovo Ministero accentuerà molti atteggiamenti già assunti dalla precedente politica internazionale inglese rispetto ai problemi fondamentali delle riparazioni e della ricostruzione europea. È appunto questa convinzione che suscita mal celate apprensioni specialmente in Francia, mentre rende generalmente bene accetto il nuovo Gabinetto agli altri Paesi!

Del resto già negli ultimi tempi del Ministero Baldwin la politica inglese era andata ancora una volta accentuando il suo dissenso fondamentale con quella francese. Le avventure del Palatinato e del separatismo Renano, colla guerriglia delle bande e gli attentati individuali avevano dato occasione ad una manifestazione clamorosa di tale dissidio, coll'inchiesta inglese nelle regioni occupate dalla Francia. L'inchiesta condotta dal Console inglese, Clive, e considerata dall'opinione pubblica francese come un'aperta atto d'inimicizia, giunse ai risultati che erano facilmente prevedibili. Essa diede la constatazione ufficiale che il movimento separatista Renano è un'ombra senza corpo, una montatura fittizia delle Autorità d'occupazione e un'altro esemplare di quella cecità strana che ha guidato troppo spesso la politica francese del dopo guerra.

Uno dei primi atti di Mac Donald è stata quella di prendere contatto col rappresentante inglese nella Commissione delle Riparazioni. Nella stampa si parla molto di progetti allo studio per una nuova discussione e un nuovo riassetto del problema generale dei debiti di guerra e delle riparazioni. Ed è probabile infatti che si assista fra non molto ad una manovra inglese, che troverebbe indubbiamente il cordiale appoggio italiano, per giungere ad una sistemazione del perdurante caos europeo. Contatti diretti sono già corsi fra il Ministero inglese e quello francese. Il Premier inglese ha rivolto a Poincaré una lettera personale, nella quale rilevando l'inquietudine dell'opinione pubblica inglese per la situazione internazionale, chiede alla Francia l'aiuto per regolare definitivamente i problemi del momento. La risposta francese venne redatta in forma molto conciliante e pare si avrà fra non molto un incontro fra i due capi di Governo. Da parte francese si gioca evidentemente una partita di attesa e di prudente assaggio, ma nulla lascia prevedere che si sia realmente disposti ad abbandonare i soliti punti di vista.

Il momento è particolarmente adatto alla trattazione di tutti i problemi connessi alla questione della Ruhr, dopo l'avvenuto riavvicinamento formale fra Francia e Germania, e l'entrata in efficienza dei due Comitati di esperti. Se mai vi fu occasione adatta ad una ripresa in esame generale della questione è certamente questo, in cui si stanno per avere dei dati alquanto attendibili sulle veritiere condizioni della Germania.

Il primo Comitato degli Esperti, quello destinato a inquire sulle reali condizioni finanziarie della Germania, ha tenuto una serie di sedute a Parigi. Vennero uditi anche il Sottosegretario tedesco, Bergmann, e il Dott. Schacht, Presidente della Reichsbank. Quest'ultimo ha sottoposto ai periti il progetto per la creazione di una Banca di emissione destinata a sostituire le monete attualmente in corso, con marchi-oro. L'esposizione dello Schacht ha fatto nel complesso buona impressione; vi sono tuttavia divergenze notevoli di vedute. I periti vorrebbero che la Banca fosse fondata con capitali tedeschi da completarsi col concorso straniero, e che essa avesse una direzione internazionale; la proposta tedesca contempla invece un prestito internazionale da completarsi con contributi tedeschi, ed una direzione puramente tedesca.

Il Comitato, dopo essersi occupato della riorganizzazione delle ferrovie tedesche e delle industrie dei trasporti, ha deciso di trasportare la sua sede a Berlino.

Il Cancelliere Stresemann ha dichiarato che il Governo farà tutto il possibile per facilitare l'opera dei periti ai quali saranno aperti i libri contabili dello Stato. Il Governo però ha intanto preparato un memoriale da presentare al Comitato e dal quale risulterebbe che il bilancio 1924 non permetterà alla Germania di effettuare nessun pagamento in conto riparazioni, nè in valuta nè in natura. La buona volontà formale delle Autorità tedesche sembra perciò ragionevolmente sospetta di poca sincerità; così si perpetuano da una parte e dall'altra gli equivoci e i malintesi.

Per il cambio di indirizzo, inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.

Anche il secondo Comitato, quello incaricato della ricerca dei capitali tedeschi nascosti all'estero, si è trasportato a Berlino. I lavori del Comitato sembrano procedere favorevolmente, se si vuol credere alle parole del delegato inglese, Mac Kenna, presidente del Comitato stesso. Egli, parlando a Londra, ha fatto delle dichiarazioni interessanti: «La relazione che presenterà il Comitato, — egli ha detto, — se le nostre speranze si attueranno, porterà qualche cambiamento nella mentalità di coloro che hanno da trattare il problema delle riparazioni; cambiamento assolutamente necessario, perchè si possa ottenere una pace permanente».

A chi sia rivolto tale monito, nuovo grave esponente della prevalente volontà inglese, non è chi non comprenda!

Se una volontà nuova e recisa non interviene, non sembra però probabile che la soluzione dell'annoso problema sia così vicina come l'attenuazione delle asprezze formali potrebbe far credere.

Permane nei due principali avversari lo stato d'animo primitivo, ed entrambi giocano la partita senza sincerità e senza disposizione ad una reale conciliazione. Gli esempi ne sono molteplici e continui. Mentre in Francia si tende a dar grande valore morale alla diminuzione della pressione militare nella Ruhr, diminuzione dovuta in gran parte alla necessità di ridurre le spese di occupazione e di arrivare ad una proficua ripresa del lavoro, d'altra parte non si abbandonano le mene separatiste, e si moltiplicano le condanne anche capitali, pronunciate dai tribunali d'occupazione. La Germania cede formalmente su molti punti, ma praticamente non cambia la sua attitudine. Da tempo ormai il generale Nollet è ritornato a Berlino per riprendere il controllo militare interalleato, ma ad onta delle assicurazioni ufficiali, e delle proteste alleate, il controllo non ha potuto essere ripreso.

Il prossimo mese ci dirà probabilmente, fin dove la nuova situazione creata dalla crisi politica inglese potrà informare l'andamento politico dell'Europa centrale.

Con l'avvento al potere dei labouristi ritorna in primo piano la questione russa e il riconoscimento dei Soviet. Siamo certamente alla vigilia di avvenimenti importanti in questa direzione, avvenimenti la cui ripercussione su tutta la vita europea può essere grandissima.

La situazione interna della Russia minaccia tuttavia di aggravarsi nuovamente in seguito alla morte del dittatore, Lenin, che apre il campo alle competizioni e favorisce l'acuirsi delle scissure e delle lotte già vive. Una ripresa violenta di torbidi interni potrebbe certamente allontanare nuovamente, in pratica se non formalmente, la ripresa definitiva di contatto fra le Nazioni occidentali e la Russia.

In Grecia, la situazione, dopo il viaggio all'estero del re e la inevitabile formazione di Ministero di Venizelos permane più oscura ed incerta che mai. Le sorti della dinastia non sono ancora decise ufficialmente, ma per chi conosce le cose della Grecia, la dichiarazione pubblica di Venizelos che egli voterà per la repubblica, è più che sufficiente indizio della futura conclusione!

A pochi giorni dal Trattato di amicizia austro-turco, giunge notizia della firma di un consimile trattato fra Turchia e Ungheria. La Turchia continua lo spavaldo gioco di sfida colle Potenze; irritata dal ritardo proposto dalle Cancellerie europee alla ratifica del Trattato di Losanna, essa ha ufficialmente avvertito che procederà direttamente alla applicazione del Trattato stesso nella parte che torna a vantaggio degli interessi ottomani!

Molto parlare si è fatto intorno al recente accordo franco-ceco slovacco, di cui non sembra troppo convincente la asserita portata a favore della pace. L'Inghilterra specialmente non vede di buon occhio queste attività francesi e il moltiplicarsi dei prestiti militari ai piccoli Stati. Nella sua qualità di creditrice, essa è risolutamente intervenuta a Belgrado chiedendo alla Jugoslavia il pagamento del suo debito in precedenza a quello contratto colla Francia e domandando particolari sulle garanzie offerte dalla Jugoslavia alla Francia per il nuovo prestito di 300 milioni di franchi.

La mossa inglese, precedente al Ministero labourista, ha causato impressione vivissima in tutta la Piccola Intesa. La influenza francese pare alquanto scossa negli Stati dell'Europa orientale, i quali forse sentono troppo gravemente il peso degli impegni militari assunti. Sembra che la Polonia, si indirizzi verso la creazione di una lega baltica destinata ad equilibrare il peso della Piccola Intesa. Intanto il prestito francese alla Polonia è stato sospeso. Anche la Rumania ha rinunciato al prestito francese e si è rivolta ad altro Paese, che per ora non viene nominato. I giornali francesi notano che ciò torna a vantaggio della Francia affaticata dalla crisi del franco, e assicurano che le relazioni fra i Governi di Parigi e di Bucarest non furono mai così cordiali! Ma il lavoro francese per la supremazia nei Balcani è troppo noto, perchè questi sintomi di disinteressamento possano passare inosservati.

*

Le dichiarazioni di impotenza finanziaria che il Governo tedesco va esibendo non sembrano trovare intera rispondenza nella situazione reale della Germania. Le condizioni interne permangono certamente assai gravi, tuttavia è innegabile che la situazione è notevolmente migliorata dal novembre a questa parte.

Risulta dalle dichiarazioni fatte dallo stesso Presidente della Reichsbank al Comitato dei Periti interalleati, che alla fine di gennaio le spese dello Stato erano interamente coperte dal prodotto delle imposte. Le ferrovie sono già arrivate ad essere sufficienti a loro stesse e non gravano più come una minacciosa passività sul bilancio. Il rentenmark non ha variato il suo valore in rapporto alla moneta cartacea.

Sintomo ancora più importante di intensa attività economica è dato dalla bilancia commerciale. Essa, nei primi tre trimestri del 1923 aveva segnato un deficit mentre è ritornata adesso in forte attività. Anche il movimento nei porti segna una ripresa notevolissima. Specialmente quello di Amburgo, ad onta della crisi susseguente al movimento comunista, presenta nel 1923 un movimento superiore a quello dell'ante guerra.

Anche la situazione finanziaria è migliorata grandemente. La stampa dei biglietti è stata recisamente arrestata, per quanto sussista ancora un pericolo d'inflazione nei titoli d'ogni genere emessi dai diversi Stati e dai Comuni. Dei 1400 milioni di cui la Rentenbank può disporre ne furono emessi soltanto circa un terzo; coll'emissione di altri rentenmark sarebbe possibile assorbire gran parte della carta circolante.

Ciò che più nuoce alla ricostruzione della Germania è la mancanza di credito e di capitali; occorrerebbe far ritornare in patria i capitali emigrati all'estero. Ma a questo sta pensando per ben altri fini il Comitato degli esperti delle Potenze.

Il Consiglio della Società delle Nazioni e la Commissione delle Riparazioni continuano a darsi un gran da fare per l'ormai famoso prestito ungherese. L'accordo sulle modalità del prestito non è ancora raggiunto, ma viene ancora una volta annunciato come assai prossimo.

La Sottocommissione nominata dal Consiglio della Società delle Nazioni, ha concluso i suoi lavori indicando la necessità di stabilizzare il corso della moneta e di provvedere all'equilibrio del bilancio prima del 30 giugno 1925. L'ammontare del prestito, come è noto, non dovrebbe essere inferiore a 250 milioni di corone-oro.

In complesso la situazione economica dell'Ungheria si presenta in una luce favorevole, che rende possibile il prestito con una certa sicurezza. Il movimento agricolo e industriale è in continuo progresso. La bilancia commerciale è nettamente in attivo; nei primi sei mesi dell'anno finanziario in corso, le esportazioni superarono di ben 105 milioni di corone-oro le importazioni.

Fra le diverse voci delle esportazioni si nota una grande ripresa specialmente per grano e le farine (1612 e 131.632 quintali rispettivamente nell'ottobre 1922 contro 224.991 e 261.304 quintali nell'ottobre 1923), nella avena (22.796 quintali contro 121.118) e nel ferro (9868 quintali contro 40.871). Nelle importazioni sono in forte diminuzione i tessuti di cotone (da 13.482 quintali nell'ottobre 1922 a 4.793 quintali nell'ottobre 1923), il carbone (da 793.604 quintali a 322.699 quintali), le pelli conciate e la carta; segnano invece un aumento gli olii minerali (da 22.299 quintali a 103.870 quintali) e in minor proporzione il legname, i grassi e le macchine utensili.

In relazione al prevedibile sviluppo dei traffici italo-ungheresi la Confederazione Generale dell'Industria ha dato opera presso il Governo italiano perchè nelle trattative in corso vengano tutelati efficacemente gli interessi nazionali, prospettando principalmente tre ordini di misure: revoca dei divieti di importazione in Ungheria delle merci che più interessano la nostra produzione; disponibilità della valuta necessaria al pagamento delle merci italiane introdotte in Ungheria; proroga per altri cinque anni delle obbligazioni economiche e finanziarie imposte all'Ungheria dal Trattato del Trianon. Come è noto i Trattati danno all'Italia una posizione preminente nei riguardi delle riparazioni di guerra verso gli Stati eredi della cessata monarchia.

In Polonia, il Governo ha definitivamente approvato lo Statuto della nuova Banca di emissione. Il Governo controllerà un quarto del capitale e nominerà il Direttore ed il Vice Direttore. Il Governo non potrà contrarre verso la Banca debiti per un ammontare complessivo superiore a 50 milioni di franchi-oro; il Governo cederà alla Banca tutte le proprietà che attualmente appartengono alla Banca del Prestito Nazionale, nonchè le riserve auree, portando in tal modo il suo credito a un totale di 100 milioni di franchi-oro. La Banca non sarà però aperta che fra alcuni mesi.

Nell'intensificarsi dei rapporti fra la Russia e le Nazioni occidentali, si moltiplicano le informazioni e le notizie sulla situazione finanziaria, economica e industriale di quell'immenso paese. Appare ormai chiaro che il fallimento della primitiva economia dei Soviet è pienamente compreso dalle classi responsabili russe. La causa fondamentale è ancora e sempre nello squilibrio fra la città e la campagna, fra l'industria e l'agricoltura; il vincitore della sorda lotta protrattasi per anni è il contadino russo, inconscio ma vero fondamento dell'economia nazionale.

Il Commissario per l'alimentazione è costretto a dichiarare che al 10 novembre erano stati versati a titolo di imposte soltanto 9.600.000 quintali di frumento sui 48.000.000 che si attendevano. Malgrado che l'estensione delle terre coltivate a cereali sia aumentata del 16 per cento rispetto al 1922, la produzione del 1923 non è superiore a quella dell'anno precedente. Però mentre nel 1922 la produzione venne in gran parte destinata a stock, nel 1923 la si gettò sul mercato cercando di intensificare la esportazione. Secondo le dichiarazioni del rappresentante del Consorzio per l'esportazione del frumento, si ritiene di poter giungere a 12 milioni di quintali con un utile, per lo Stato, di cinque o sei milioni di rubli-oro. Abbiamo però già altra volta accennato alla scarsa attendibilità di queste informazioni circa la disponibilità del grano, anche se di origine ufficiale.

La disoccupazione aumenta continuamente. Dal 31 dicembre 1922 al 1 ottobre 1923 gli operai senza lavoro si sono duplicati di numero, raggiungendo il milione. Non ci sarebbero ormai più che 1.602.000 operai e impiegati che ancora lavorino. Le officine e gli stabilimenti si vanno chiudendo. Il traffico ferroviario è assai limitato, i doppi binari

sono generalmente soppressi. Si calcola che sui 65 000 chilometri di binari della rete ferroviaria russa, solo 15 000 siano in efficienza, mentre gli altri 50 000 servirebbero di stock ai precedenti.

Il raccolto del cotone è stato deficientissimo. Gli acquisti all'estero di macchinario per le industrie che avevano raggiunto un importo complessivo di 30 milioni di rubli-oro nel 1922, sono discesi a 24 milioni nel 1923.

Il Vice Presidente del Consiglio dei Commissari del Popolo, Kameneff, ha chiaramente dichiarato che la Russia attraversa attualmente una crisi di dissoluzione e quasi di fallimento delle sue istituzioni commerciali.

Il Kameneff ha assai bene lumeggiato le cause fondamentali di tali crisi. La classe operaia è incapace di assorbire la produzione agricola. La cessazione delle esportazioni rendendo insufficiente la domanda ha prodotto un impoverimento della classe agricola, la quale a sua volta ha cessato di essere un cliente sufficiente per l'industria. Inoltre la politica di sfruttamento dei Sindacati Industriali ha messo in contrasto l'operaio col contadino. L'economia russa non potrà risolversi che riprendendo le esportazioni.

Questo riconoscimento, divenuto ormai convinzione nei capi bolscevichi spiega la grande attività che il Governo russo mette nell'intrecciare trattative coll'estero. Si ha notizia di importanti contatti a Mosca fra gruppi industriali inglesi e i Soviet. Le grandi Ditte metallurgiche inglesi fornirebbero ferro e acciaio, nonché locomotive e macchine utensili per dar modo alla Russia di accrescere la sua produzione. Queste trattative acquistano un sapore tutto speciale colla salita al potere del Governo labourista. Si annuncia pure che l'Associazione delle Cooperative Russe ha concluso il primo contratto coll'America. Le Cooperative riceverebbero crediti dalla Società Americana per le macchine agricole che fornirebbe macchine per un valore di 500.000 dollari. Le Cooperative Russe avevano ancor prima della guerra depositato a una Banca di New York capitali per 2.500.000 dollari, che garantiscono il pagamento del macchinario fornito.

La Norvegia che ha già importato un certo quantitativo di segale russa, ha intrapreso trattative per concessioni marittime nel Mar Bianco. D'altra parte il Governo Russo avrebbe accantonato una somma di sei milioni di corone norvegesi per l'acquisto di merci in Norvegia.

In rapporto con questo sforzo di riannodare relazioni col mondo economico esterno, vanno messe tutte le riforme che si vanno compiendo nella struttura economica e nel funzionamento finanziario del Paese. Si annuncia ora che sarà prossimamente emesso un prestito interno per 100 milioni di rubli-oro coll'interesse dell'8 per cento. Lo scopo manifestato è quello di permettere alle organizzazioni industriali bolsceviche di investire fruttuosamente le loro risorse monetarie; ma da molte parti si ritiene che il prestito sia diretto soltanto a riassorbire tutti i crediti accordati alle industrie sottoposte a controllo di Stato.

Giunge qualche notizia statistica ufficiale dalla Russia sull'anno finanziario 1922-23. La produzione dell'industria statizzata ha raggiunto un valore di 1.200.000 rubli-oro, così ripartiti: combustibili, rubli-oro 188 388; industrie metallurgiche, meccaniche ed elettriche, rubli 214 482; industrie tessili, 322 795; industrie chimiche, 87 714; industrie ceramiche, vetri, cementi, ecc., 14 407; industrie dei pellami rubli 56 033; industrie alimentari, 91 211; varie 220 886. Nello stesso anno finanziario le esportazioni dalla Russia hanno segnato un valore complessivo di 210 608 000 rubli-oro, ciò che rappresenta un aumento del 100 per cento sull'anno precedente.

*

L'Italia ha continuato da parte sua le trattative e gli approci con la Russia. Si può ormai affermare con sicurezza che la stipulazione di accordi concreti è virtualmente decisa e che presto si addiverrà a un trattato ufficiale. Non si può ancora dire quale portata avrà il trattato, ma certamente esso avrà ripercussioni grandi anche nei rispetti delle altre Nazioni. Già abbiamo più volte accennato ai vantaggi che l'Italia potrebbe ritrarre da una ripresa di traffici colla Russia, specialmente se essa fosse la prima Potenza a stringere relazioni ufficiali.

Ma il fatto capitale della politica estera ed economica italiana, fu certamente la stipulazione del patto di amicizia italo-jugoslavo. Forse nessuno poteva prevedere che la lotta per Fiume si sarebbe risolta in un patto di amicizia; certo lo stupore fu grande nel mondo politico europeo. Molto fu detto e scritto in proposito e si parlò di vittoria italiana e di trionfo jugoslavo. La verità si è che il patto giova ad entrambi i contendenti. Il solo fatto di aver tolto di mezzo una ragione di discordia ed un possibile fomite di complicazioni, conferisce maggior libertà alle due Nazioni e ne rende più considerevole il peso nell'arringa politico europeo.

La Jugoslavia potendo appoggiarsi ora con sicurezza all'Italia, cessa dalla posizione quasi subordinata in cui essa si trovava nella Piccola Intesa, in causa della necessità di passare attraverso Praga per giungere a Parigi, unica Capitale amica per il passato. L'Italia per questa stessa ragione viene ad aumentare notevolmente la sua influenza nella stessa Piccola Intesa, presso la quale la sua voce acquista non minor peso di quella della Francia, anche in ragione della tradizionale e fidata amicizia romana.

Di grande importanza è la conclusione del patto italo-jugoslavo anche nei riguardi economici. Fino ad ora la ragione politica aveva avuto il sopravvento su quella economica. Le difficoltà doganali, gli impedimenti ferroviari, tutto il complesso di relazioni sospette ed

incerte, avevano finora ostacolato il formarsi di quelle intense correnti di traffico, che dovrebbero naturalmente formarsi data la vicinanza dei due Paesi.

È notevole osservare che nel passato noi importavamo dalla Jugoslavia più di quanto noi vi importassimo. Nel 1923, infatti, abbiamo importato merci per un valore di 382 milioni di lire, mentre la nostra esportazione nel vicino Stato fu di soli 222 milioni di lire, ebbimo cioè uno sbilancio di 160 milioni. Le voci principali dell'importazione sono il legname, di cui entrarono in Italia 354 000 tonnellate per un valore di 125 milioni di lire, e gli animali bovini di cui, si importarono 61 000 capi per un valore di 79 milioni; i cavalli per 33 milioni; legna da ardere e carbone per 25 milioni; granoturco per 22,5 milioni; pollame vivo per 12 milioni di lire. Nelle esportazioni sono da notare specialmente i tessuti di cotone per 114 milioni; i tessuti di lana per 38 milioni; e i filati di cotone per oltre 17 milioni.

Le cifre sopra riportate non sono certamente conformi alle possibilità di traffico esistente fra i due Paesi. Il nuovo trattato di commercio che è in corso di stipulazione e sarà concluso fra breve avrà senza dubbio una benefica influenza al riguardo. La nostra industria manifatturiera può trovare nella vicina Nazione un mercato importante dove non mancano le condizioni favorevoli per una larga affermazione.

Colla sistemazione dei rapporti italo-jugoslavi, viene a risolversi nel modo più naturale la questione economica di Fiume. Essa ritorna ad acquistare il suo naturale retroterra, e la Jugoslavia non ha più ragione di andar pensando alla creazione di un nuovo porto sull'Adriatico; questa soluzione mentre avrebbe portato un onere finanziario gravissimo al giovane Stato sarebbe stata anche grandemente pregiudizievole alla vita di Fiume. Anche in Ungheria la sistemazione della questione Fiumana è stata salutata con soddisfazione perché vengono così tolte le molte difficoltà che quello Stato incontrava nel servirsi di Fiume come di suo sbocco naturale al mare, da parte della Jugoslavia; da prima vi erano stati dei malumori a Budapest sembrando che l'Italia si fosse accordata cogli jugoslavi per gravare la mano sui vinti ungheresi; ma ben presto si fece strada una più serena valutazione dello stato reale delle cose.

Anche il trattato commerciale coll'Albania, testè concluso, potrà avere una non trascurabile importanza sia dal lato economico che dal lato politico. L'interesse dell'Italia ad affermarsi saldamente sull'altra riva dell'Adriatico è universalmente noto, e si deve salutare con gioia che tale affermazione possa avvenire con mezzi pacifici e volgendo le possibili ragioni di contrasti e di sospetti in benefica concordanza di reciproci interessi.

Fino ad ora vigevano ancora coll'Albania le tariffe portuali dei tempi del dominio ottomano; esse erano gravosissime e ostacolavano grandemente i traffici. Anche le tariffe doganali erano altissime, e da altra parte esse costituivano una delle entrate principali dello Stato Albanese. Viceversa gli articoli principali che l'Albania esporta in Italia, ossia i pellami e le lane gregge non pagavano dazio alcuno. L'Albania è paese agricolo e produttore di materie prime utili per le nostre industrie; d'altra parte essa ha bisogno di prodotti manifatturati. Meritano di non essere perdute di vista anche le ricerche petrolifere. È noto che qualche risultato positivo si era ottenuto già durante la guerra, dalle nostre truppe di occupazione; sarebbe doloroso che anche qui ci vedessimo preceduti da qualche esponente dei colossi petroliferi dell'estero.

Un accordo d'indole finanziaria ed economica fu pure concluso fra l'Italia e l'Ungheria. Le stipulazioni, già firmate, si riferiscono al regolamento di alcune questioni finanziarie pendenti, alle comunicazioni coi porti dell'Adriatico, e al transito delle merci.

La politica di espansione a base di amicizie e di accordi continua così ad essere efficacemente perseguita dal nostro Governo, ed è indubitato che essa ridonda a vantaggio del Paese che cresce d'importanza e di stima nel mondo.

Abbiamo accennato altra volta all'interessamento del capitale italiano nelle imprese elettriche della Stiria. Il Ministro degli Esteri Austriaco ha avuto parole di grande simpatia verso l'Italia, verso la quale afferma di voler condurre con particolare cura una politica di cordialità in corrispondenza ai molteplici interessi che collegano i due Paesi. Siamo evidentemente in un'epoca di simpatia internazionale per l'Italia. Perfino la Grecia sembra scordare la sua vecchia animosità ed i rancori recenti e si profonde per bocca di Venezelos in attestazioni di simpatia, in promesse ed auguri di cordialità e di amicizia! Il Portogallo si è finalmente deciso ad approvare la convenzione per l'approdo del cavo sottomarino italiano alle Azorre. In Inghilterra vi è un movimento notevolissimo nell'opinione pubblica orientata verso una ripresa di affiatamento col nostro Paese. Ne è sintomo ufficiale il riannodarsi delle trattative per Giubaland sollecitato dal Gabinetto Baldwin negli ultimi tempi della sua permanenza al potere. Il nuovo governo labourista non potrà non tener conto di questo stato d'animo, tanto più che le direttive della nostra politica estera sono per tanti aspetti concordanti con quelle inglesi.

*

Le condizioni economiche e finanziarie del nostro Paese risentono i benefici effetti della interna tranquillità e della proficua politica estera. In tempi perniciosi e difficili nei quali anche le più fortunate Nazioni sono travagliate da crisi e da ostacoli d'ogni natura,

l'Italia procede lentamente ma senza interruzione nella sua marcia verso il risollevarsi e la sistemazione definitiva.

Le statistiche relative al nostro maggiore porto, parlano eloquentemente dell'attività industriale italiana. Nel 1923, arrivarono nel porto di Genova 4360 navi, vale a dire ben 568 più che nel 1922; ne partirono 4415 assai 635 più che nel precedente anno. Complessivamente si ebbe quindi un aumento nel movimento del porto, di 1203 navi. Il confronto basato sul tonnellaggio non è meno eloquente: tonnellaggio in arrivo 6.981.292 con una differenza in più di tonnellate 771.034 rispetto al 1922; tonnellaggio in partenza 6.988.877 con una differenza in più di 907.621 tonnellate.

La merce sbarcata a Genova nel 1923 ammonta a complessive tonnellate 5.750.070, ciò che significa un aumento di 782.079 (oltre il 13 per cento) tonnellate sull'anno precedente. Le merci imbarcate sommarono a 650.642 tonnellate con un aumento di 164.713 tonnellate (25%) sul 1922. Complessivamente si ebbe nel movimento delle merci un aumento di 946.792 tonnellate, sul quantitativo del 1922, ossia un aumento di quasi il 15% sul totale.

Il movimento ferroviario connesso al Porto di Genova risultò composto complessivamente da 352.440 vagoni caricati, vale a dire ben 51.747 vagoni in più che nel precedente anno (circa il 15% in più), con tonnellate 5.169.386 ossia 755.526 in più.

La mancanza delle forniture di carbone dalla Ruhr si è ripercossa in un aumento di quasi mezzo milione di tonnellate sbarcate a Genova. Viceversa i segni della prospera annata agricola si riconoscono in una diminuzione nella importazione del grano e dei cereali in genere, di cui si sbarcarono circa 150.000 tonnellate in meno che nel 1922. Da segnalare tre carichi completi di grano russo per 18.000 tonnellate giunte in novembre e dicembre, nonché quasi 20.000 tonnellate di manganese pure proveniente dalla Russia.

Si registra poi un aumento specialmente negli arrivi di materiali metallici grezzi o lavorati, nei pellami, nei fosfati e prodotti chimici, nelle carni congelate e bestiame vivo. E invece stazionario o in regresso il movimento dei tessuti in generale.

Il Rendiconto generale consuntivo dell'Amministrazione dello Stato, per l'anno finanziario 1922-23, approvato dalla Corte dei Conti, segna un leggero aumento di 12 milioni sulla cifra annunciata dal Ministro, sulla base dei primi accertamenti, nel suo discorso al Senato. Il disavanzo effettivo resta quindi definito in 3029 milioni. Viene poi segnalata una diminuzione di 759 milioni di lire nei Buoni del Tesoro ordinari avvenuta nel mese di novembre 1923; nei precedenti mesi di settembre e ottobre già si aveva avuto una diminuzione di 144 milioni; complessivamente si ha quindi una diminuzione di 903 milioni. Al 30 settembre u. s. i buoni del Tesoro rappresentavano un valore di circa 23.500 milioni.

Buone notizie si hanno anche sull'andamento della azienda ferroviaria la quale nel primo quadrimestre dell'anno finanziario in corso, registra un aumento di 200 milioni di entrate nei confronti del corrispondente periodo del precedente esercizio.

Gli ultimi avvenimenti in colonia, spazzando i centri di concentramento dei ribelli fanno rinascere le speranze nell'inizio di un periodo di prosperità sulle opposte sponde mediterranee. Gli inizi della colonizzazione effettiva procedono efficacemente. Furono espropriati, senza ricorrere ad alcuna azione coercitiva, 40.000 ettari di terreno propizio alla coltivazione. Si compirono circa 3000 chilometri di strade rotabili massicciate e compresse meccanicamente. La rete ferroviaria della colonia che chiude il bilancio 1922-23 con un forte passivo, sarà in pareggio nel bilancio 1923-24.

Dal capitale nazionale furono avanzate richieste per 80.000 ettari di terreno. La consegna è stata iniziata con conveniente lotizzazione agricola. È sorta sotto gli auspicci del Governo locale la Cassa di Risparmio della Tripolitania che potrà risolvere fino a 25 milioni il problema del credito ai colonizzatori.

Il commercio locale è in aumento. Le importazioni e esportazioni sono state di 157 milioni nel 1923 contro 106 milioni nel 1922. Anche la questione tributaria va migliorando. Nel 1921 si erano ottenuti 2 milioni e mezzo di tributo, nel 1923 si sorpassarono i 7 milioni e si conta di raggiungere i 10 milioni nel 1924.

Complessivamente l'insieme dei redditi civili della Tripolitania da circa 32 milioni nel 1922 è salito a 45 milioni nel 1923 (50% in più). Le spese civili che si riferiscono al consuntivo 1922-23 e possono considerarsi di poco inferiori a quelle dell'esercizio in corso, sommano a poco più di 27 milioni. Il bilancio civile della Tripolitania presenta quindi un avanzo di circa 18 milioni.

Anche dalla Cirenaica giungono confortanti notizie di ripresa agricola e commerciale dopo le brillanti azioni delle truppe che vi hanno ristabilito e garantito la tranquillità della vita civile.

Colla questione coloniale si ricollega il problema della emigrazione che minaccia di riacutizzarsi in seguito alle nuove misure restrittive approvate dal Senato degli Stati Uniti Nord Americani. La artificiosità del progetto di legge appare evidente quando si pensi che esso prende a base del calcolo per le percentuali di immigrati da ammettersi annualmente, il censimento americano del 1899. Gli spostamenti demografici avvenuti in questi ultimi 30 anni vengono così completamente trascurati! Siccome nel 1899 vi erano negli Stati Uniti pochissimi Italiani, la nostra emigrazione viene a ricevere un colpo gravissimo. Per di più la percentuale che era del 3% viene ridotta al 2%. In questo modo si calcola che non potrebbero essere ammessi negli Stati Uniti, nel migliore dei casi, più di 10.000 emigranti provenienti dall'Italia; cifra trascurabile rispetto alla corrente migratoria normale.

La restrizione alla nostra emigrazione riesce per più ragioni strana ed impreveduta. Anzitutto gli Stati Uniti, che già ostacolano la nostra esportazione colà con dazi proibitivi, limitando ancor più la nostra emigrazione, ci rendono sempre meno possibile il pagamento dei nostri debiti di guerra. Inoltre non si comprende come le misure restrittive vengano specialmente dirette verso l'emigrazione italiana, quando questa, grazie alla accurata selezione compiuta in patria, era andata assumendo nel suo complesso, anche a giudizio di autorevoli personalità nord-americane, una efficienza superiore a quella di ogni altro Paese Europeo.

Il nostro Governo è già intervenuto presso quello Americano, facendo rilevare come la nuova legge sull'emigrazione rivesta un carattere nettamente ostile alla nazione amica. Non è tuttavia il caso di farsi molte illusioni in questi tempi di egoistica cecità imperante, sebbene si possa ritenere che queste disposizioni sostanzialmente lesive allo stesso Stato che le emana non potranno perpetuarsi. Occorre quindi disporsi ad affrontare la chiusura del mercato emigratorio degli Stati Uniti dirigendo altrove la nostra disponibilità di lavoro. Qualche cosa si è già fatto in questo senso come dimostrano le statistiche della emigrazione nell'anno 1923.

Nello scorso anno l'emigrazione d'oltre oceano salì a ben 178.000 persone, con un aumento di 56.000 rispetto al 1922. Mentre in passato la grande maggioranza si dirigeva agli Stati Uniti, l'anno scorso, in causa delle precedenti misure limitatrici in vigore, soltanto 58.000 emigranti vi si recarono. Invece si rinforzò grandemente la corrente emigratoria verso l'Argentina, dove sbarcarono 94.000 persone. È confortante notare che l'Argentina ha dichiarato di non avere intenzione di ricorrere ad alcuna misura restrittiva circa l'immigrazione. Altri 15.000 Italiani si recarono al Brasile, 2800 all'Uruguay, 6400 al Canada, 1100 nell'America Centrale. I nostri emigranti sono sempre restii ad affrontare le maggiori distanze: soltanto 1150 persone si recarono in Australia.

Anche l'emigrazione continentale ha segnato un incremento notevole nello scorso anno. Nel 1923 si recarono negli altri Paesi di Europa ben 217.000 persone, vale a dire 48.000 più che nel 1922. Il numero maggiore (182.000) si diresse in Francia; 14.000 si recarono nel Belgio, 8500 nella Svizzera; il rimanente si distribuí fra le varie Nazioni. Ricorderemo 2700 emigrati in Turchia e 800 in Algeria.

Abbiamo altra volta dato notizia della simpatia nutrita per il nostro Paese dall'Emiro dell'Afghanistan. Il fratello dell'Emiro attualmente a Roma ha confermato le ottime relazioni che corrono fra la sua Patria e l'Italia. L'Afghanistan è un paese in gran parte ancora vergine ma dotato di grandi risorse naturali. L'illuminata politica dell'attuale Emiro, uomo di vedute moderne e larghe, potrà condurlo ad uno sviluppo rapido e notevole. Fa piacere che a questa opera di sviluppo e di organizzazione sia chiamato in così larga parte il nostro Paese, tanto lontano da quello. Un nuovo gruppo di ingegneri, di medici e di commercianti è partito da Roma per l'Afghanistan, e l'Emiro si ripromette di intensificare ancor più questi rapporti tecnici e commerciali.

*

Il mercato borsistico e dei cambi fu ancora dominato dal fenomeno della debolezza del franco belga e francese. Entrambi queste monete precipitarono violentemente al di sotto della nostra lira; il franco belga per rimanervi stabilmente, quello francese per riprendere, non appena passato il momento di panico, ma con fatica e fermandosi ben lungi dalle precedenti quotazioni.

Già abbiamo altra volta accennato alle cause intime e profonde di questa discesa del franco. La lira al livello del franco è la naturale conclusione dei due fenomeni concomitanti delle diverse politiche: italiana e francese. Mentre l'Italia impegnava tutta la sua energia e tutte le sue risorse alla propria ricostruzione ed al rinviamento della propria compagine economica, la Francia metteva degli ingenti deficit nel bilancio straordinario per le ricostruzioni attendendo i pagamenti tedeschi, si sovraccaricava di spese di occupazioni militari e si ingolfava in una politica estera di predominio continentale a base di impegni militari e finanziari. Così mentre la lira si sosteneva brillantemente, il franco diveniva inevitabilmente e progressivamente pesante fino a che l'inizio della crisi, col conseguente panico, ne precipitava esagerandolo, il tracollo. Nella constatazione della evitata débacle, l'Italia riscote oggi il primo meritato e confortevole premio della sua coraggiosa politica finanziaria.

Non è a credere però che la caduta del franco abbia ad avvantaggiare l'Italia. Il panico dei possessori di franchi, crea naturalmente una richiesta di moneta sana, sterline e dollari; il prezzo dei quali perciò va salendo, cosicché anche la nostra lira mantiene con difficoltà e con fatica le sue posizioni. Essa tuttavia riesce a sostenersi brillantemente, ed è questa una constatazione della più alta importanza poichè testimonia della fiducia che la nostra moneta gode ormai sul mercato internazionale.

La svalutazione del franco crea altresì delle condizioni di pericolo e disagio per la nostra industria che si vede minacciata da un intensificarsi della concorrenza straniera per la quale la brusca variazione della moneta costituisce una sorta di premio di esportazione. Il pericolo è tanto maggiore in quanto il trattato di commercio colla Francia, quale è attualmente in vigore, venne stipulato quando la situazione monetaria era ben diversa.

Il mondo monetario, dopo la guerra, è insanabilmente malato e lo sarà fino a quando l'America permarrà nel suo egoistico isolamento.

prendere, come l'opera tenace, paziente, modesta di Lui abbia reso tecnicamente possibile la pubblicazione di questo giornale. Quando nel 1913, da solo, contro il parere di molti, riusciva a trasformare gli atti dell'A. E. I. in una regolare pubblicazione quindicinale, Egli creava di fatto il giornale. E noi non dimenticheremo mai la sua costante, amorevole cooperazione, ed i suoi preziosi consigli nei primi tempi di vita del giornale e nel critico periodo della guerra.

A Lui ancora e sempre il nostro affettuoso, riconoscente pensiero; alla desolata sorella la rinnovata espressione del nostro profondo cordoglio.

Il giorno 8 seguirono i funerali che, com'Egli volle, si svolsero in forma modestissima; ma con grande concorso di soci e fra il profondo cordoglio di quanti avevano potuto conoscere, stimare ed amare il povero Bianchi.

Inviarono caldi telegrammi di adesione, il Presidente ed i vice-Presidenti generali, i Presidenti delle Sezioni e moltissimi soci autorevoli.

La stessa sera doveva aver luogo alla Sezione di Milano la seconda riunione per discutere i risultati della Conferenza di Parigi, ma il Presidente Semenza, dopo aver brevemente e felicemente rievocato la figura e l'opera di Angelo Bianchi alla foltissima e reverente adunata, certo di interpretare il pensiero di tutti i presenti, dichiarò sospesa la seduta in segno di lutto.

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI BOLOGNA

Il 29 novembre 1923, alle ore 21, l'Ing. Fracanzani, della Sezione Veneta, tenne una interessantissima conferenza « *Sull'energia reattiva nella economia generale del trasporto e della distribuzione della energia elettrica* ».

L'oratore, enunciato il risultato finale dell'influenza del fattore di potenza e sulle perdite ohmiche e sull'impegno di impianto, espone come le due influenze dell'energia reattiva si possano determinare nel caso generale con espressioni, le quali non solo conducono a buona approssimazione, ma anche si prestino a tutte le pratiche applicazioni. Passa poi a dire che poichè nelle forniture di energia elettrica comunemente, al prezzo di produzione del kWh è aggiunta la quota che riguarda la sua trasmissione e distribuzione, così riesce opportuno anche per l'energia reattiva, tenere conto complessivamente della variazione delle perdite ohmiche e della variazione dell'impegno di impianto, ottenendo le espressioni le quali non solo si adattano meglio alla natura di detta fornitura, ma anche molto si prestano nella pratica tarifficazione. Passa quindi a parlare della tarifficazione, applicazione principale delle leggi esposte, e dimostra potersi ottenere in modo assai facile con comuni contatori, quanto di più completo possa desiderarsi, anche per forniture di energia con fattore di potenza in anticipo. Questo gli dà occasione di parlare espressamente dei sincroni funzionanti a vuoto, accennando quali sieno le condizioni limiti di convenienza del loro impiego, e terminando la conferenza col dire come anche la regolazione della tensione nei normali impianti possa essere parallela al miglioramento della trasmissione e distribuzione nel senso prima detto.

L'oratore nel corso della conferenza spiega vari diagrammi illustrativi, e come in ogni applicazione pratica, alla tarifficazione possano adattarsi particolari inserzioni degli apparecchi di misura tali da garantire nel tempo stesso la misurazione in sé. Accenna anche a particolari artifici per il miglioramento del fattore di potenza; come molto danno derivi da trasformatori con correnti magnetizzanti troppo forti; e come oggi vi sieno incoraggianti risultati di motori i quali pensano da sé a provvedersi della energia reattiva loro necessaria, guarendo così il male all'origine.

Cessati gli applausi con cui i numerosi intervenuti salutarono l'oratore alla fine della conferenza, la quale viene pubblicata in questo stesso numero, l'Ing. Righi, Presidente ringrazia l'egregio collega per la cortesia usata verso la Sezione di Bologna, comunicando a questa per la prima volta i risultati dei lunghi e geniali studi fatti sull'importantissimo argomento; poscia apre la discussione.

Ing. Righi: Il collega Fracanzani, dopo aver osservato che dei due principali inconvenienti derivanti dalle utenze che assorbono dalla rete di distribuzione energia reattiva, l'uno, quello cioè di provocare una maggior dissipazione di energia, è senza confronto minore dell'altro, quello d'impegnare gli impianti per una parte maggiore di quella che compete alla pura potenza attiva richiesta dalle utenze stesse, ha conglobato in un'unica formula ed applicato mediante un'unica tariffa, rispettivamente i due fenomeni e le relative conseguenze. Ci si può chiedere se in tal modo si raggiunge lo scopo del distributore che non è già quello d'aumentare indirettamente il prezzo dell'energia, bensì quello di spingere l'utente a regolare la propria utilizzazione in modo da permettere il migliore sfruttamento degli impianti.

Non mi pare che tale scopo venga raggiunto.

Consideriamo infatti un complesso d'utenze che in un certo momento assorbano complessivamente 4000 kW, per esempio, con fattore di potenza 0,8, cioè che impegnino 3000 kW di potenza reattiva.

Per restare nelle generalità, prescindendo dalla tarifficazione del-

l'energia reattiva, supponendo che 0,8 sia appunto il fattore di potenza garantito contrattualmente, e che per di più esso sia dalle varie utenze mantenuto invariato nelle diverse ore del giorno.

Supponiamo che, in un altro momento della giornata il complesso delle utenze considerate assorba dalla rete soltanto 1000 kW; per quanto detto, impegnerà pure la quarta parte dell'energia reattiva impegnata prima, cioè 750 kW.

Se si verificherà, come di fatti si verifica il più delle volte, che i 4000 kW siano richiesti nelle ore in cui anche le altre utenze assorbono il massimo carico, l'ente distributore, risentirà tutti i danni derivanti dal fatto che le proprie linee e cabine, sono, per così dire, ingombre della corrente svattata, corrispondente ai 3000 kW di potenza reattiva.

Anche se noi avessimo supposto che il fattore di potenza, sul quale si basa la tarifficazione, fosse diverso da quello medio supposto, cioè da 0,8, ne verrebbe sempre la conseguenza che il singolo utente pagherebbe l'energia reattiva proporzionalmente alla richiesta, non già in relazione col danno che tale richiesta di energia reattiva produce negli impianti.

In altre parole mi sembra che non si debba considerare ciascuna utenza a sé, e tarifficarne i consumi unicamente in relazione al fattore di potenza, con cui viene utilizzata energia elettrica che il distributore pone a sua disposizione, bensì si debba mettere in relazione il diagramma di carico dell'utente col diagramma complessivo della distribuzione; mi pare cioè che sia necessario ricorrere alla doppia tarifficazione oraria.

Tutto ciò ben inteso finché ci si riferisce alle grosse utenze, per le quali il nolo per due contatori monofasi a doppia tariffa con orologio di commutazione (sistema di misurazione che permetterebbe appunto la tarifficazione dell'energia reattiva, impegnata nelle ore di punta, ad un prezzo di gran lunga più elevato di quello cui sarebbe necessario ricorrere per l'energia reattiva impegnata nelle altre ore) non costituirebbe aggravio sensibile.

Per le piccole utenze di forza motrice, credo che nelle generalità dei casi convenga limitarsi ad una tarifficazione basata sul valore medio mensile del fattore di potenza; che convenga anzi, salvo in certi casi ricorrere ad appositi dispositivi contro le frodi, limitarsi all'installazione di un contatore monofase inserito sul ponte maggiore secondo l'inserzione Aron, ed applicare alle indicazioni di tale contatore, un prezzo che tenga conto del fattore di potenza medio effettivo con riferimento a quello contrattuale.

A questo proposito l'Ing. Fracanzani ha avuto la cortesia di citare le considerazioni che ebbi occasione di esporre lo scorso anno alla Riunione di Milano, discutendosi appunto dell'energia svattata che circola sulle reti. Mi permetto di rilevare che la possibilità di tarifficazione della energia con aggravio ed abbuono a seconda che il fattore di potenza è inferiore o superiore ad un certo valore contrattualmente prefissato, fu da me dedotta dalla formula generale ed esatta che esprime la potenza di un sistema trifase in funzione dell'indicazione di uno dei contatori monofasi dell'inserzione Aron e del valore del fattore di potenza, e non già come conseguenza di formule approssimate nelle quali entrano coefficienti suggeriti dall'esperienza, e quindi più o meno esatti nelle diverse applicazioni.

Giustamente l'Ing. Fracanzani osserva che la legge di variazione, in funzione dei diversi fattori di potenza, dell'aggravio e dell'abbuono, può non essere quella più rispondente alle condizioni della distribuzione; ma non si dimentichino due cose: e cioè:

1) Che il distributore ha un altro parametro con il quale può tener conto di tale mancata rispondenza, voglio dire il prezzo base dell'energia;

2) Che il metodo di tarifficazione con un unico contatore monofase trova la sua naturale applicazione nelle piccole utenze. Per le utenze medie si potrà ricorrere al contatore monofase a doppia tariffa, e per le utenze maggiori ai due contatori come ho detto prima.

Ing. Fracanzani: L'Ing. Righi nelle stesse sue osservazioni, colle delucidazioni date, ha in parte esposto anche altri miei punti di vista ai quali non ho potuto accennare, poichè entrare in tutte le particolarità, sarebbe stato troppo lungo, e d'altra parte a giorni uscirà una mia pubblicazione nella quale spero ogni cosa sia trattata con sufficiente estensione e ogni dubbio chiarito.

È appunto vero che l'influenza principale del fattore di potenza è sull'impegno d'impianto ed è un puro artificio quello di tenerne conto in una media. Si deve però notare che questa convenzione, quando trattasi di utenze di forza motrice non molto grande e che lavorino durante gli orari diurni normali, corrisponde bene alla pratica perchè, come riscontrasi dai diagrammi generali, i massimi prelievi non si verificano contemporaneamente, ma in certo senso si compensano; tanto che appunto il diagramma generale di carico rimane pressochè costante per parecchie ore, sia di mattina che nel pomeriggio, e pertanto pressochè costante è in detti periodi l'influenza unitaria dell'energia reattiva di eccedenza rispetto quello corrispondente al fattore di potenza base.

Sta però il fatto che nel mio studio la valutazione delle due influenze è ben distinta, cosicchè le espressioni relative alle perdite ohmiche ed all'impegno di impianto, danno facile pratica soluzione ad ogni caso particolare.

Passando poi alla seconda osservazione dell'Ing. Righi, noto che è una pura combinazione se nella generalità dei casi pel Gruppo Adriatica possa usarsi di un contatore monofase, e ciò perchè non ha diretto legame la espressione da cui deriva il coefficiente da applicarsi ad esso con quello che sono le perdite equivalenti pel detto Gruppo.

Questo sempre nel caso che non si voglia adattare una particolare espressione ad ogni particolare caso onde averne una espressione pratica che nel complesso conduca ad errore piccolo per piccoli scartamenti.

Insisto nel dire che il fattore di potenza base dev'essere fissato a priori, a seconda della grandezza dell'utenza, a prescindere da quello che di fatto possa essere il fattore di potenza, ed allora, fissato d'altra parte il gradiente di variazione dovuto all'energia reattiva, restano fissati i coefficienti da applicarsi ai due contatori monofasi.

Solo così qualunque sia il fattore di potenza effettivo, non possono aversi sperequazioni, non solo per le utenze nel Gruppo Adriatico, ma in generale per utenze in condizioni di impianti del tutto diverse.

Ing. Righi. — Ringrazia il collega Fracanzani per le delucidazioni date, e lo prega, anche a nome dei presenti, a volere quanto prima ritornare fra noi a riferire sui risultati degli ulteriori studi che sull'argomento egli eventualmente farà, e ad esporre i risultati pratici del sistema di tarifficazione da lui studiato ed applicato nel grande campo sperimentale che ha a sua disposizione, cioè nelle numerosissime e svariate utenze del Gruppo Adriatica.

Risiedendo la causa principale dello sfasamento, che si verifica nelle reti di distribuzione, nei motori asincroni, ed avendo accennato l'oratore ai motori autosincroni, prega il Prof. Sartori a voler prendere la parola... per fatto personale.

Prof. Sartori. — Rende omaggio volontieri come ha fatto l'Ing. Righi alla perspicacia del collega Ing. Fracanzani, che in una dotta e concettosa esposizione, ci ha riassunto il suo lungo studio e quanto la giornaliera esperienza gli è andato suggerendo in merito alle modalità per fare contribuire l'utente all'aggravio che al produttore ed al distributore dà la così detta corrente reattiva dell'impianto.

Ma non è possibile esaminare con dettaglio i risultati cui egli è pervenuto senza prendere in considerazione altri elementi, il che porterebbe forse a sconfinare dal tema che gli si è proposto.

Poichè però il nostro egregio Presidente mi ha in certo modo imposto di parlare, cosa alla quale io avrei anche volontieri rinunciato data l'ora avanzata, mi sia concessa una osservazione di indole generale. L'Ing. Fracanzani ha parlato prima delle elevatissime correnti a vuoto dei trasformatori moderni, ed io potrei aggiungere altrettanto dei motori asincroni, di peso ormai ridottissimo, ed energicamente raffreddati con tutti i mezzi con cui la tecnica dispone.

Correnti a vuoto che poi influiscono grandemente su quella che ormai con locuzione non certo felice, si chiama potenza reattiva. Di ciò è anche un po' responsabile la nostra A.E.I. la cui Commissione delle Norme, così sollecita a curare le questioni inerenti alle temperature, non ha mai preso ad esame questo importantissimo argomento; e responsabili sono anche le stesse Società distributrici che hanno dimostrato una ingiustificata fobia contro i piccoli motori in corto circuito il cui largo impiego, se bene costruiti, rialzerebbe in modo tutt'altro che trascurabile il fattore di potenza di moltissime utenze. Si pensi infatti che la cosiddetta potenza magnetizzante o reattiva e , a parità di altre condizioni, proporzionale a $f \cdot B_m^2$. In dieci anni siamo passati da induzioni dell'ordine di $10 \div 12000$ gauss a quelle di $15 \div 16000$ gauss, con quale beneficio per il fattore di potenza degli impianti, lo si comprende.

Ma per quanto concerne la frequenza, si osservi che se vorremo correggere il cos ϕ di una utenza con una macchina che lavori in parallelo sulla rete (motore sincro) avremo bisogno che essa sia costruita per una prestazione di P_j kVA.; che se invece essa lavorasse sul rotore del motore asincrono (eccitatrice) la frequenza delle cui correnti è appena σ (essendo σ lo scorrimento in %) basterebbe fosse costruita per una prestazione di σP_j kVA il che giustifica tutti gli sforzi per produrre la P_j nel regno della bassa frequenza, piuttosto che in quello della frequenza normale. Non è difficile profetare che fra vent'anni non ci sarà forse più necessità di curare questa specie di cancro dei nostri impianti (il cos ϕ) perchè tutti o quasi tutti gli utenti avranno trovato opportuno e conveniente di adoperare motori ad elevatissimo fattore di potenza e , rialzata alla pari la lira, si potrà ritornare alle induzioni relativamente basse del bel tempo antico.

A proposito di che, posso preannunciarvi una visita che noi faremo, poco lontano da Bologna, di una Centrale idroelettrica a generatore asincrono provvisto di speciale eccitatrice, per evitare, anche ai bassi carichi, il ritiro di corrente magnetizzante dalla linea principale; e quella che faremo qui nel laboratorio di elettrotecnica della scuola di ingegneria di un motore asincrono ad eccitatrice conglobata nel rotore (asincrono compensato) il cui fattore di potenza non si allontana sensibilmente dall'unità nel passaggio dal funzionamento a vuoto al funzionamento col 50 per cento di sovraccarico.

La seduta viene tolta alle ore 23.30.

*

La sera del 29 gennaio si riunirono a banchetto moltissimi soci della Sezione per festeggiare il nuovo Presidente generale, Prof. Giuseppe Sartori. Fra i presenti si notavano: il Presidente della Sezione, Ing. Righi; il vice Presidente generale, Gr. Uff. Ing. Soleri; il Presidente della Sezione di Bologna della A. N. I. A. I., Ing. Graziani; e moltissime altre autorità e soci fedeli. Una ventina di signore portavano la nota gentile e attraente alla bella serata. Moltissime le adesioni, fra cui notiamo: quella del Prof. Vallauri, vice Presidente generale; quella del Prof. Puppini, Sindaco di Bologna; dell'Ing. Amati, Direttore generale della Società Bolognese di Eletticità; e di moltissimi altri a decina.

Non pochi i discorsi e molti gli applausi. Un'ovazione seguì alla lettura dei seguenti telegrammi scambiati fra il Prof. Sartori e l'Ing. Giordano, direttore delle Aziende elettriche municipalizzate di Fiume:

Ing. Giordano — Fiume.

«A Lei, agli altri colleghi fiumani, nel giorno che la eroica città, dopo epica vicenda diventa come sempre la volle figlia di Roma, saluti fraterni augurali dai soci dell'A. E. I.».

firmato: SARTORI.

Ing. Sartori — Bologna.

«Da Fiume italiana a nome colleghi concambio affettuosamente graditi fraterni saluti, coll'augurio che Patria, alfine compiutamente redenta, possa vittoriosamente tendere l'arco della rinnovata sua volontà romana verso più alti destini che l'attendono nel mondo».

firmato: GIORDANO.

La sera del 31 gennaio ebbe luogo l'assemblea ordinaria convocata con il seguente ordine del giorno:

- 1) Relazione morale e finanziaria dell'esercizio 1923.
- 2) Approvazione del bilancio.
- 3) Rinnovazione delle cariche sociali.

Il Presidente uscente, Ing. Righi ricorda che durante il decorso anno furono assicurate sei visite ad impianti e furono tenute quindici conferenze, alcune delle quali seguite da importante discussione.

I soci aumentano da 298 a 369.

Dovettero essere radiati nove soci per morosità; si ha inoltre da deplorare la perdita del socio On. Paolo Cavalli.

Si ripete qui sotto il bilancio, il quale venne approvato all'unanimità.

| ATTIVO | | | PASSIVO | | |
|--|----------|----------|--------------------------------------|---------|-------------------|
| Debitori. | L. | L. | Patrimonio al 31 Dicembre 1922 . . . | L. | L. |
| Conto corrente | 7828.50 | | | | 5102.25 |
| Crediti vari | 2.05 | 7830.55 | Introiti e Rendite . | | |
| Spese e Perdite. | | | 1. Contributi sociali: | | |
| Ordinarie: | | | Soci individuali | | |
| 1. Contributi alla Sede Centrale: | | | N. 331 a L. 45 . . | 14895.— | |
| Soci individuali . . | | | Soci collettivi | | |
| N. 331 a L. 35 . . | 11535.— | | N. 29 a L. 100 . . | 2900.— | |
| Soci collettivi . . . | | | Soci paganti N. 360 | | |
| N. 29 a L. 70 . . . | 2030.— | | Abbonam. suppletivi | 60.— | |
| Soci paganti N. 360 | | | N. 1 a L. 60 . . . | | |
| Soci morosi | | | 2. Interessi | 261.80 | |
| N. 9 a L. 17.50 . . | 157.50 | | 3. Quote anticipate 1924 | 1110.— | |
| Abbonam. suppletivi | | | 4. Sopravvenienze attive | 1053.— | |
| N. 1 a L. 60 | 60.— | | | | 20279.80 |
| 2. Stampati, cancelleria, pos'a, conferenze, mancie, ecc. | 2950.— | | | | |
| Straordinarie: | | | | | |
| 1. Alla Sede Centrale per N. 369 copie Norme Macchine a L. 1 | 369.— | | | | |
| 2. Sottoscrizione Moisé Ascoli | 200.— | | | | |
| 3. Sottoscrizione Val Dezzo | 200.— | 17551.50 | | | |
| | 17551.50 | | | | |
| A credito conto 1924. | | | | | |
| Per quote anticipate 1924 | 1110.— | | | | |
| Avanzo Esercizio 1923 | 1618.30 | | | | |
| | 20279.80 | 25382.05 | | | 20279.80 25382.05 |

Si passa quindi all'elezione del nuovo Consiglio direttivo e dei delegati al Consiglio generale. Dopo breve discussione si vota, per acclamazione, la seguente lista:

Presidente: Amati Ing. Comm. Giuseppe;
Vice-Presidente: Sandonnini Dott. Cav. Lino;
Segretario: Venturi Ing. Filippo;
Cassiere: Gaudenzi Ing. Ruggero;
Consiglieri: Graziani Ing. Paolo; Finzi Ing. Cav. Carlo; Ciampolini Ing. Cav. Nelson; Amaduzzi Prof. Lavoro; Candi Ing. Gino; Levi Ing. Giorgio.
Delegati: Romagnoli Ing. Cav. Tito; Giandotti Ing. Comm. Mario; Righi Ing. Aldo; Calzoni Ing. Alfredo; Lucini Angelo; Silva Ing. Comm. Angelo; Modè Ing. Gaetano; Cricca Ing. Cav. Uff. Pier Felice.

Il presidente uscente prende congedo dai colleghi e li ringrazia cordialmente per l'appoggio morale che in essi ha sempre trovato. Dice di sentirsi sicuro dell'ulteriore ascesa della Sezione, poichè a nessuno meglio che ai nuovi componenti del Consiglio direttivo potevano essere affidate le sorti della Sezione. Segue un breve scambio di parole cortesi, e alle 22.30 si scioglie la seduta.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Centrali a due salti.

La tecnica delle centrali idroelettriche evolve sempre più decisamente, da qualche anno a questa parte, verso il concentramento della potenza in poche grandi unità. L'economia così realizzabile nel macchinario, ma specialmente la grande semplificazione conseguente nell'impianto e la riduzione nell'apparecchiatura — che, con le alte ed altissime tensioni oggi in uso, pesa ormai sensibilmente sul costo delle centrali — giustificano pienamente tale tendenza. Alla quale fa riscontro, nei sistemi di impianti destinati a sfruttare razionalmente ed integralmente una vallata, la riduzione del numero delle centrali, consigliata intuitivamente anche dall'economia dell'esercizio. Si hanno così già alcuni esempi di centrali utilizzanti due o più diversi corsi d'acqua con due o più diversi salti, confluenti, per così dire, nella località scelta per la centrale; ed il caso si presenta sempre più frequente nei nuovi studi e nei nuovi progetti. Le disposizioni possibili per la centrale, in simili casi, sono diverse, dalla più elementare che consiste nell'installare un certo numero di gruppi diversi ed indipendenti per l'utilizzazione dei diversi impianti (vera riunione in un unico fabbricato di due o più diverse centrali), a quelle più complesse in cui uno stesso alternatore è comandato da diverse turbine accodate. Di un caso particolarmente interessante ci parla oggi l'Ing. M. LO PRESTI. Si tratta della Centrale di Rovasca che la Soc. Edison di Milano sta costruendo in Valle Antrona: la valle che scendendo dalle pendici orientali del M. Rosa sbocca in Val d'Ossola poco a sud di Domodossola. In tale centrale convergono tre canali con tre diversi salti, dei quali due soli verranno utilizzati in un primo tempo. La potenza relativa a ciascuno di questi due salti ha potuto essere concentrata in un solo gruppo di circa 10 000 kW, cosicchè la centrale comprenderà in un primo tempo due gruppi indipendenti: uno per ciascun salto. Per la riserva sarebbe stato in linea generale necessario installare altri due gruppi, uno per ciascun salto; ma le particolari condizioni dei salti stessi in relazione alle rispettive portate hanno permesso l'adozione di un unico gruppo di riserva che potrà funzionare indifferentemente sotto l'una o sotto l'altra caduta. L'Ing. Lo Presti espone appunto il calcolo di massima e le caratteristiche di questa turbina veramente singolare, in quanto con ciascuno dei due salti essa deve poter funzionare indifferentemente a 504 o a 600 giri al minuto per poter generare tanto a 42 che a 50 periodi. Anche questa caratteristica della doppia velocità va sempre più generalizzandosi, specie negli impianti di confine fra zone a diversa frequenza, e costituisce, come fu spesso fatto notare, uno dei mezzi più economici e razionali per il travaso di energia dall'una all'altra zona.

Termometri elettrici,

Non è agli elettrotecnici che occorre illustrare quali grandissimi vantaggi porti nelle industrie l'impiego di adatti apparecchi di misura e di controllo; chè oggi nessuno saprebbe nemmeno immaginare un modesto impianto elettrico privo dei consueti strumenti di misura. Ma diverso è il caso di molte altre industrie, presso le quali stenta tutt'ora a farsi strada la convinzione che l'epoca nella quale era l'occhio, del pratico che decideva della condotta delle operazioni industriali, debba ormai considerarsi definitivamente sorpassata, sotto pena di

decadere rapidamente rispetto alle più avvedute industrie straniere affini. Quanti sono in Italia, i forni, le caldaie provviste di apparecchi di controllo della combustione? Carità di patria ci spinge a desiderare che nessuno risponda a questa domanda... Eppure bruciare più carbone del voluto significa mandare dei milioni all'estero!

Pubblichiamo perciò volentieri, e siamo sicuri che i nostri lettori lo leggeranno, un articolo nel quale il BACCHINI riassume quanto oggi si può dire intorno ad uno dei tipi più comuni di termometri elettrici adatti alla misura di medie ed alte temperature, il tipo termoelettrico; tipo che, siamo lieti di dirlo, oggi si costruisce anche in Italia, ed in modo da eliminare ogni necessità di ricorrere alla industria straniera.

Norme per gli oli, per le tubazioni, per le macchine.

Lo schema di Norme per gli olii di uso elettrotecnico predisposto dal Comitato Elettrotecnico Italiano e pubblicato il 5 dicembre 1922, provocò un notevole afflusso di osservazioni, tanto che parve opportuno soprassedere alquanto all'approvazione di rito da parte del Consiglio generale dell'A. E. I. e rinviare lo schema alla Sotto Commissione compilatrice. Frattanto, nella primavera dello scorso anno, veniva creata una Commissione Ministeriale per stabilire le norme per gli olii, sotto gli auspici del Laboratorio sperimentale per gli oli annesso al Politecnico di Milano. A tale Commissione Ministeriale disgraziatamente nè l'A. E. I., nè il Comitato Elettrotecnico furono chiamati a partecipare; ma vi parteciparono, in rappresentanza di scuole o di industrie, alcuni colleghi nostri. Fu così possibile tener conto dei lavori di detta Commissione, particolarmente notevoli dal punto di vista chimico, e, nel nuovo testo delle Norme per gli olii che oggi pubblichiamo, sono state raccolte sostanzialmente tutte le proposte della Commissione Ministeriale. La Sotto Commissione compilatrice ha poi completamente riordinato tutta la materia in modo da separare per quanto era possibile le nozioni sulle proprietà degli olii, dall'esposizione dei metodi di controllo e dalle prescrizioni vere e proprie. Il testo attuale dovrà essere approvato dal Consiglio generale dell'A. E. I. nella prossima tornata di primavera.

Pubblichiamo pure oggi alcune importanti osservazioni di Case costruttrici alle Norme per le condotte forzate predisposte dall'Associazione Italiana per lo studio dei materiali da costruzione e fatte sue dal Comitato Idrotecnico Italiano; ed una lettera del Prof. Rebora sulle Norme Macchine.

A proposito di queste ultime, ricordiamo che, nel corrente anno, si dovrà predisporre la terza edizione, cosicchè sarà bene che quanti hanno osservazioni o consigli da avanzare si affrettino a farlo, sia pel tramite del nostro giornale, sia rivolgendosi direttamente al Comitato Elettrotecnico Italiano (Via San Paolo, 10 - Milano).

LA REDAZIONE.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

UNA SPECIALE UNITÀ IDRAULICA DI RISERVA (Impianto di Rovesca in Valle Antrona della Società Edison di Milano) □

MICHELE LO PRESTI

Dell'importante gruppo di impianti che la Società Edison di Elettricità ha in costruzione e che vanno sotto il nome di Impianti dell'Ovesca in Valle Antrona (Torrente Ovesca, Laghi artificiali di Alpe Campliccioli inferiore e superiore, Cingino, Camposecco, ed Alpe Cavalli, e lago naturale d'Antrona), fa parte la centrale di Rovesca che, utilizzando la prima serie di cadute, comprende diverse unità idrauliche.

Due di queste sono costituite da turbine del tipo Pelton ciascuna per tutto il valore della potenza; esse funzioneranno rispettivamente sotto cadute diverse create coi due bacini artificiali denominati Alpe Cavalli e Alpe Campliccioli, la cui posizione è visibile dalla fig. 1 che illustra la planimetria generale degli impianti in corso di esecuzione, mentre la fig. 2 illustra uno schema altimetrico.

L'aver fissato, in omaggio ai più moderni dettami di economia, le rispettive unità ciascuna della potenza totale corrispondente a tutto il salto e a tutta la portata avrebbe naturalmente obbligato il progettista a munire la centrale di quattro unità (a parte quella del lago d'Antrona che è una Francis), di cui due normali dette e due di riserva unitaria totale, una per ciascuna delle prime.

Senonchè una fortunata coincidenza ha permesso alla Società di risolvere un problema interessante con la adozione di una sola unità di riserva speciale per tutte e due le normali. Essa sarà collegata all'una ed all'altra delle tubazioni confluenti nella centrale di Rovesca e provenienti rispettivamente dal bacino dell'Alpe Cavalli e da quello dell'Alpe Campliccioli, munita al doppio gomito di congiunzione di saracinesche di esclusione *a* e *b* (v. figura 3) e tale da poter funzionare indifferentemente sotto l'una o sotto l'altro salto, cioè da riserva per l'una o per l'altra delle unità normali. In tal modo un'altra possibilità è stata raggiunta e cioè che la turbina mista possa, oltre che come riserva, funzionare anche, in determinate ore di maggior consumo, insieme all'una o all'altra delle due principali come seconda unità.

La possibilità di risoluzione di un simile problema con valori accettabili del rendimento è stata sottoposta con lusinghiera assegnazione al parere dello scrivente, il quale crede che la novità del caso, reso a priori possibile come vedremo per circostanze fisiche speciali, meriti la pubblicazione del suo studio, alla quale è stato autorizzato dal Chiarissimo Prof. Ing. Comm. Giacinto Motta, Consigliere delegato della Società Edison.

Un'altra caratteristica speciale, oltre a quella fondamentale accennata, deve possedere l'unità di riserva comune di Rovesca, e cioè quella di poter marciare a due velocità di regime differenti corrispondenti rispettivamente (e per qualunque dei due salti) alle frequenze di 42 e 50 periodi dell'alternatore accoppiato; ciò perchè l'una o l'altra delle unità principali deve poter produrre energia a 42 o a 50 periodi indifferentemente, per le più recenti esigenze in fatto di integrazione di energia fra le varie centrali.

Le cadute create dai due bacini artificiali dell'Alpe Campliccioli e dell'Alpe Cavalli hanno rispettivamente i valori di m 476, 515, 566 per il primo e di m 653, 678, 706 per il secondo. Chiamerò sempre per brevità con *B* il gruppo delle cadute più basse (Campliccioli) e con *A* quelle delle più alte (Cavalli).

Le portate continue vanno da $Q = 2420$ litri al secondo per il gruppo *B* a $Q = 1750$ l/s per il gruppo *A*.

Poichè, come si disse, la turbina unica di riserva deve poter funzionare anche a due regimi di giri, corrispondenti a 42 e a 50 periodi, e ciò indifferentemente per la caduta *A* o per quella *B*, si hanno,

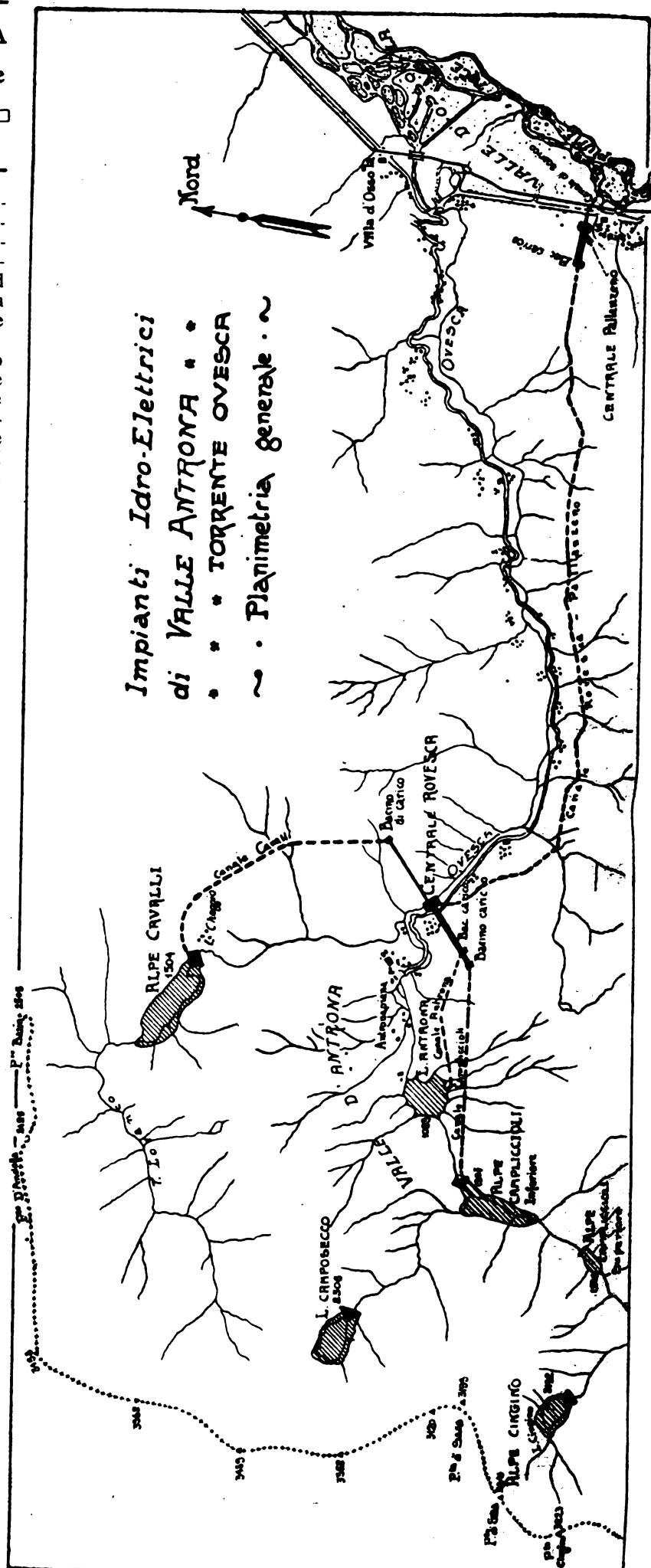


Fig. 1.

grosso modo, quattro casi distinti di funzionamento della motrice e precisamente:

| | |
|---------------------|---------------------|
| Cadute A periodi 42 | Cadute A periodi 50 |
| » B » 42 | » B » 50 |

In via di grande approssimazione, rendimenti a parte, si può cominciare con l'osservare come la possibilità di soluzione del problema viene anzitutto stabilita dal fatto che alla variazione di cadute A e B corrisponde una variazione delle portate dei due impianti di derivazione che è circa inversamente proporzionale alle cadute stesse; cosicchè la potenza della motrice si mantiene intorno allo stesso valore, sia che essa funzioni per l'una, sia che essa funzioni per l'altra derivazione. Condizione questa che mancante renderebbe a priori insolubile il problema.

accorgimenti costruttivi, si può giungere per turbine Pelton a due getti, come qui è il caso di progettare.

L'essersi mantenuti bassi con la velocità caratteristica è anche del resto reso necessario dalla condizione voluta di costruzione della ruota con palette riportate, in quanto a valori più elevati non si sarebbe potuto giungere che con la soluzione di pale ottenute di fusione sul mozzo, dato il piccolo rapporto che risulterebbe fra il diametro della ruota e quello del getto (di cui è funzione la dimensione delle pale).

Ritenuti quindi razionalmente fissati i predetti numeri di giri, ritenuto in massima il problema affrontabile per la detta condizione di compenso fra cadute e portate, si tratta di vedere se è possibile la costruzione di una ruota unica che, sotto le diverse cadute dei due gruppi, e dovendo marciare indifferentemente a 504 o a 600 giri, possa dare affidamento di valori accettabili del rendimento totale.

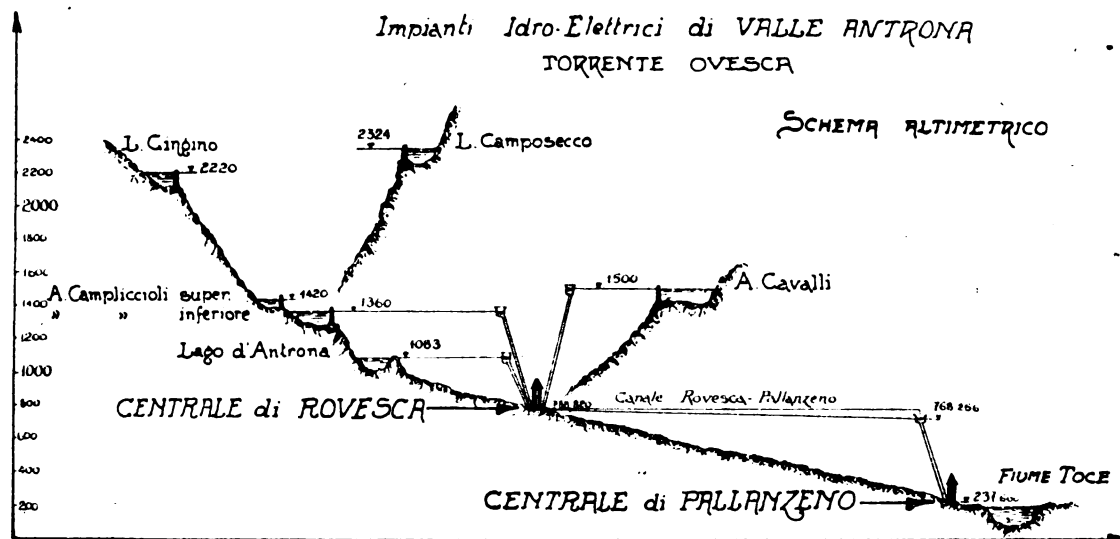


Fig. 2.

Approssimativamente, calcolando un coefficiente medio dell'80 % si vede infatti, in riferimento alle cadute medie dei due gruppi, che si ha:

$$P_A = \frac{1750 \times 678}{75} 0,80 \approx 12700 \text{ HP}$$

$$P_B = \frac{2420 \times 515}{75} 0,80 \approx 13200 \text{ HP}$$

I numeri di giri effettivi per i funzionamenti a 42 e a 50 periodi sono stati fissati in 504 e 600, corrispondenti a cinque paia di poli dell'alternatore, secondo le

$$n_{42} = \frac{120 \times 42}{10} = 504 \quad n_{50} = \frac{120 \times 50}{10} = 600$$

Con tali giri effettivi, oltre a non superare i giri ritenuti massimi normali per tali motrici, ci si mantiene intorno ad un numero di giri caratteristico piuttosto basso, ciò che è senza altro consigliabile date le condizioni così diverse alle quali la motrice è chiamata a funzionare.

I numeri di giri caratteristici riferiti alle due cadute medie dei gruppi A e B, calcolati secondo le potenze approssimate sopra segnate, hanno i valori:

$$n_{c,42} = \frac{n}{H} \sqrt{\frac{P}{H}} = \frac{504}{678} \sqrt{\frac{12700}{678}} = 16,4$$

$$n_{c,50} = \frac{n}{H} \sqrt{\frac{P}{H}} = \frac{600}{678} \sqrt{\frac{12700}{678}} = 19,6$$

$$n_{c,42} = \frac{n}{H} \sqrt{\frac{P}{H}} = \frac{504}{515} \sqrt{\frac{13200}{515}} = 23,6$$

$$n_{c,50} = \frac{n}{H} \sqrt{\frac{P}{H}} = \frac{600}{515} \sqrt{\frac{13200}{515}} = 28,1$$

tali cioè da mantenersi sempre sensibilmente inferiori alla massima velocità caratteristica $n_c = 37$, cui oggi, con speciali

Dal punto di vista del calcolo di massima si tratta di stabilire quale è il diametro di massima convenienza da assegnare alla ruota mobile, e quali in tal caso sono i valori dei rendimenti presumibilmente raggiungibili nei vari casi di funzionamento.

In massima si vede subito come, scegliendo le soluzioni estreme, cioè il più piccolo dei salti B (m. 476) ed il più grande dei salti A (706 m), delle quattro condizioni estreme che ne risultano quando si facciano variare i giri come detto, due si avvicinano ad una risoluzione unica e due si allontanano. È noto infatti come il rendimento di una turbina idraulica è essenzialmente legato (a parità e bontà di tutte le altre condizioni di costruzione e di calcolo) alla velocità periferica v_c della ruota, in quanto quest'ultima per essere di massimo rendimento deve essere una funzione precisa della velocità c di efflusso dal distributore, che è poi diretta funzione della caduta H secondo la notissima:

$$c = \eta \sqrt{2gH}$$

essendo η il coefficiente di efflusso globale dell'ugello distributore (0,98 per gli aghi Doble).

Ora poichè, prendendo gli estremi massimi, è:

$$\sqrt{476} = 21,82 \quad \text{e} \quad \sqrt{706} = 26,57$$

ed il loro rapporto:

$$\frac{21,82}{26,57} = \sim 0,85$$

mentre è anche il rapporto fra i numeri dei giri: $\frac{504}{600} = \sim 0,84$

si comprende come la condizione di funzionamento al massimo rendimento debba essere raggiunta: a 504 giri per la caduta più bassa ed a 600 per quella più alta, in quanto si ha una variazione direttamente proporzionale, e quindi una velocità periferica circa comune, mentre le condizioni peggiori di funzionamento (minimo rendimento) si avranno a 600 giri per la caduta più bassa ed a 504 per quella più alta, essendo qui la variazione inversa.

Comunque il fatto di questa ulteriore coincidenza fra le

due installazioni giustifica la prevenzione di una possibile soluzione soddisfacente.

Esaminiamo il fenomeno più da vicino, servendoci dell'aiuto grafico di opportune curve che vengono illustrate nella figura 4.

Il diagramma ha per ascisse i vari valori della caduta, ed in modo specifico sono segnati i valori usati nel calcolo.

È tracciata dapprima la curva delle velocità di efflusso c_e secondo la formula predetta. Da questa prima curva viene ricavata la curva delle velocità periferiche v_e teoriche; cioè quali dovrebbero essere ai vari valori della caduta perché si abbia sempre il rendimento massimo.

Ora è noto come ciò si ottenga quando si faccia:

$$v_e = K c_e = 0,46 c_e$$

formula che è derivata da quella della velocità di massimo rendimento:

$$v_e = \frac{\eta_i g H}{c_e \cos \alpha}$$

che per le Turbine Pelton si riduce e semplifica come sopra essendo $\cos \varphi = 1$ e quando si ponga per η_i il rendimento idraulico notoriamente raggiungibile, che è circa 0.87.

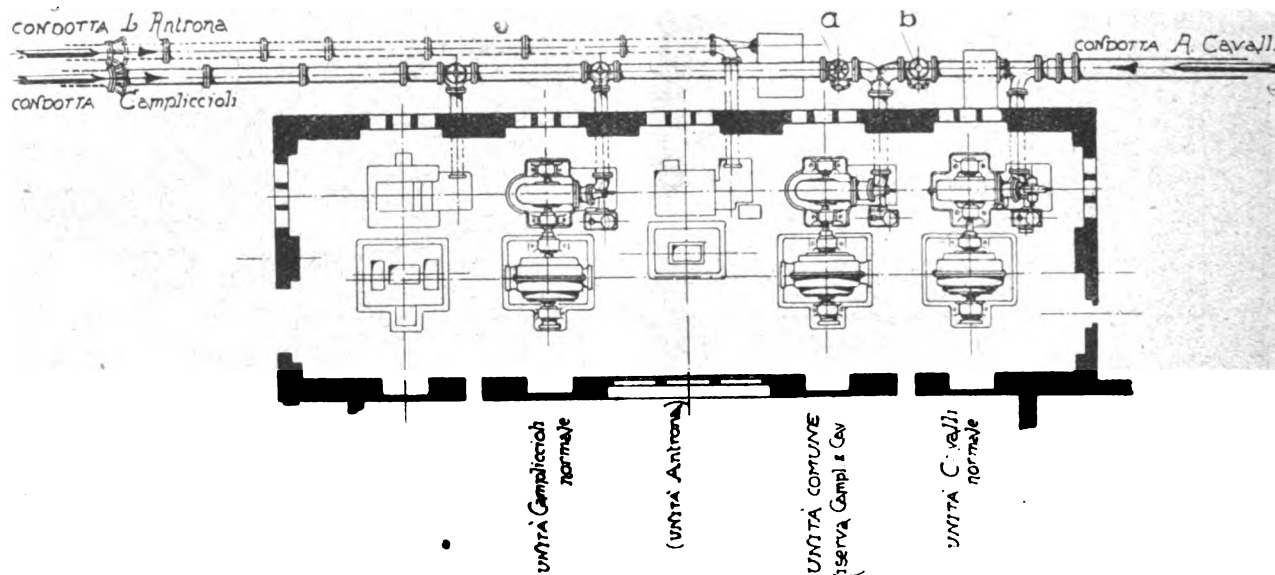


Fig. 3.

Per avere una variazione delle velocità periferiche secondo la legge di questa curva è chiaro però che il diametro della ruota dovrebbe continuamente variare al variare della caduta secondo due serie di valori corrispondenti ordinatamente ai due numeri di giri dati. Ciò che invece non è possibile dovendo la ruota essere una e sempre quella.

Ciò significa che le velocità periferiche in effetto saranno due sole e costanti per tutto il campo di variazione delle cadute, corrispondenti ordinatamente ai due diversi numeri di giri 504 e 600 in dipendenza del diametro fissato per la ruota.

Esaminando le curve superiori della fig. 4, curve che rappresentano la variazione teorica suddetta del diametro D della ruota, si vede come dovrebbe variare tale diametro, sia per 504 che per 600 giri, se si volesse sempre avere il massimo rendimento. La costruzione di queste curve è fatta colla notissima formula cinematica:

$$D = \frac{60 v_e}{\pi n}$$

dove v_e varia come detto, ed n assume i due valori assegnati.

Si vede da queste curve come esse diano una soluzione unica solo per i valori che sono compresi fra i 1650 mm e i 1690 mm mentre si spostano notevolmente per tutto il resto del campo di variazione delle cadute. Ribaltando simmetricamente a sè stessa la curva dei diametri per $n = 504$ si ha in modo chiaro la visione di quanto prima fu detto e cioè del fatto che due soluzioni si avvicinano e due si allontanano.

È evidente che la soluzione del problema di ricerca del diametro di massima convenienza sarà data dall'incontro fra la curva per $n = 600$ con quella (ribaltata) per $n = 504$. Il va-

lore che ne risulta, di mm 1675, è all'incirca coincidente con la media tra 1650 e 1690.

I punti in cui la parallela all'asse delle ascisse, condotta all'ordinata 1675, incontra le due curve dei diametri, daranno sulle ascisse le cadute alle quali si avrà rispettivamente il massimo rendimento per l'uno o per l'altro numero di giri.

A conferma di quanto detto prima, si vede che per $n = 504$ la caduta di massimo rendimento risulta prossima alla minima delle B mentre per $n = 600$ essa risulta prossima alla massima delle A .

Lo scarto totale dei diametri di massima convenienza va da un minimo di mm 40 ad un massimo di mm 720 intorno alla posizione media fissata in mm 1675.

Ricavando le velocità v_e corrispondenti a questo diametro ed ai due numeri di giri si ha:

$$v_{e,504} = \frac{\pi \times 1,675 \times 504}{60} = 44,2 \text{ m/l''}$$

$$v_{e,600} = \frac{\pi \times 1,675 \times 600}{60} = 52,8 \text{ m/l''}$$

Le due parallele all'asse delle ascisse, condotte per tali ordinate, includono (come doveva avvenire) la curva di variazione teorica della velocità v_e e confermano quindi l'esattezza

delle determinazioni del diametro come sopra. La variazione massima della velocità periferica risulta di m 8,6 al 1'', in realtà non indifferente.

Confermano il risultato ottenuto, sempre nello stesso diagramma:

1) Le curve di variazione di K (coefficiente della v_e) dalle quali si vede che K invece di essere costante (0,46) varia secondo le due curve una per 600 e l'altra per 504 giri che includono fra di loro la curva $K = \text{costante} = 0,46$, coincidendo agli estremi.

2) Le curve di variazione del numero dei giri specifico:

$$n_s = \frac{n D}{\sqrt{H}}$$

Il valore consueto di massimo rendimento è $n_s = 39$, mentre le curve per D costante danno una variazione fra 46 e 37,5 per $n = 600$ col valore di 39 ad una caduta di circa m 653, ed una variazione fra 31,5 e 39 per $n = 504$ con la coincidenza del 39 a m 476 di caduta.

Fissato quindi in $D = 1675$ mm il diametro di massima convenienza, si è costruito il diagramma della fig. 5 nel quale, a pari ascisse, sono segnate le curve presunte di rendimento alle varie cadute e ai vari carichi.

E qui entra in gioco un'altra considerazione, per un'altra coincidenza riguardante le portate; coincidenza senza la quale non si potrebbero tracciare, come si è fatto, delle curve di rendimento continue, come invece è ottima cosa poter fare per avere un'idea chiara del fenomeno.

La portata corrispondente alle cadute A (1750 litri al 1'') risulta di circa i 3/4 della portata corrispondente alle cadute B

(2420 litri al 1''). Ciò permette di stabilire come, quando si funzioni sotto le cadute del gruppo B, avendo calcolato le dimensioni della turbina dipendenti dalla portata (essenzialmente le pale) in base alla portata minore delle due suddette, la turbina avrà il massimo rendimento ai 3/4 di carico.

Le curve dei rendimenti presunti segnate nella fig. 5 possono quindi risultare *continue* solo quando si intenda che per tutto il campo compreso fra 476 e 566 metri di caduta esse rappresentino il rendimento a 3/4 del carico. Si è potuto in tal modo stabilire una legge *unica* in base alla quale, con considerazioni analitiche, in funzione delle variazioni delle velocità v_e , che è necessario *tollerare*, si sono tracciate per punti le due curve, nel campo che interessa.

Si vede come tali curve, tracciate per $n = 600$ e per $n = 504$, si incrocino in un punto che corrisponde a circa m 590 di caduta; e che mentre la prima ha un andamento ascendente col massimo in prossimità della più alta caduta del gruppo A, la seconda discende dopo aver toccato il massimo

salti medi di 515 e 678 m rispettivamente per i gruppi A e B, e per 504 e 600 giri.

In funzione delle due famiglie di curve dei diagrammi fig. 5 e 6 sono poi ricavate dalla stessa fig. 5 le curve di potenza presunte, ai vari carichi per ogni gruppo di cadute. Si vede in queste come le curve a 3/4 di carico per le cadute B risultano, come doveva essere, continue con le curve a pieno carico per le cadute A.

I rendimenti massimi sono stati tenuti nel valore di 0,83: valutazione opportunamente prudentiale, in quanto si ha in questo modo una certa garanzia per il caso che le curve abbiano a risultare in pratica più ripide di quanto è stato preveduto, ciò che potrebbe essere compensato da un rendimento massimo superiore all'83 % come non è difficile raggiungere nelle turbine Pelton quando siano state calcolate e costruite a perfetta regola d'arte.

Per quanto riguarda le variazioni delle portate è necessario aggiungere qualche considerazione.

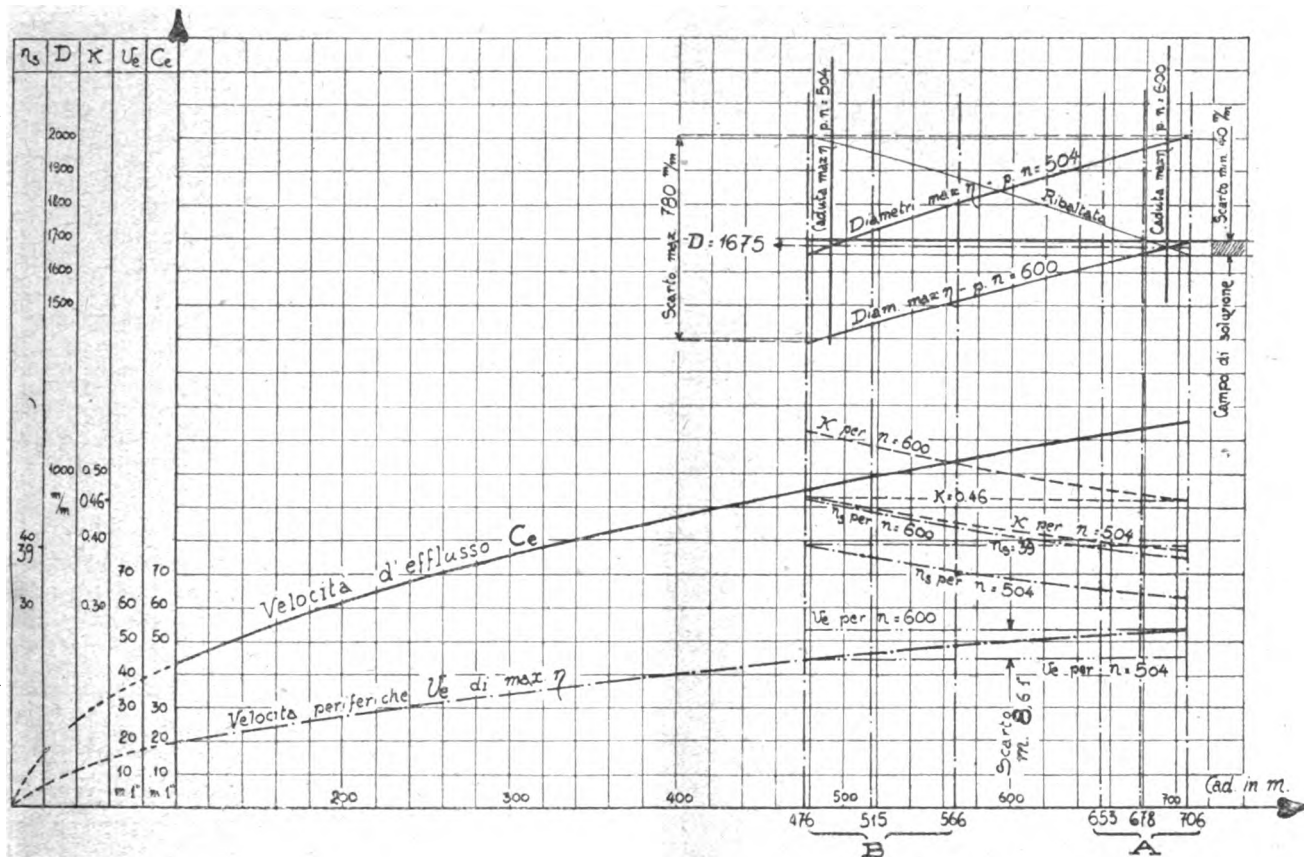


Fig. 4. — Variazioni dei coefficienti caratteristici. - Determinazione del diametro.

in prossimità del minimo valore della caduta B. I valori analitici sono raggruppati nella Tabella I.

TABELLA I.

| Caduta in m. | | Gruppo B | | | Gruppo A | | |
|--------------|--------------|----------|-----|------|----------|------|------|
| | | 476 | 515 | 566 | 653 | 688 | 706 |
| $n = 504$ | Pieno carico | 81.5 | 82 | 81.5 | 81.5 | 80.5 | 79.5 |
| | $1/4$ carico | 82 | 83 | 82 | 80 | 79.5 | 78.5 |
| | $1/2$ carico | 78 | 79 | 78 | 75 | 75 | 74 |
| $n = 600$ | Pieno carico | 78.5 | 80 | 81 | 82.5 | 83 | 83 |
| | $1/4$ carico | 79.5 | 81 | 81.5 | 81 | 81.5 | 81.5 |
| | $1/2$ carico | 76 | 77 | 78 | 76 | 77 | 77 |

Le curve punteggiate per il tratto delle cadute B, sotto quelle continue, rappresentano invece a loro volta le variazioni dei rendimenti a pieno carico per questo gruppo di cadute e cioè quando la turbina funzioni sotto $Q = 2420$ litri 1''. Esse sono state ottenute a mezzo del diagramma della fig. 6.

In questo viene appunto segnata la presunta variazione dei rendimenti, non più in funzione della caduta, ma in funzione del carico; nonchè la corrispondente variazione delle portate. Per chiarezza l'esame è stato limitato solo a 4 delle 12 curve costruibili e precisamente a quelle corrispondenti ai

La variazione delle portate da 2420 a 1750 litri/s, obbliga il costruttore ad occuparsi in modo speciale del tracciamento e costruzione del bocchello (ed anche di quello delle pale) specie per il fatto che tale variazione è qui unita ad una circostanza specificamente sfavorevole: il fatto cioè che alla portata *maggiore* corrisponde una velocità *minore* (la caduta del gruppo B) e viceversa; sicchè la differenza fra le due aree di efflusso ai carichi massimi è resa più grande per queste due variazioni influenti nello stesso senso.

Stabilito che si debba ricorrere ad una turbina Pelton a doppio introduttore dato il valore delle portate, i diametri dei getti rispettivamente per il gruppo B di cadute e per il gruppo A e cioè rispettivamente per le portate $\frac{2420}{2} = 1210$ e $\frac{1750}{2} = 875$ risultano:

$$d_B = \sqrt{\frac{4 \times 1,210}{3,14 \times 100}} = \sim 125 \text{ mm}$$

$$d_A = \sqrt{\frac{4 \times 0,875}{3,14 \times 113}} = \sim 100 \text{ mm}$$

essendo calcolati il primo in base ad una velocità di efflusso che è la media di quelle del gruppo B (m 100 1'') ed il secondo in base ad una velocità di efflusso che è la media di quelle del gruppo A (m 113 1'').

Sarà quindi opportuno calcolare il bocchello in base al valore massimo del getto, di guisa che una riduzione della corsa di chiusura, e cioè un avanzamento della spina, possa razionalmente ridurre al valore necessario l'area di efflusso quando si passi all'altro regime della portata.

Per brevità mi riferisco, nella determinazione che segue, a quanto da me esposto intorno al tracciamento dei bocchelli delle Pelton nelle pagine 190 a 199 del mio trattato: *Le turbine idrauliche*.

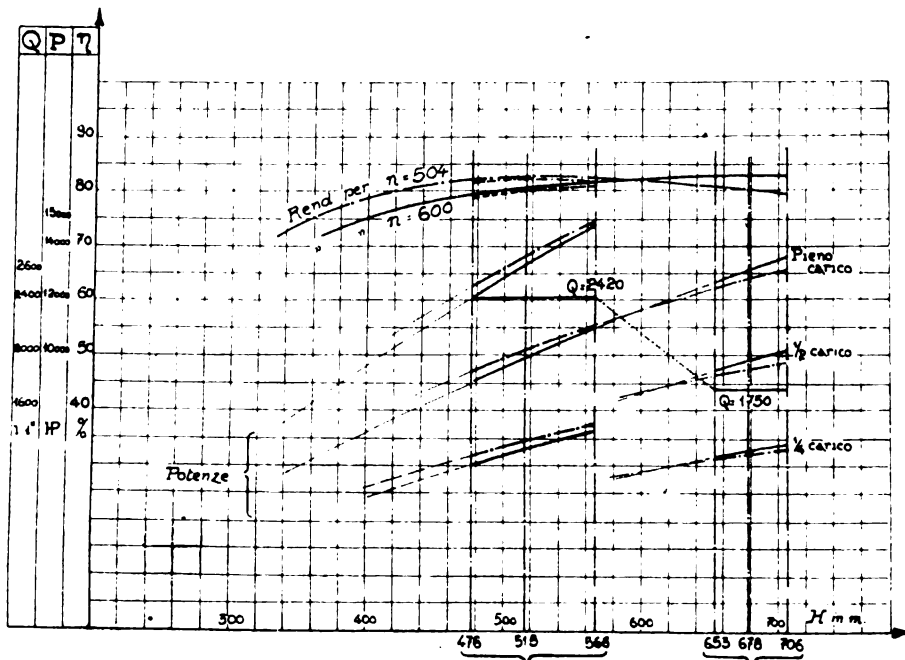


Fig. 5. — Rendimento e potenza presunti alle varie cadute per $n=504$ e $n=600$.

Stabilendo per evidenti ragioni, che la velocità nel punto di uscita sia:

$$c_0 = 0,75 c_r = 0,75 \times 100 = 75 \text{ m/l''}$$

e che l'area occupata dalla spina alla massima apertura sia solo il 30 % dell'area totale (onde poter aumentare per la seconda posizione tale percentuale) il raggio del bocchello si ottiene scrivendo:

$$R = m \sqrt{F_0} = 0,64 \times 127,5 = 82,5 \text{ mm}$$

essendo:

$$F_0 = \frac{1,210}{75} = 16200 \text{ mm}^2$$

La lunghezza della generatrice del cono di efflusso risulta invece di:

$$f_u = 0,32 \sqrt{F_0} = 0,32 \times 127,5 = \sim 40 \text{ mm.}$$

Con tali dati e con le inclinazioni più opportune del caso, è stata disegnata la forma che deve avere la spina (fig. 7) nella posizione corrispondente alle basse cadute ed alla portata di 2420:

$$\frac{2}{2} = 1210 \text{ l/l''.}$$

La corsa di chiusura risulta di mm 100 corrispondendo, bene, a circa 0,6 del diametro del bocchello.

La verifica per il gruppo delle cadute A e per la portata $\frac{1750}{2} = 875 \text{ l/l''}$ viene eseguita

tenendo conto che il raggio R del bocchello è ormai fisso e non resta quindi che la ricerca del nuovo valore f_u della generatrice del cono di efflusso per questo caso; nonchè la verifica se in tale nuova posizione il condotto di flusso si mantiene razionale.

Tenendo ancora:

$$c_0 = 0,75 c_r = 0,75 \times 113 = 85 \text{ m/l''}$$

si ha:

$$F_0 = \frac{0,875}{85} = 10300 \text{ mm}^2.$$

Ritenendo ora che l'area occupata dalla spina sia il 40 % di quella totale (ciò che corrisponde a $K_1 = 0,63$) si deve evidentemente ricavare f_u dalla formula:

$$F_0 = \pi f_u R (1 + K_1).$$

Risulta:

$$f_u = \frac{F_0}{\pi R (1 + K_1)} = \frac{10300}{3,14 \times 82,5 \times 1,63} \approx 25 \text{ mm}$$

Tale nuovo valore della generatrice corrisponde alla seconda posizione segnata nella fig. 7 e viene ottenuto con uno spostamento della spina in avanti di circa mm 37, per cui la nuova corsa di chiusura risulta di mm 63.

Quando la turbina dovesse invece marciare sotto il gruppo di cadute B, ma con $3/4$ della portata (circa 1800 litri al l'') si avrà evidentemente una posizione intermedia alle due descritte avendosi una velocità di efflusso inferiore ai metri 113 al minuto secondo.

Le dimensioni e le forme principali della spina sono segnate nella fig. 7.

Vi è inoltre da fare qualche osservazione intorno alla pala. Poichè qui la pala deve lavorare sotto l'azione di getti d'acqua di diametro variabile dai 100 ai 125 mm in regime di massima apertura, e poichè sotto alle basse cadute si è supposto massimo il rendimento per $3/4$ di carico (il diametro del getto risulta in tale caso

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 0,9}{3,14 \times 100}} = 107 \text{ mm})$$

è evidente che la dimensione principale della pala, cioè la sua larghezza, che è funzione del diametro del getto, deve essere stabilita in base ad un valore del getto intorno ai 100 ÷ 105 mm. Si avrà cioè:

$$l = (3,5 \div 4) d = 350 \div 420 \text{ mm.}$$

Quando il getto diventi di 125 mm, supposto di aver scelto $l = 400 \text{ mm}$, si avrebbe un rapporto:

$$\frac{l}{d} = \frac{400}{125} \approx 3,2$$

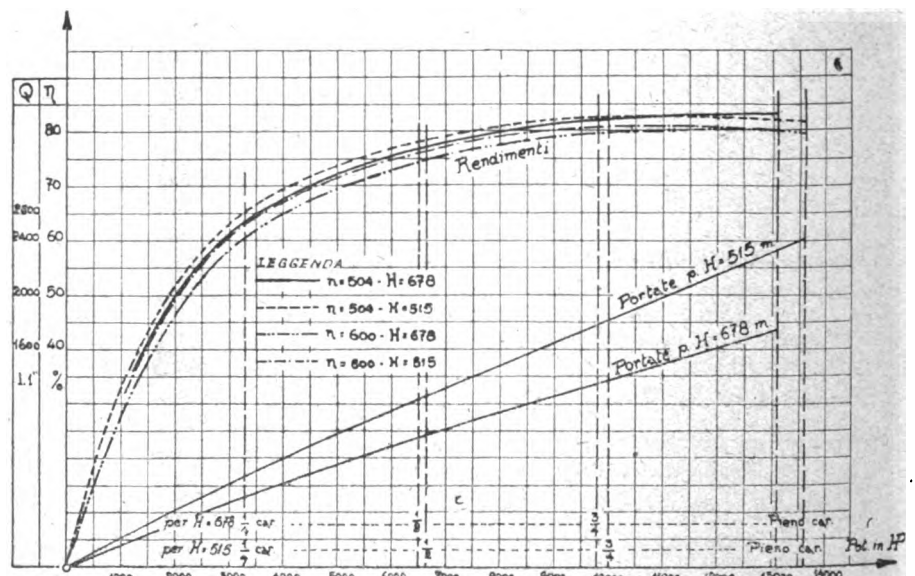


Fig. 6. — Rendimenti presunti ai vari carichi — per $H=515$ e 678 e per $n=504$ e 600 .

valore che è accettabilissimo, data specialmente la moderna tendenza dovuta ad esperienze, di forzare un po' le pale diminuendone le dimensioni.

Mentre se si volesse commisurare la pala in base al valore massimo del getto, ne risulterebbero dimensioni esuberanti e quindi sollecitazioni eccessive. Ad esempio tenendo appena $3,5 \times 125$ si avrebbe una larghezza di 450 mm.

Ritengo anzi che si debba stare ancora al di sotto, attenendosi ad una dimensione di larghezza non superiore ai 380 mm e quindi ad un'altezza di $0,7 \times 380 = 265 \text{ mm}$; ciò perchè si vuole la perfetta stabilità alla velocità di fuga, cosa

che obbliga a tenere le pale di dimensioni minime per non aver valori enormi della forza centrifuga.

Si può concludere con l'affermare che, nelle condizioni descritte, il problema si presenta risolvibile con valori di rendimento accettabili, ciò semprechè ogni altra buona regola generale della tecnica costruttiva sia rispettata e razionalmente applicata, e cioè la turbina sia per tutto il resto progettata, disegnata e costruita a perfetta regola d'arte.

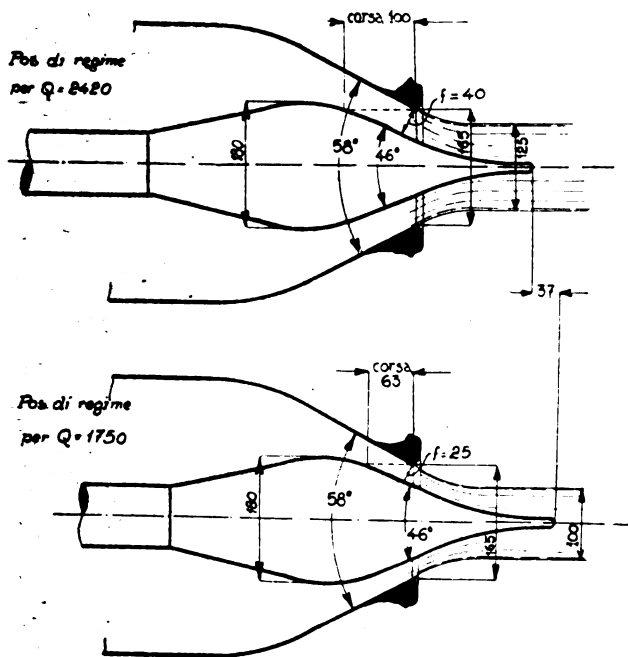


Fig. 7.

Comunque, se non dubbio è il valore più opportuno trovato per il diametro, i valori dei rendimenti sono sempre da ritenere *presunti*, mentre potrebbero, per cause varie ed anche indipendenti dal problema specifico, variare in più o in meno; teoricamente essi però sono realizzabili come descritto pur fra limiti così vasti delle cadute e coi due numeri di giri dati.

□ I PIROMETRI TERMoeLETTRICI □

CESARE BACCHINI

I pirometri a coppie termoelettriche hanno oggi un vastissimo campo d'applicazione e sono i più comunemente usati per le misure di temperature dai 100° ai 1500° C. Per temperature superiori ne limita l'uso la facile deteriorabilità dei metalli costituenti la coppia termoelettrica ed il loro punto di fusione (per le coppie al platino 1750° C), per temperature inferiori la debole f. e. m. generata dalle coppie stesse che esigerebbe apparecchi di misura assai delicati, e le loro curve caratteristiche poco ben definite.

La robustezza e la semplicità dei moderni Pirometri costruiti con criteri industriali li rendono del tutto pratici per usi di officina, ed ormai essi sono diffusi in ogni campo, ben a ragione poichè la misura delle temperature si è dimostrata necessaria per la conoscenza e quindi per la regolazione dei vari processi tecnologici su cui si basano la maggior parte delle industrie.

Il principio su cui si basano questi Pirometri è il ben conosciuto col nome di Effetto termoelettrico.

Quando si uniscono due fili di metalli diversi, nel loro punto di contatto si genera una f. e. m. il cui valore dipende dalla temperatura alla quale esso viene portato. Se quindi si chiude un circuito, costituito in generale da fili di vari metalli, attraverso un galvanometro ed uno dei giunti fra essi viene portato a temperatura differente da quella degli altri, si avrà una f. e. m., segnalata da una deviazione del galvanometro, il cui valore dipenderà dalla differenza di temperatura suddetta. Praticamente il circuito è costituito dalla coppia formata di fili di due metalli diversi, saldati ad una estremità fra di loro (giunto caldo) e dall'altra collegati a fili di rame (giunto freddo) che fanno capo all'apparecchio indicatore che funziona quindi da millivoltmetro. Non tutti i metalli sono adatti a co-

stituire coppie termoelettriche per varie ragioni che vedremo, ma se essi sono scelti opportunamente si avrà che la f. e. m. generata riscaldando la saldatura sarà funzione ben definita della sua temperatura e di quella del giunto freddo.

In tal caso evidentemente conoscendo la temperatura di quest'ultimo si avrà che il millivoltmetro potrà essere tarato in gradi, e darà direttamente il valore della temperatura alla quale la coppia è portata.

Il Pirometro quindi si comporrà:

- 1) di una coppia (o pinza) termoelettrica;
- 2) di un circuito di fili di rame più o meno lungo;
- 3) di un apparecchio indicatore (o registratore) analogo ai millivoltmetri a corrente continua.

Le coppie termoelettriche. — Non tutti i metalli sono adatti a costituire coppie termoelettriche. Essi dovranno presentare i seguenti principali requisiti:

A) Dovranno essere tali che la loro curva caratteristica, che è l'espressione della funzione $E=f(t)$ che lega la f. e. m. generata alla temperatura, sia regolare, possibilmente rettilinea e che sia continuamente crescente col crescere di t , almeno nei limiti dell'uso di quella certa coppia.

B) Dovranno avere il massimo potere termoelettrico, cioè dare una notevole f. e. m. per una certa differenza di temperatura (dicesi potere termoelettrico tale variazione: $p = \frac{dE}{dt} = f'(t)$; e ciò allo scopo di permettere l'uso di apparecchi di misura i più robusti possibili.

C) Dovranno essere costituite di metalli omogenei per essere esenti al massimo grado da f. e. m. parassite per gli effetti Becquerel e Thompson, che si generano rispettivamente per la disuniformità del riscaldamento e per le disuguaglianze nello stato molecolare nelle varie parti dello stesso filo.

D) Dovranno infine essere inalterabili, incorrodibili, e inossidabili poichè tali inconvenienti genererebbero variazioni nei contatti, nella resistenza, ecc., procurando in generale, una serie di errori variabili col tempo e quindi non prevedibili nella taratura.

Le coppie oggi usate sono di due tipi principali:

- 1) Coppie di metalli rari per temperature elevate fino a 1500° C circa;
- 2) Coppie di metalli comuni per temperature inferiori, fino a 1200° C.

Coppie di metalli rari. — Sono caratterizzate da: 1) punto di fusione assai elevato; 2) f. e. m. sviluppata relativamente piccola, di circa 20 mv al massimo; 3) massima invariabilità e costanza.

Si hanno quindi ottime coppie, di lunga durata e capaci di dare indicazioni di precisione, si ha la possibilità di uso per temperature elevate, per contro si devono usare indicatori assai sensibili e quindi più delicati e costosi.

I metalli usati sono quasi esclusivamente il platino e il platino-rodato al 10 %. Il punto di fusione è di 1750° C, quindi il loro uso si può estendere fino a 1500° C per uso normale, fino a 1600° C saltuariamente. Questa coppia dà una curva che è riportata in fig. 1, la quale è della forma:

$$E_0^t = a t^m \text{ cioè } \lg E_0^t = \lg a + m \lg t$$

Il Chatelier trovò i valori: $\lg a = 0,302$ $m = 1,2196$.

Le coppie al platino, platino-iridio sono meno usate perchè facilmente si incrudiscono e si alternano ed è bene non usarle sopra i 1000° C.

Per queste: $\lg a = 0,772$ $m = 1,102$.

L'inconveniente principale che presentano queste coppie è quello del costo elevato, spesso proibitivo, quindi in generale sono riservate, oltre che per la misura di alte temperature, ai soli usi di laboratorio, ciò anche per riguardo agli indicatori, che sono come detto più delicati.

Vi è poi anche il fatto che dovendosi usare dei fili di piccolo peso dato l'elevato costo, e cioè assai sottili (troppo corti non si possono fare per non avvicinare troppo il giunto freddo) essi vengono ad avere una rilevante resistenza ohmica la cui variazione quindi, dato l'elevato coefficiente di temperatura, è di valore abbastanza forte; quindi si deve tenere una resistenza sul circuito esterno abbastanza grande perchè rispetto alla resistenza complessiva del circuito detta variazione procuri un errore tollerabile. Ciò viene ad aumentare la sensibilità necessaria negli indicatori. Questi ultimi infatti sono quasi sempre del tipo a sospensione, assai poco pratici invero per usi normali. Solo in questi ultimi tempi si sono costruiti apparecchi a perni di uso pratico per queste scale.

Coppie di metalli comuni. — Esse hanno le seguenti caratteristiche: 1) punto di fusione basso; 2) sviluppo di f. e. m. elevata (fino a 40-50 mv); 3) facile corrosione ed alterabilità quindi minore costanza e maggiore consumo.

Si deduce subito quindi che esse sono riservate per più basse temperature delle precedenti, e che sono di minore precisione e durata. Si ha però che data la notevole f. e. m. sviluppata, possono usarsi apparecchi più robusti e solidi, del tipo a perni, da potersi quindi normalmente usare in officina, tipi da quadro da applicarsi in vicinanza dei forni e da affidarsi anche ad operai. Dato poi il loro costo assai basso esse sono ormai le universalmente adottate per misure industriali, naturalmente nei limiti di temperatura indicata, nei quali però cade la gran maggioranza degli usi comuni.

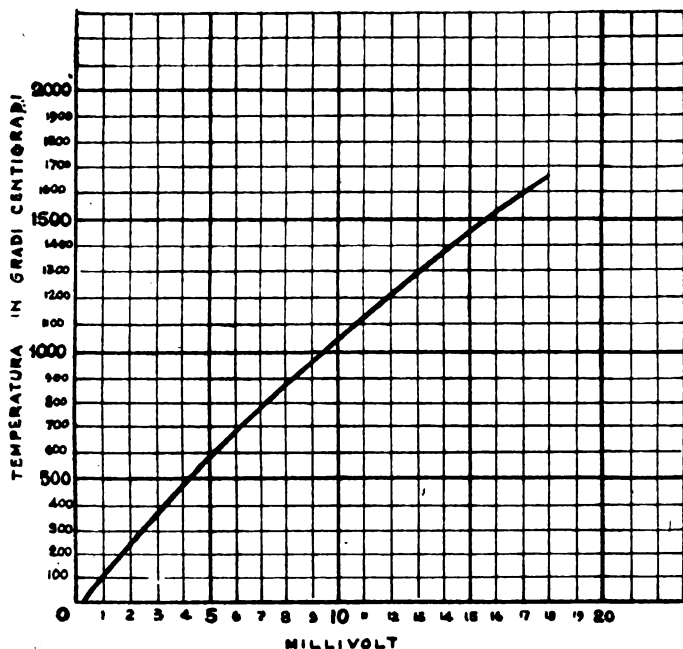


Fig. 1.

Costruite con tutte le precauzioni e gli accorgimenti necessari, protette a dovere, non forzate nè sottoposte a temperature eccessive, danno buone misure sotto ogni riguardo e sono, tutto sommato, le maggiormente consigliabili nei casi normali.

Le più usate sono le seguenti:

1) Coppia rame-costantana (lega Cu-Ni al 40 %) oppure ferro-costantana. Queste coppie funzionano ottimamente per temperature rispettivamente fino a 500° e fino a 900° C, al di sopra delle quali si deteriorano ossidandosi. La loro curva è assai buona e la f. e. m. generata a 600° è di circa 30 mv per la coppia rame-costantana, un po' maggiore per l'altra che a 900° dà circa 50 mv (vedi fig. 2). Anche la coppia ferro-nichel è usata da molti costruttori.

2) Coppie nichel-nichel-cromo e di altre speciali leghe del nichel, cromo, alluminio, ecc. Queste coppie hanno un punto di fusione intorno ai 1400° e si possono usare benissimo normalmente fino a 1100° C e saltuariamente fino a 1300°. Sono assai resistenti alla corrosione e poco ossidabili e costituiscono quindi le coppie più pratiche e consigliabili per queste temperature, in considerazione anche del loro costo non elevato. La curva è ottima, quasi rettilinea, cosicché la scala degli apparecchi è pressapoco uniforme, la f. e. m. generata è notevole, infatti a 1100° C si hanno quasi 50 mv e per la coppia nichel, nichel-cromo si arriva anche più. Quest'ultima coppia è però meno consigliabile per la difficoltà di avere del nichel purissimo, assolutamente esente da ferro, mentre le altre leghe del nichel stesso sono più resistenti.

La figura 2, dà la curva per la coppia cromel (Ni 80 % - Cr 20 %) alumel (lega nichel-alluminio-manganese) prodotto della Casa Hoskins; come si vede essa è pressochè rettilinea, specialmente per temperature medie.

Il costo relativamente basso di queste coppie permette inoltre di costituirle di filo di diametro notevole; e precisamente intorno a 3 mm. Si hanno quindi fili di resistenza assai bassa il che porta a rendere meno sensibile la variazione di resistenza in essi prodotta dalla variazione di temperatura e dall'ossidarsi col tempo del metallo oltre ad altre ragioni che si vedranno in seguito.

L'inconveniente quindi di queste coppie di alterarsi alle alte temperature più facilmente che i metalli rari, ha conseguenze non eccessivamente sensibili.

Dall'esame sommario dei vari tipi di coppie si può quindi in generale concludere:

1) Le coppie al platino sono indicate per misure da laboratorio nelle quali si esigono grandi precisioni ed ove si possono usare grandi precauzioni nell'uso degli apparecchi che sono assai delicati. Sempre poi quando la temperatura da misurarsi superi 1300° C.

2) Per gli usi industriali sono invece consigliabili le coppie di metalli comuni per la loro praticità ed il loro costo non elevato unito alla bontà del funzionamento; coppie rame-costantana fino a 500° C, ferro-costantana fino ad 800° C, coppie di lega di nichel per temperature superiori fino a 1100° C normali e saltuariamente fino a 1300° C. Gli apparecchi sono robusti e tali da potersi usare senza speciali precauzioni.

Costanza della taratura. — **Protezioni.** — Le coppie termoelettriche devono essere naturalmente il più possibile costanti, così da non stararsi troppo facilmente dando origine a letture errate. Quando la coppia sia ben costruita, con tutti gli accorgimenti necessari per evitare specialmente gli effetti termoelettrici dovuti a inomogenità nello stato fisico o chimico dei fili dello stesso materiale, le alterazioni essenzialmente sono dovute alla corrosione ed all'ossidazione in presenza di vapori o gas di vario genere nelle fornaci. Quindi è necessario ricorrere a delle protezioni, le quali anche sviluppano la loro azione dal punto di vista meccanico impedendo le facili rotture delle coppie. Queste protezioni sono di vario tipo a seconda del tipo di coppia e degli usi ai quali essa è destinata. La scelta della adatta protezione è di grande importanza.

Le coppie di metalli rari è necessario siano bene protette perchè il platino è facilmente attaccato dai vapori metallici. Non sono quindi da usarsi tubi metallici, ma sarà bene ricorrere alla porcellana od a altri refrattari non porosi, oppure meglio di tutto a tubi di quarzo fuso o di alundum che si trovano in commercio facilmente. La porcellana inoltre deve essere eliminata per l'uso in atmosfere riducenti poichè la silice viene facilmente ridotta in silicio che attacca il platino.

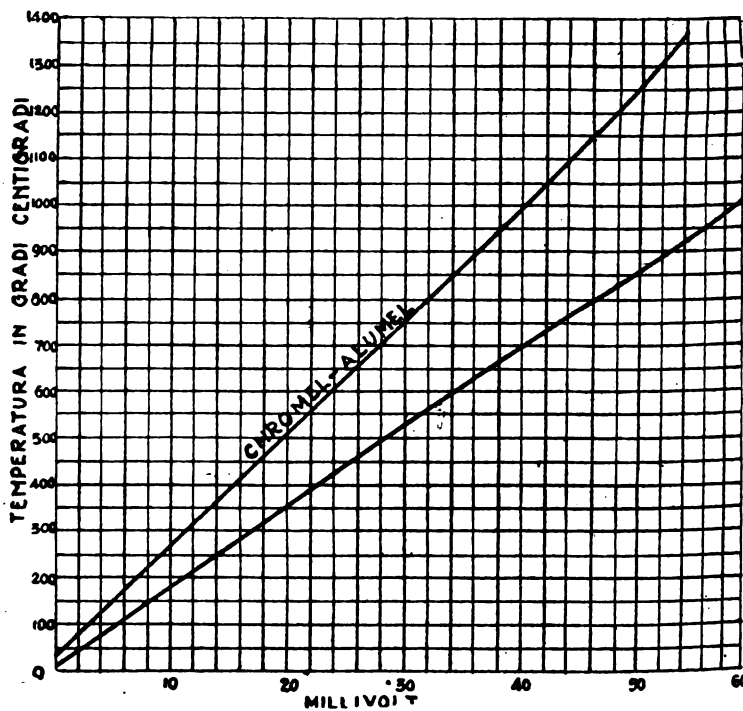


Fig. 2.

Per le coppie di metalli comuni le protezioni usate sono varie. Le più comuni sono quelle di acciaio, ottime per temperature non troppo elevate, che presentano il gran vantaggio di un'alta resistenza meccanica e quindi sono assai pratiche per le installazioni in forni industriali, per tempera, ricottura, ecc. in cui non si superano quasi mai i 900° C. E anche spesso usata, per i forni di fusione specialmente, una ulteriore protezione, oltre la canna di acciaio, spesso murata nel forno, di grafite, carborundum, ecc. La porcellana ed il quarzo fuso per la loro fragilità sono meno usate tranne che nei casi in cui possono essere trattate con le precauzioni necessarie. Ultimamente sono state messe in commercio delle protezioni di ni-

chel-cromo che sono ottime sotto tutti i rapporti riunendo una elevata resistenza meccanica ad una grande inalterabilità ed hanno dati risultati veramente ottimi. Il costo ne è però elevato e quindi il loro uso non ha preso grande estensione, mentre bisognerebbe tener presente che, come si ripete, è dalla buona protezione che dipendono la costanza e la durata delle coppie.

La resistenza del circuito. — Le resistenze dei vari elementi del circuito hanno una grande importanza poichè da esse dipende la corrente circolante e quindi le deviazioni dell'apparecchio. Evidentemente si dovrà avere in primo luogo la massima costanza della resistenza totale, ed in secondo luogo questa dovrà essere tale che la eventuale inevitabile variazione di qualche elemento non porti ad errori troppo elevati. Si può quindi subito concludere che maggiore sarà la resistenza degli apparecchi indicatori usati, (bobina e resistenza addizionale) maggiore sarà la precisione e la costanza delle letture.

La resistenza totale si può dividere in: 1) Resistenza della coppia; 2) delle connessioni; 3) del galvanometro.

La resistenza della coppia conviene sia assai piccola. Infatti i fili metallici essendo sottoposti a forti differenze di temperatura ed avendo un notevole coefficiente di temperatura, variano la loro resistenza continuamente. Inoltre questa varia anche con la maggiore o minore immersione della coppia nel forno. Dovrà essere questa variazione la più piccola possibile rispetto alla resistenza interna così da contenere l'errore nei limiti ammessi. Sotto questo punto di vista, come si è detto, le coppie di metalli comuni presentano un certo vantaggio. Le coppie al platino, platino-rodio, metalli che hanno un coefficiente di temperatura di 0,002 e 0,0013 rispettivamente, per ragioni di costo, come si è visto, sono costruite di fili sottili e quindi hanno una elevata resistenza, al solito intorno ai 2 ohm (fili da 0,5 mm lunghi metri 1). Una variazione del 50 % in questi fili si può avere assai facilmente, si ha quindi una variazione di 1 ohm. Perchè quindi l'errore sia contenuto per esempio nell'1% bisognerà che la resistenza esterna sia almeno di 100 ohm. Siccome poi con queste coppie, per uso di laboratorio, si richiede una precisione maggiore, e si ha anche una f. e. m. piccola, l'apparecchio da usarsi sarà assai sensibile e di alta resistenza, quindi assai delicato. Normalmente il tipo adottato è a sospensione anzichè a perni e quindi assolutamente sconsigliabile in officina.

Invece con le coppie, ad esempio al nichel-nichel-cromo, si usano normalmente fili da 3 mm ed in generale la coppia ha una resistenza intorno a 0,1 ohm. Per la analoga variazione di temperatura, essendo il coefficiente di temperatura di queste leghe assai minore, corrisponderà una variazione di resistenza del 10 % e quindi di 0,01 ohm. Per avere lo stesso errore quindi occorrerebbe che la resistenza esterna fosse di 1 ohm.

La resistenza delle connessioni deve analogamente essere assai bassa per le stesse ragioni, per quanto le piccole variazioni di temperatura cui sono sottoposte portino piccole variazioni di resistenza. Queste però non sono da trascurarsi tanto più se si sommano anche le variazioni della bobina mobile di rame degli apparecchi, e quelle inevitabili nei morsetti e nei contatti. Tutto sommato la variazione totale potrà essere di 0,1 ohm e quindi la resistenza dovrà almeno arrivare a 10 ohm. Su questo valore infatti sono buona parte degli apparecchi in commercio.

La resistenza del millivoltmetro. — Essa deve essere, come si è visto, quanto si può elevata, diminuendo così gli errori possibili. Si ha però purtroppo, che elevando questa resistenza si deve naturalmente, trattandosi di millivoltmetro, aumentare la sensibilità con i diversi accorgimenti e quindi diminuire la robustezza e la praticità degli apparecchi, fino, come detto sopra ad arrivare al tipo a sospensione. Ad ogni modo varie Case costruiscono buoni Pirometri di vario genere da scegliersi accuratamente per i vari usi speciali cui devono essere adibiti, tenendo presente che quando sia necessario l'uso di un apparecchio in vari circuiti (a mezzo di commutatori), con probabilità quindi di variazioni nella resistenza di essi, sarà necessario l'impiego di apparecchi da alta resistenza, fino anche a tipi da 250 e 500 ohm, oggi costruiti dalle migliori Case.

Giunto freddo. — Si è visto come la f. e. m. sviluppata dalla termocoppia dipende anche dalla temperatura del giunto freddo. Ora per le coppie che hanno una caratteristica quasi rettilinea la f. e. m. è approssimativamente proporzionale alla differenza fra la temperatura della coppia e quella del giunto freddo. Quindi se una coppia è tarata con una temperatura t_0 del giunto freddo, basterà, se nell'uso questo è a t_1 , aggiungere

alla lettura fatta ($t_1 - t_0$) $k.k$ è un coefficiente variabile a seconda della caratteristica che per le coppie di metalli comuni uguali ad 1, ma per le altre assai diverso; per esempio per le coppie al platino sopra i 1000° è uguale a 0,5.

Per apportare facilmente la correzione non si farà che spostare lo zero dell'apparecchio, così che a circuito aperto segni la temperatura del giunto freddo.

Per ciò tutti i Pirometri sono muniti dell'apposito dispositivo.

Vi sono poi speciali sistemi di correzione automatica studiati ed applicati da diverse Case, che hanno però lo svantaggio di diminuire quella grande semplicità che è dote preziosa di questi Pirometri. Quando infine la misura viene fatta con il potenziometro vi sono parecchi dispositivi speciali che si vedranno in seguito.

Importantissima cosa è dunque, dovendo apportare la relativa correzione, il conoscere sicuramente la temperatura del giunto freddo e tenerla costante. Ciò si ottiene in molti modi. Anzitutto conviene allontanare il giunto freddo dalla fornace e portarlo in luogo a temperatura costante. Ciò si fa prolungando la coppia con fili dello stesso materiale fino ad una scatola di giunzione. Questa negli impianti normali può essere un semplice giunto sufficientemente lontano dai forni, oppure, quando si voglia avere maggior precisione, è un termostato riscaldato da due lampadine regolabili e controllate con un termometro.

Ottima sistemazione è anche quella di portare la saldatura in un piccolo pozzo nel terreno ove praticamente la temperatura rimane invariata.

Certo queste precauzioni complicano un poco l'impianto e dovranno essere scelti i vari tipi a seconda delle misure che si devono fare. Buona norma sempre però è quella almeno di allontanare il giunto dalla fornace e difatti oggi giorno le Case provvedono i fili prolungati di circa un metro.

Per le coppie al platino non si potrebbe evidentemente adottare questo sistema per l'alto costo dei fili, che si sostituiscono invece con fili di rame e di costantana, le cui coppie prese insieme provvedono alla compensazione entro buoni limiti purchè naturalmente alla stessa temperatura.

Il rame andrà collegato al platino rodio, la costantana al platino puro.

APPARECCHI DI MISURA.

Come si è visto la misura delle temperature si riduce alla misura di una f. e. m. Gli apparecchi non sono quindi che dei millivoltmetri costruiti con speciali criteri onde bene

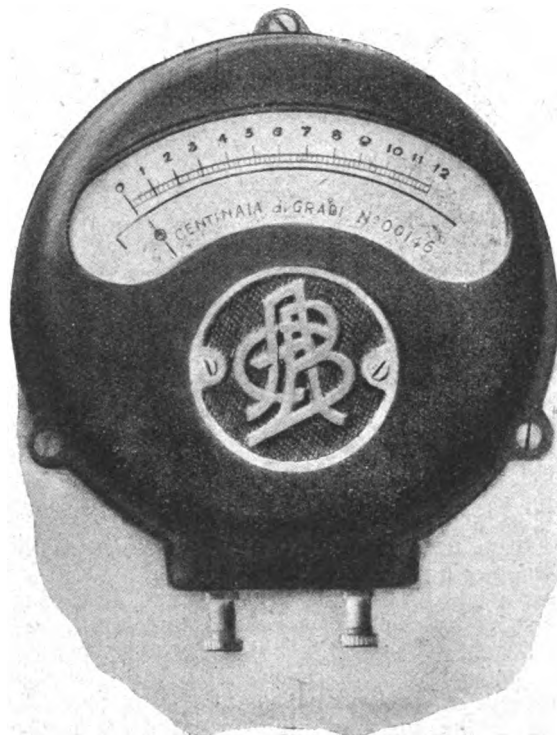


Fig. 3.

si adattino allo scopo. Essi possono essere di vari tipi a seconda che devono rispondere a diverse esigenze: indicatori o registratori: da quadro o portatili di precisione, ed infine pos-

sono essere basati su due metodi di misure ben distinti, e cioè:

- 1) sul metodo solito di misura della corrente generata dalla f. e. m. incognita e cioè sono dei normali millivoltmetri;
- 2) sul metodo di opposizione e sono dei veri e propri potenziometri.

Naturalmente i primi, pirometri propriamente detti, sono i più pratici e i più diffusi poichè sono assai solidi e robusti, a lettura diretta, tarati in generale direttamente in gradi, semplicissimi nell'uso; gli altri invece sono destinati a misure di precisione, sono apparecchi assai complicati e quindi assai più costosi, in generale portatili per misure di controllo.

La fig. 3, mostra appunto un pirometro a perni da quadro di costruzione italiana per misure fino a 1300° che va corredato con coppia al nichel, nichel-cromo.



Fig. 4.

Come si vede la graduazione è direttamente in gradi. Numerose altre Ditte estere costruiscono apparecchi simili che danno pure ottimi risultati. Si è visto che è opportuno avere una alta resistenza interna, questa è composta dalla resistenza della bobina e delle molle, ma essenzialmente da una resistenza addizionale in materiale con coefficiente di temperatura assai basso onde rendere praticamente senza importanza le variazioni di resistenza con la temperatura della bobina mobile costituita di filo di rame.

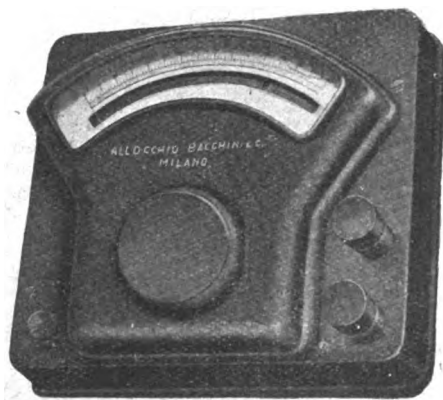


Fig. 5.

Per l'uso con coppie al platino (f. e. m. generata 20 mvolt), si rende necessario ricorrere a tipi più sensibili, tanto più che, come si è visto, è maggiormente necessario in questo caso di avere una elevata resistenza interna dell'apparecchio. Si hanno così i tipi a sospensione a lettura diretta assai sensibili, ma alquanto delicati e quindi riservati ai laboratori o da usarsi in officina con molti riguardi. La fig. 4 ne mostra un tipo normale di costruzione italiana. La Ditta Ingg. Allocchio Bacchini e C. ha costruito ultimamente degli apparecchi a perni per tali coppie di precisione da laboratorio di cui si vede un esemplare in fig. 5.

Spesse volte è necessario rilevare la temperatura in parecchi punti nel quale caso si può utilizzare un solo apparecchio con un commutatore.

Sarà necessario assicurarsi che i vari circuiti abbiano la

stessa resistenza ohmica onde le misure non risultino alterate o quanto meno che le variazioni siano abbastanza piccole da

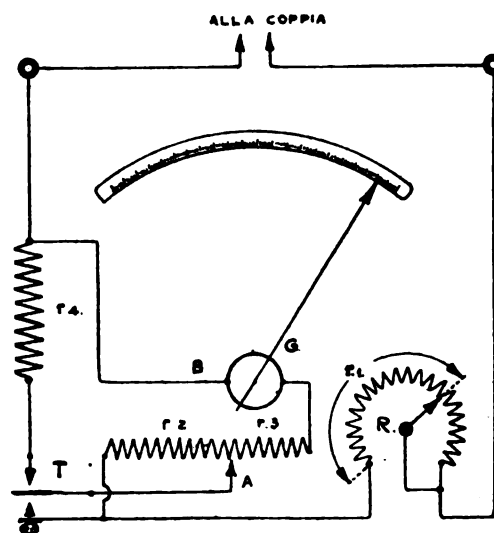


Fig. 6.

provocare errori tollerabili. Sarà quindi facile, in una installazione fissa, di regolare i vari circuiti con bobine addizionali così da avere misure esatte, mentre non sarà in generale possibile

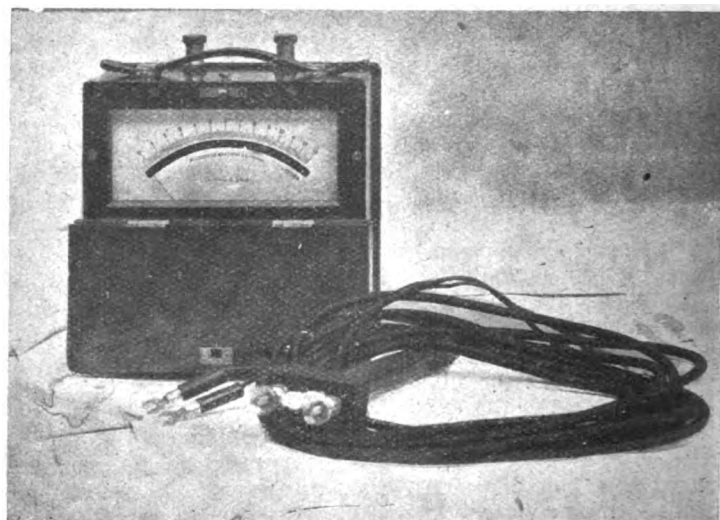


Fig. 7.

ottenere un apparecchio normale portatile per misure su varie coppie dello stesso tipo ma di diverse resistenze.

A tal scopo alcune Case muniscono il pirometro di una resistenza addizionale variabile ed in questo modo con l'aiuto

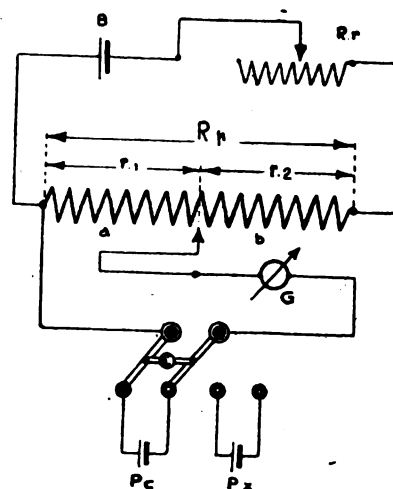


Fig. 8.

di un ponte si ottiene la suddetta possibilità. Ma è vi poi un apparecchio costruito dalla Casa Brown, detto Heatmeter, che risolve da solo il problema, secondo il metodo Harrison-Foote.

La fig. 6 rappresenta lo schema. In esso r_2 , r_3 , r_4 sono resistenze fisse, R è una variabile a mezzo di cursore. L'apparecchio è aggiustato in modo che con la R tutta inserita, la d. d. p. letta è quella ai morsetti.

Quando si allaccia un circuito di resistenza L (linea e coppia) si diminuirà R al valore r_1 così che sia $R - r_1 = L$.

Per avere la regolazione adatta di r_1 , si varierà fino a che col tasto T alzato o abbassato si ottenga la stessa misura.

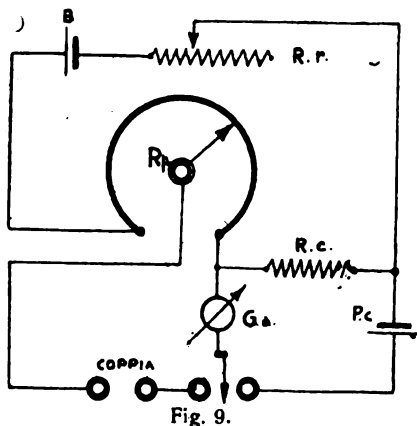


Fig. 9.

In tal caso dicendo: e_1 ed e_2 la d. d. p. fra A e B nei due casi, ed e la f. e. m. della coppia, sarà $e_1 = e_2$; ma

$$e_1 = \frac{e r_3}{L + r_1 + r_2 + r_3}$$

ed

$$e_2 = \frac{e r_3 r_4}{(L + r_1)(r_3 + r_4) + r_3 r_4}$$

ed eguagliando e semplificando si ha:

$$L + r_1 = \frac{r_3 r_4}{r_3} = \text{costante}$$

Ma le resistenze sono costruite tali che $\frac{r_3 r_4}{r_3} = R$ e quindi si avrà appunto in questo caso che l'apparecchio sarà regolato per leggere esattamente la temperatura con la resistenza esterna L .

Come si vede subito l'apparecchio è assai semplice, proprietà questa che lo rende veramente prezioso e consigliabile, per quanto il costo sia un po' maggiore dei tipi normali.

La fig. 7 rappresenta infine un complesso portatile di controllo formato dall'apparecchio portatile in cassetta di legno e da una leggera coppia.

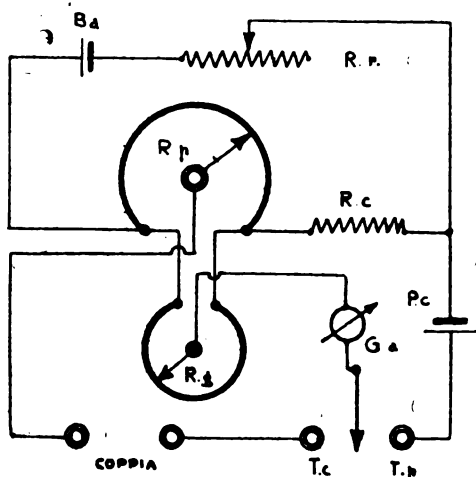


Fig. 11.

Gli apparecchi del tipo potenziometrico. — Sono basati sul metodo di opposizione cioè a mezzo di essi si oppone alla f. e. m. della coppia una f. e. m. conosciuta, l'opposizione perfetta essendo rilevata dalla riduzione a zero di un galvanometro assai sensibile. I principali vantaggi sono:

1) l'indipendenza della misura dalla resistenza esterna;
2) l'indipendenza della taratura dello strumento indicatore essendo un metodo per riduzione a zero. Questi grandi pregi rendono indispensabili questi apparecchi per misure di gran

precisione ed in generale per il controllo degli apparecchi dell'altro tipo. Hanno però gli inconvenienti di esigere qualche manovra, sia pur semplice, e soprattutto quello di avere un costo maggiore degli altri. Lo schema fondamentale è il solito dato in fig. 8 e lo schema normalmente realizzato è quello semplificato della figura 9.

Sono in generale apparecchi portatili e varie Ditte hanno stabiliti tipi che presentano varie particolarità.

La fig. 10 ne rappresenta un esemplare costruito dalla Ditta Allocchio Bacchini e C. di cui lo schema è portato in figura 11.

In questo apparecchio, posto in una piccola cassetta portatile, sono radunati tutti gli elementi necessari e la misura può eseguirsi senz'altro. Inoltre esso è provvisto di dispositivo per la regolazione a seconda delle temperature dal giunto freddo. Il circuito potenziometrico è costituito dalla resistenza a cursore R_p , dalla fissa R_c e dal reostato di regolazione R_r . L'alimentazione è data da una batteria di pile a secco B_a . La taratura si eseguisce abbassando il tasto T_p che chiude la pila campione P_c sulla resistenza R_c , e regolando la R_r fino allo



Fig. 10.

zero del galvanometro. Si otterrà così di avere una determinata caduta di potenziale ogni divisione della R_p e precisamente di un millivolt; su tutta la R_p di 100 millivolt. Abbassando ora il tasto T_c si verrà, regolando R_p fino allo zero del galvanometro, ad opporre alla f. e. m. della coppia una uguale d. d. p. che si leggerà direttamente sulla manopola. Questa è graduata in millivolt e dalle curve di taratura delle varie coppie si ha la temperatura. Questo apparecchio ha quindi il vantaggio di potersi usare con qualunque coppia purchè naturalmente se ne conosca la curva caratteristica.

Il reostato R_r serve alla regolazione a seconda della temperatura del giunto freddo. Infatti variandone la posizione si viene evidentemente ad aumentare o diminuire la d. d. p. che realmente si legge sul reostato. La graduazione di R_r è fatta sperimentalmente determinando per ogni tipo di coppia le varie correzioni per ottenere la misura esatta con differenti temperature del giunto freddo.

Vi sono poi altri tipi di apparecchi nei quali la correzione avviene automaticamente a mezzo di una opportuna combinazione di speciali resistenze costituite di materiale a diverso coefficiente di temperatura.

Come detto la misura della temperatura a mezzo dei potenziometri è la più sicura ed è ottima tutte le volte che si abbiano ad eseguire misure con resistenze dei circuiti delle varie

coppie variabili, o per variabili lunghezze dei cavi o per incertezza dei diversi contatti o diversa sezione dei fili, o infine per variazioni di temperatura.

Apparecchi registratori. — Come negli altri tipi di strumenti elettrici, accanto agli indicatori trovano largo impiego anche i Pirometri registratori.

Riferendoci ai tipi normali (vedi fig. 12) essi sono quindi dei millivoltmetri registratori. Bisogna però tener presente che la coppia disponibile è ben piccola, come si è già detto e quindi non è possibile ricorrere ad una registrazione di tipo solito poichè il peso e l'attrito dell'equipaggio e della penna scrivente avrebbero una troppo grande influenza sulle deviazioni provocando degli scarti eccessivi.

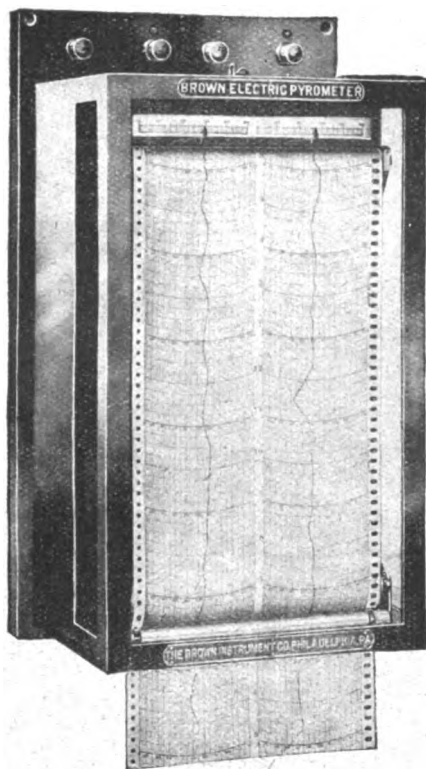


Fig. 12.

Si ricorre quindi generalmente al ben conosciuto sistema di lasciare libero l'indice con la penna ed a farlo periodicamente appoggiare sulla carta a mezzo di un filo lasciato cadere da un apposito congegno comandato da un movimento di orologeria, il quale fa pure progredire la carta stessa. Si ottiene così una successione di punti abbastanza vicini così da avere, come una linea continua, l'andamento della temperatura. Su questo sistema fondamentale le varie Case costruttrici hanno creato una serie di apparecchi con varianti diverse, con carta a disco o a carta continua, con perforazione della carta, od a pressione della penna su nastro copiativo, con dispositivi più o meno complicati e aventi tutti i loro maggiori o minori vantaggi.

Dobbiamo infine citare quell'ingegnosissimo ed utilissimo apparecchio che è il potenziometro registratore, costruito dalla Leeds e Northrup, rappresentato in fig. 13. Esso è completamente automatico. La opposizione è regolata da un piccolo galvanometro che a seconda che devia da una parte o dall'altra fa girare un servomotore in un senso o nell'altro così da aumentare o diminuire la resistenza potenziometrica e ristabilire l'opposizione e quindi l'equilibrio nel galvanometro stesso.

Colla variazione della resistenza il servomotore provoca contemporaneamente lo spostamento di un indice a penna che segna la curva sulla carta. Vi sono poi altri dispositivi accessori per le altre regolazioni come quella del circuito esterno sulla pila campione che avviene automaticamente ogni certo tempo.

L'apparecchio registratore è certamente tale da rendersi utile, però si oppone ad una grande diffusione il suo relativamente elevato costo. Ad ovviare ciò alcune Case hanno ottenuto di rendere il registratore multiplo, cioè di commutare automaticamente l'apparecchio su un certo numero di linee. Il costo aumenta naturalmente non in proporzione, ma assai meno, rendendolo così conveniente per impianti di una certa importanza. Le curve corrispondenti alle varie coppie sono segnate in colori diversi ed anche, come nel potenziometro, i vari punti hanno segnato accanto il loro numero d'ordine.

IMPIANTI PIROMETRICI.

Lo schema d'impianto è, come si può subito comprendere, della massima semplicità. Nel caso poi più comune si riduce a collegare semplicemente con due conduttori le coppie all'apparecchio.

Però esso è necessario sia fatto con la massima accuratezza e che certe precauzioni siano prese onde le misure non vengano alterate.

Riguardo alla coppia sarà necessario sia opportunamente introdotta nel forno e protetta con le protezioni che meglio si adattino all'ambiente del forno, come si è visto più addietro.

Gran cura si deve avere nella sistemazione del giunto freddo. Alcune Ditte costruiscono senz'altro le coppie prolungatesi senza interruzioni oltre la canna pirometrica di 60 cm così che il giunto freddo resta sufficientemente lontano. Che se ciò non bastasse si collegherà una lunghezza dello stesso filo della coppia fino a conveniente distanza, proteggendo l'estremità o innestandola nel terreno o in qualunque altro luogo a temperatura costante e conosciuta.

Nella formazione dei collegamenti infine bisognerà curare bene che la resistenza dei contatti sia trascurabile, che il conduttore non passi per luoghi troppo caldi, bisognerà insomma ottenere che la resistenza del circuito sia costante e sia esattamente quella che è necessaria per il regolare funzionamento dell'apparecchio e per il quale esso fu tarato. Non è lecito così aumentare o diminuire la lunghezza del cavo di connessione, ma se occorrerà dislocare l'apparecchio più lontano sarà necessario in generale ricorrere a sezioni maggiori del cavo.

L'impianto può essere con soli indicatori o registratori, oppure anche con i due insieme. Generalmente l'indicatore viene posto vicino al forno, e il registratore a distanza negli Uffici ove può essere sempre controllato. Spesse volte pure un solo apparecchio serve per più coppie, a mezzo di un commutatore bipolare numerato, di manovra molto semplice.

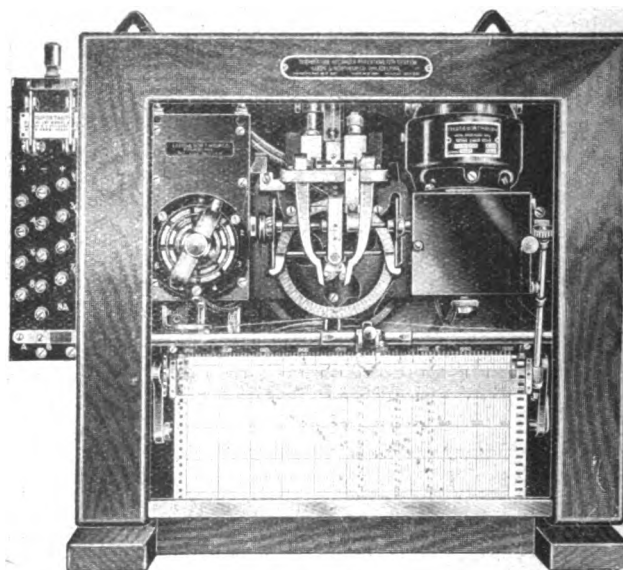


Fig. 13.

Possono infine applicarsi vari tipi di segnalatori a distanza o dispositivi di allarme. L'indice dell'apparecchio può chiudere ad una data temperatura un contatto che mette in funzione una suoneria od altro segnale, oppure si può far funzionare insieme all'indicatore un relais tarato sulla temperatura massima, la quale può essere variabile a mano. Sono costruiti anche in Italia apparecchi multipli a segnalazione provvisti quindi di un commutatore automatico comandato da un motorino o da un movimento di orologeria che da l'apparecchio sulle varie linee successive.

Tutti questi tipi accennati possono poi integrarsi dando origine ad una grande varietà di impianti pirometrici adatti alla diversa importanza ed alle varie necessità delle varie industrie.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purché ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

* *

LETTERE ALLA REDAZIONE

Telefonia ad onde convogliate.

Tariffe e $\cos \varphi$.

Riceviamo:

Spett. Redazione del Giornale l'Elettrotecnica

MILANO

Via San Paolo, 10

Riceviamo:

Onor. Redazione de « L'Elettrotecnica »,

MILANO

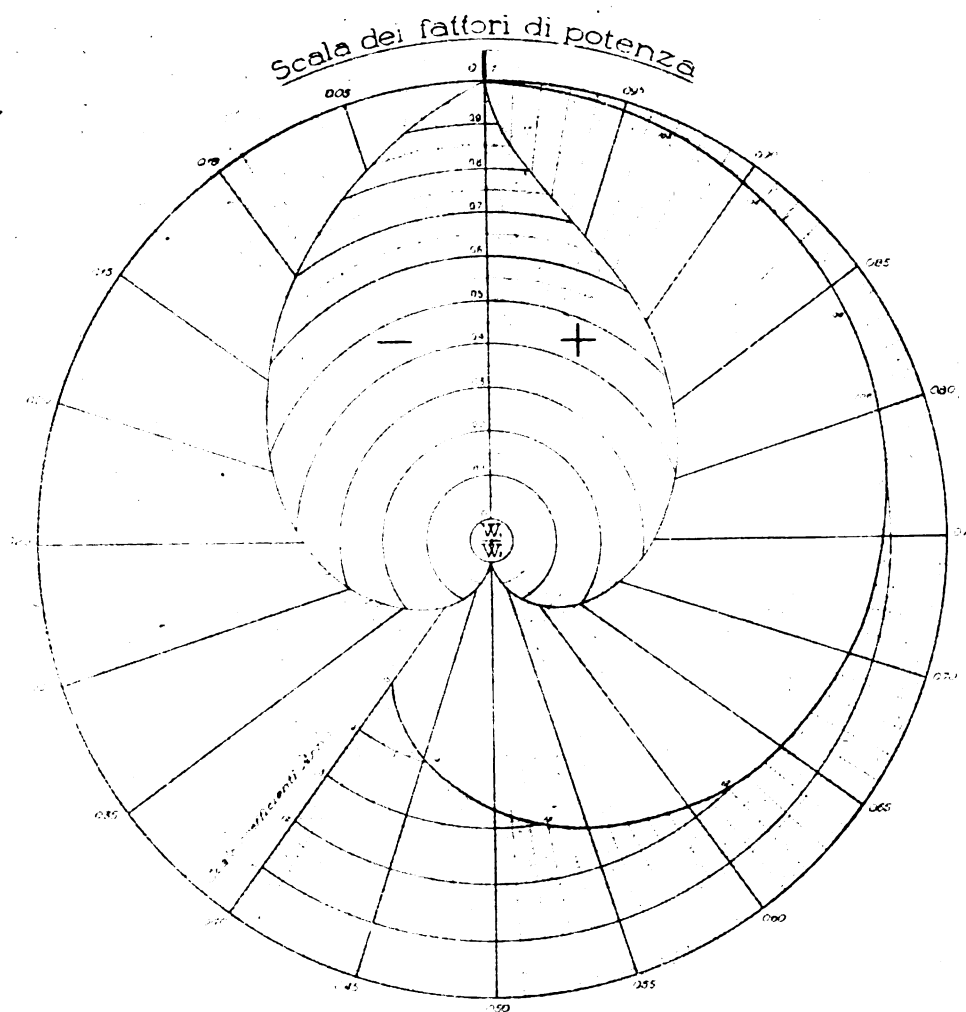
Ho letto con interesse la lettera inviata a codesta On. Redazione dal Sig. G. Rautenkrantz relativa alle comunicazioni telefoniche ad alta frequenza al servizio degli impianti elettrici ⁽¹⁾, e mi permetto di chiedere ospitalità con la presente.

In massima d'accordo con quanto è esposto nella lettera ritengo tuttavia opportune alcune osservazioni per quanto riguarda le comunicazioni su linee parallele o sostenute dagli stessi pali dell'alta tensione come anche per quanto si riferisce alle onde guidate.

Sulla telefonia con fili. — I disturbi d'induzione che le condut-

Per il caso che possa interessare le Società che applicano il sistema di tarifficazione del Prof. Arnò, mi prego unire alla presente un diagramma che oltre a permettere la determinazione del $\cos \varphi$ in

Diagramma di $\cos \varphi$ in funzione di $\frac{W_1}{W_2}$ e di $\frac{1+2\cos \varphi}{3\cos \varphi}$ per $\cos \varphi$ fra 0,4 e 1 (coefficiente Arnò)



un impianto trifase in funzione del rapporto delle letture dei due wattmetri risolvendo l'espressione $\cos \varphi = \frac{m+1}{3\sqrt{m^2-m+1}}$ fornisce contemporaneamente il coefficiente $\frac{1+2\cos \varphi}{3\cos \varphi}$ da moltiplicarsi per la potenza in watt per ricavare il carico complesso secondo la formula del Prof. Arnò.

Ritengo superflua qualsiasi spiegazione sull'uso del diagramma mentre mi lusingo che esso possa essere di qualche utilità nelle sale di taratura.

Con osservanza.

Comandante ANTONIO PERI
Società Idroelettrica Ligure - Spezia.

ture ad alta tensione esercitano su fili telefonici (siano questi o no posti sulle palificazioni delle prime): si eliminano applicando speciali dispositivi che è inutile descrivere qui, poichè i lettori dell'Elettrotecnica già li conoscono.

È però utile ripetere qui come il fatto che le conversazioni siano impedito, quando non esista il perfetto equilibrio fra i carichi o le tensioni delle tre fasi, mette in luce o l'insufficienza dei sistemi usati o la non propria e perfetta cura nell'impianto delle linee telefoniche o degli apparati stessi. Coi miei dispositivi è possibile corrispondere benissimo con una fase dell'alta tensione a terra. Come caso limite

(1) L'Elettrotecnica, 15 dicembre 1923, Vol. X, N. 35, pag. 853.

ho impianti per servizi di trazione elettrica monofase o trifase con ritorno a terra che da decenni funzionano senza affatto risentire le forti variazioni e gli squilibri elettrici determinati dal carico.

Noto qui che gli stessi apparati che possono rendere anti induttivo un sistema equilibrato, si prestano in altri casi a perturbare quelli che, o per avere il neutro a terra, o per avere fasi molto diversamente caricate o una fase direttamente a terra, non sono equilibrati. Occorre cioè saper studiare per ogni linea ove l'arma a doppio taglio degli anti induttivi debba essere applicata.

Circa i cavi sotterranei ed aerei credo (anche per pratica vissuta) che siano da scartare, date le difficoltà di localizzazioni e riparazioni dei guasti in questi, e dato che essi (unendo centrali e sottostazioni le cui terre sono assai sovente soggette a differenze di potenziale considerevoli rispetto al suolo supposto al potenziale zero) sono soggetti a così forti circolazioni di corrente da assoggettarli a guasti ben più gravi e frequenti che non su linee aeree.

Telefonia a onde guidate. — È questa un'applicazione abbastanza recente perchè il mondo tecnico resti in aspettativa di grandi progressi, ma anche altrettanto matura per rispondere a determinati problemi che possono ritenersi felicemente risolti. Da molti anni mi sono dedicato a questo sistema (nel quale credo di avere l'onore della priorità) e posso dire che applicato «cum grano salis» può rendere segnalati servizi: da questo però a pretendere di soppiantare le comunicazioni telefoniche ordinarie ci corre!...

I servizi telefonici impiegati dalle Imprese Elettriche devono essere facili e sicuri, devono permettere l'uso di sistemi trasportabili, devono assicurare al personale meno addentro nelle più facili cose telefoniche l'uso immediato e sicuro. Non credo che allo stato attuale della tecnica si possa consigliare l'esclusivo uso di questo nuovo e bel mezzo di corrispondenza. Il sistema ad onde guidate (sempre a mio avviso) deve poter assicurare il servizio fra Centrali e Sottostazioni a sussidio del sistema telefonico ordinario, deve permettere l'uso di comunicazioni fra questi centri senza che tutti i dipendenti delle linee sentano.

Circa i disturbi citati dall'Eg. Sig. G. Rautenkrantz, se è vero che essi sono probabili, non trovo nel pratico esercizio delle mie stazioni ad onde convogliate disturbi forti dovuti a scariche temporalesche o per rottura d'isolatori, forse perchè questi miei sistemi (basati su principi differenti di quelli di altri Costruttori) funzionano e sono mantenuti ad una sintonia acutissima, tale cioè da rendere i ricevitori assai duri a tutte le frequenze che di poco si scostano da quella sulla quale devono funzionare. Così pure non trovo grandi difficoltà nel diminuito isolamento delle linee. Vi sono però linee che pel loro schema elettrico non si prestano all'uso delle onde convogliate a meno di ricorrere a modifiche certe volte non lievi né benvisse dalle Società esercenti.

Il progresso certamente porterà queste applicazioni ad ogni perfezione. Questo è l'augurio che, d'accordo coll'Ing. Rautenkrantz, faccio. Sentitamente ringrazio codesta Onorevole Redazione della pubblicazione gentilmente concessami e con distinta stima riverisco.

ARTURO PEREGO.

* *

Le targhe dei trasformatori.

Riceviamo:

Le prescrizioni delle Norme, circa i numeri da imprimerli sulla targa dei trasformatori non sono a mio avviso né complete né abbastanza precise.

I costruttori poi alla loro volta seguendo direttive diverse accrescono lo stato di incertezza.

Le Norme A.E.I. 1922 - art. 50 - precisano così i dati di targa:

Frequenza — N. di fasi — Potenza in kVA — Tensione primaria — Tensione secondaria a potenza normale con fattore di potenza di 0,8 — Rapporto di trasformazione — Tensione di corto circuito riferita al primario a 75° e f.d.p. relativo — Corrente secondaria — Simboli vettoriali delle connessioni.

Le Norme C.E.I. (vedi appendice alle Norme A.E.I.) coincidono in tutto colle citate salvo che in luogo dell'indicazione del rapporto e della tensione a carico, contemplano la tensione secondaria a vuoto ed a carico con indicazione del f.d.p. Semplice questione di forma, come si vede.

Le Norme Germaniche (Ediz. 1923) prescrivono Potenza in kVA — Tensione primaria — Frequenza — Rapporto di trasformazione — Tensione secondaria (ricavata dalla tensione primaria mediante il rapporto di trasformazione) — Correnti I^a e II^a ricavate dalla potenza in kVA colla tensione sopra definita.

Seguono le altre indicazioni relative al corto circuito, ecc.

Attribuiscono il termine: Nominale a tutte le entità citate: (Potenza nominale, tensione nominale, corrente nominale, ecc.).

Le Norme A.E.I. e così quelle C.E.I. passano in sostanza, sotto silenzio la corrente primaria.

Ora questo elemento occorre, siccome però la sua determinazione esatta è piuttosto complessa nei riguardi pratici e commerciali: si verifica il fatto che le Norme A.E.I. e C.E.I. non la definiscono, le Norme Germaniche le sostituiscono un valore nominale; se poi passiamo alla determinazione del rendimento la questione torna ad affiorare. Nelle Norme A.E.I. 1922 (art. 112), le perdite totali nel trasformatore sono formate da:

1) Perdite a vuoto per il valore normale della tensione secondaria.

2) Perdite in corto circuito, calcolate per il valore normale della corrente primaria, riportate a 75°.

Si dimentica però che il valore della corrente primaria non è stato nè definito, nè indicato.

Vale la pena di sentire il parere dei Costruttori e dei Lettori del Giornale allo scopo di preparare elementi già vagliati e discussi per la prossima revisione delle Norme.

Esiste oggi incertezza di prescrizioni e indisciplina da parte di chi stampiglia le targhe.

Può capitare che due trasformatori identici — in sostanza — abbiano targhe diverse. Cito il caso di due apparecchi, aventi lo stesso rapporto di trasformazione, i quali portavano sulla rispettiva targa: 7500/3715 volt e 7500/3600 volt. Va da sé che uno dei costruttori aveva espresso il rapporto e l'altro le tensioni tenendo conto del carico: ma chi lo può sapere? e di qual carico si vuol parlare? La confusione cresce se le tensioni si devono riferire a carico (quale?) e non si specifica se il trasformatore è elevatore od abbassatore.

Altro esempio: Tre trasformatori identici, ordinati a tre Ditte differenti con un determinato rapporto di tensione a vuoto, portano valori diversi di corrente:

| | | | |
|------|------|------|------|
| 34,2 | 33,4 | 32,8 | |
| 580 | 555 | 555 | amp. |

I fatti segnalati sui quali desidero attirare l'attenzione dei colleghi sono dunque due:

1) Indeterminatezza delle Norme vigenti.

2) Inosservanza da parte dei Costruttori.

Attendo di sentire le proposte e le osservazioni dei Colleghi.

Milano, Febbraio 1924.

GINO REBORA.

:: SUNTI E SOMMARI ::

ELETTROFISICA.

M. PIERUCCI — Ricerche sperimentali sull'arco elettrico. (Nuovo Cimento, Serie 7, Vol. 26, luglio-agosto-settembre 1923, pag. 73).

§ 1). — Dalle esperienze di forma di Lenard, di Garbasso e di Puccianti ⁽¹⁾ che illustrano la molteplicità spettroscopica, a quelle di Liveing e Dewar ⁽²⁾ in cui nell'arco elettrico vengono inviati gas diversi; dalle esperienze dell'Occhialini ⁽³⁾ relative allo stato iniziale, a quelle recenti di Sellar ⁽⁴⁾, Duffield, Burnham e Dawis ⁽⁵⁾ e di Beer e Tyndall ⁽⁶⁾ sulla pressione agli elettrodi, è stato un susseguirsi ininterrotto di ricerche tendenti a spiegare l'intimo meccanismo dell'arco. Nelle sue ricerche l'A. si è occupato, direttamente o indirettamente, dei quattro tipi sopra citati di esperienze.

PARTE PRIMA

§ 2) — L'idrogeno nell'arco — Righe ventrinodali.

Lo spettro dell'idrogeno nell'arco può aversi, come è noto, in diverse maniere; un metodo fra i più comuni per ottenerlo è di accendere l'arco sott'acqua. Ma l'A., proseguendo le esperienze di Liveing e Dewar, ha cercato, almeno in un primo tempo, di studiare più attentamente lo spettro che si ottiene mandando nell'arco, attraverso i carboni forati, idrogeno o gas illuminante. (Quest'ultimo si presta meglio per la sua comodità).

In queste esperienze occorre che l'arco sia ben centrato, che i carboni siano coassiali; sono necessarie inoltre tutte quelle particolari cure che richiesero la disposizione sperimentale già descritta in due note precedenti del Pierucci, alle quali, per brevità, si ri-

⁽¹⁾ vedi L. Puccianti, N. C. Serie V. vol. XIV. — 1907 — (Fascicolo di settembre).

⁽²⁾ Proc. Roy. Soc. London. Vol. 28, p. 471, 1879.

⁽³⁾ N. C. — 1911 — 2. p. 223, 329, 431. N. C. — 1912 — 3. p. 220.

N. C. — 1914 — 7. p. 365.

⁽⁴⁾ N. C. v. 11 p. 67 — 1916.

⁽⁵⁾ Trans Roy Soc. of London A. v. 220, p. 109 — 1919.

⁽⁶⁾ Phil Mag. — 42, p. 956 — 1921.

manda il lettore (⁷). Perchè l'arco non si spenga bisogna poi tenere i carboni molto vicini e operare con forti intensità di corrente; perciò è bene che uno dei carboni sia animato con miccia (altrimenti l'arco fischia facilmente).

Ad una prima osservazione spettroscopica sono confermati — naturalmente — i ben noti risultati di Liveing e Dewar. L'A. ha anche esaminato però le condizioni elettriche dell'arco, notando che mentre si invia il gas si ha un innalzamento abbastanza sensibile della caduta di potenziale, con relativa diminuzione dell'intensità di corrente. (La caduta di potenziale saliva talora del 30 %). Si ha cioè, anche elettricamente, un comportamento analogo a quello delle polveri di sostanze organiche (zucchero, naftalina, urea, ecc.) descritto nella seconda delle citate note del Pierucci.

Era interessante soprattutto, però, esaminare più attentamente lo spettro dell'idrogeno. Le sue righe, difatti, sono — per quanto si sappia sino ad oggi — le più sensibili all'effetto Stark-Lo Surdo. E se è vero che il campo elettrico dell'arco è straordinariamente debole, è pur vero che in alcune regioni (in vicinanza degli elettrodi) si ha una rapida caduta di potenziale. Inoltre, anche se tale fenomeno non si presenta, si può pensar sempre che possa venir fuori qualche particolarità impreveduta, qualora si esaminino molto ingrandite le singole regioni dell'arco. Perciò l'A. proiettò l'arco molto ingrandito (circa 20 volte) sulla fenditura di uno spettroscopio a deviazione costante di Fuess, in modo che l'asse dell'immagine dell'arco coincidesse con la fenditura (cioè longitudinalmente). Siccome soltanto l' H_α era sufficientemente intensa così in queste prime ricerche furono limitate ad essa le osservazioni. Il gas era inviato dal positivo forato.

Esaminata al Fuess (col quale si vedono nettamente separate le D: tale riga presentava qualche cosa di anormale (specialmente in vicinanza del positivo) poco ben decifrabile. Ricorse allora l'A. ad un più forte mezzo di dispersione, cioè ad un eccellente spettroscopio del tipo di Kirckhoff, costruito da Steinheil, a quattro prismi. La H_α si presenta, nella sua lunghezza, alternativamente sottile ed espansa con un aspetto che ricorda la figura ventrinodale delle corde vibranti (v. fig. 1). I nodi e i ventri, però, non si seguono ad uguale distanza, ma si infittiscono alquanto in vicinanza del positivo. L'osservazione spettroscopica (che è piuttosto difficile) riesce meglio tenendo i carboni vicini (in tal modo la riga è più intensa, anche perchè si può inviare molto gas senza che l'arco si spenga). Allungando l'arco, cresce il numero dei nodi e dei ventri, ma meno rapidamente di quello che non cresca la distanza tra i carboni; quando l'arco è molto lungo la riga (almeno lungi dal positivo) finisce per riprendere l'aspetto normale.

Tale riga presenta, inoltre, la così detta polarità anomala; difatti, benchè con questo metodo non si possano adoperare archi lunghi (che si spengono facilmente), la H_α , pur comparendo per quasi tutta la lunghezza dell'arco, è più intensa al positivo che al negativo, dove va quasi scomparendo. Ma questa seconda particolarità l'esamineremo meglio nel paragrafo seguente; qui fermiamoci piuttosto sopra l'aspetto novidentrale della riga.

Il Mach (⁸), l'Emden (⁹), il Wathies (¹⁰), il Reyleigh (¹¹), lo Stratt (¹²), hanno studiato il comportamento di un gas che, attraverso fori piuttosto sottili, passa da un ambiente con una certa pressione in un ambiente a pressione minore. Il gas si condensa in un sistema di onde stazionarie, la cui lunghezza d'onda dipende dal diametro del foro e dalla differenza delle pressioni. Tali risultati si prestano bene a spiegare, anche quantitativamente, questa figura ventrinodale della H_α (quando si ammetta che la pressione nell'interno dell'arco non sia molto diversa da quella esterna): la condensazione ventrinodale del gas dà luogo ad una corrispondente figura ventrinodale della riga spettroscopica. (L'arco sembra formare, dunque, quasi un ambiente a sé, come fosse un tubo semichiuso; vedremo nella seconda parte delle esperienze più nette che confermano tale punto di vista).

L'effetto Stark - Lo Surdo, invece, non si presenta — almeno in modo netto — in queste esperienze (¹³).

§ 3. — Il vapor d'acqua dal negativo forato. Arco pulsante. Lo spettro dell'idrogeno al positivo. Carboni negativi a cratere.

Un metodo assai comodo per produrre in maniera netta lo spettro dell'idrogeno, anche con archi lunghi, è il seguente:

L'A. prende dei carboni senza miccia, con un foro assiale di 4-5 decimi di millimetro di diametro, e li affila, ad una estremità, a punta finissima, in maniera che questa comprenda appena il foro capillare. A tali carboni adatta un tubo di gomma, in comunicazione con un recipiente — che contiene dell'acqua — posto circa due metri più in alto dell'arco. In una prima serie di esperienze tali carboni venivano adoperati come positivi. L'acqua, discendendo nel foro capillare, si evapora rapidamente, ma finchè il carbone non si è scaldato per lungo tratto, riesce ad entrare nell'arco; e ciò avviene senza che

questo si spenga (anche per lunghezze ordinarie): l'arco poi è abbastanza fermo e non fischia, ma scoppietta.

Lo spettro dell'idrogeno si presenta anche qui al positivo. Siccome però anche il gas illuminante si inviava dal positivo (nè si poteva inviare dal negativo, perchè per avere lo spettro dell'idrogeno ben visibile occorre inviarne assai e quindi adoperare fori relativamente larghi) nasce il sospetto che l'anomalia della polarità dipenda dal fatto che il gas o il vapore si invia dal positivo. E poichè con l'acqua occorre invece adoperar proprio dei fori sottilissimi (altrimenti ne cade giù tanta da spengere l'arco) così l'A. ha ripetuto le esperienze mandando l'acqua dal negativo forato. (Foro di 4/10 di mm di diametro. In tal modo il foro è ben compreso nella base negativa).

Con archi molto corti la H_α si presenta per tutta la lunghezza dell'arco — benchè più intensa al positivo —; ma poi, con l'allungarsi dell'arco, si indebolisce al negativo e finisce per rimanere soltanto al positivo (v. fig. 2). Si ottengono uguali risultati tenendo in alto o in basso, indifferentemente, il negativo. Dunque: pur inviando il vapor d'acqua dal negativo, lo spettro dell'idrogeno compare al positivo.

Sono note le recenti esperienze del Greinacher (¹⁴). Nelle scintille che avvengono attraverso fiamme (scintille a basso potenziale) alcune righe presentano la così detta polarità anomala. Tali esperienze vennero ultimamente estese dal Prof. Campetti (¹⁵) (in collaborazione con A. Corsi) il quale ha citato un precedente lavoro del Pierucci (¹⁶). Difatti due anni prima del Greinacher il Pierucci trovava pure una qualche anomalia nella polarità delle righe metalliche e dei colonnati del fluoruro di calcio.

Ma in queste esperienze sullo spettro dell'idrogeno la cosa è di gran lunga più netta. Viene in mente che si tratti di un fenomeno simile a quello delle scintille nelle fiamme. Se l'arco vero e proprio si accendesse e si spegnesse rapidamente, mentre la parte fiamma rimanesse presso a poco invariata, si avrebbe la spiegazione di un tale comportamento. È proprio quello che avviene. Difatti, proiettato l'arco per mezzo di uno specchio concavo, girante a piccola velocità, sopra la lastra fotografica, l'A. ha osservato che in tali condizioni l'arco è pulsante. La frequenza con cui l'arco si accende e si spegne non è molto grande — quasi sempre molto al di sotto delle mille accensioni al secondo.

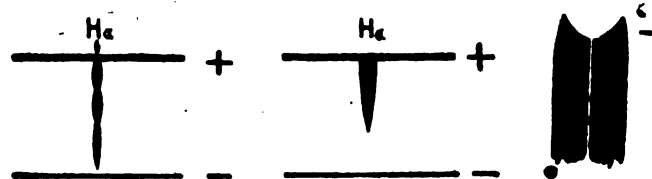


Fig. 1

Fig. 2.

Fig. 3.

La pulsazione non è regolare, ma formata da piccole successioni regolari di tre o quattro pulsazioni ciascuna. Per effetto del vapor d'acqua che scende nell'arco, questo si accende dunque e si spegne rapidamente, in modo analogo a quanto avviene nell'interruttore elettrolitico di Venhelt.

Ma un'altra anomalia si presenta in queste esperienze. Il carbone da cui si manda l'acqua si incava fortemente a cratere, tanto se funge da positivo quanto da negativo (anzi quasi maggiormente nel secondo caso). La fig. 3 mostra una sezione longitudinale di un tal carbone, adoperato per diverso tempo come positivo.

§ 4. — Soluzioni dal negativo forato. Alto grado di eccitazione. Metodo molto sensibile di analisi spettroscopica.

Ciò che precede fa prevedere che in queste condizioni l'arco debba presentare un grado di eccitazione più elevato di quello ordinario (¹⁷).

Si può osservare bene la cosa mandando dal negativo forato, invece di acqua pura, soluzioni acquose di vari sali. L'A. ha adoperato principalmente sali di sodio e di magnesio. Si ottengono spettri ricchissimi; le righe delle serie accessorie del sodio sono molto più intense di quanto accada ordinariamente — quasi intense come le D; — lo spettro presenta insomma un grado di eccitazione assai elevato.

La ricchezza dello spettro è straordinaria; di gran lunga maggiore di quella che si può ottenere con archi a effetto e perfino di quella che l'A. otteneva proiettando sali polverizzati.

Questo può essere un metodo assai sensibile di analisi spettroscopica.

Naturalmente la grande sensibilità di questo metodo dipende dai due fatti: 1) che le soluzioni danno il miglior modo per frazionare minutamente la sostanza emettente; 2) che l'arco nella fase di accen-

(⁷) N. C. 1919, 2° Sem. p. 82.

Idem 1920, 2° Sem. p. 41.

(⁸) Wied. Ann. Vol. 41, p. 141 (1890).

(⁹) Wied. Ann. Vol. 69 p. 264, 426 (1899).

(¹⁰) Phil. Mag. Vol. 32 p. 177 (1916).

(¹¹) Deutsch Phys Ges. 12 p. 754 (1910).

(¹²) Proc. of Roy Soc. Lond. 94 p. 88 (1917).

(¹³) Alcune osservazioni — su cui l'A. si riserva eventualmente di ritornare — sembravano favolta, invero, dare la H_α come trifida in vicinanza di un elettrodo.

(¹⁴) H. Greinacher, «Ueber das Leuchten der Flammenionen in Luftfunken», (Phys. Zeit. 1922).

(¹⁵) A. Campetti e A. Corsi, «Sugli spettri di scintilla mediante la fiamma», N. C. 2° Sem. p. 117, 1922.

(¹⁶) N. C. 2° Sem. p. 41, 1920.

(¹⁷) Un arco nella fase di accensione si comporta, spettroscopicamente, presso a poco come una scintilla. Vedi in proposito le citate memorie dell'Occhjalini.

sione ed in quella di spegnimento è straordinariamente ricco di righe metalliche.

§ 5) — *Benzolo e olio di vasellina dal negativo forato. Positivi a punta. Archi di grande lunghezza.*

Ecco i risultati ottenuti mandando il benzolo dal positivo (che sono i più caratteristici).

1) *Non compaiono affatto le righe dell'idrogeno.*

2) Proiettando l'arco col suo asse parallelo alla fenditura dello spettroscopio, lungo l'asse non compare sensibilmente alcuna riga metallica, benchè uno dei carboni sia animato con miccia. Soltanto nelle immediate vicinanze del negativo sono visibili *D* e *g*.⁽¹⁸⁾

3) Intorno all'arco vero e proprio intensamente violetto — si vede, nettamente separata, la regione a calice in cui compaiono soltanto righe di fiamma. Si ha insomma un nucleo mancante sensibilmente di righe metalliche e — all'esterno, nettamente separata — una vera e propria fiamma.

4) *L'arco è tranquillissimo e molto luminoso; può stare acceso con piccole intensità di corrente e tensioni non troppo forti, anche se molto lungo.*

Il consumo dei carboni è piccolo ed il positivo non assume la forma a cratere, ma a punta smussata. Pare insomma che l'arco si mantenga, in gran parte, a spese del benzolo che brucia.

Con olio di vasellina i risultati sono analoghi; l'arco, però, è meno luminoso e manda molto fumo; ma d'altra parte si possono raggiungere — con esso — anche maggiori lunghezze che col benzolo.

La zona corticale — poi — si estende per molto tratto lungo il positivo fino a formare un insieme di lunghezza doppia di quella del vero e proprio arco.

PARTE SECONDA

§ 6). — *Aspirazione dal positivo forato. Variazione delle sezioni trasversali dell'arco e costanza della sua resistenza elettrica. Variazioni nel grado di eccitazione.*

Un aspiratore Bunsen, collegato a un tubo di gomma, produce, attraverso il carbone positivo forato, una forte aspirazione nell'arco.

Il primo risultato che si nota è: *uno straordinario restringimento della figura dell'arco. A tale fenomeno non va accompagnato, invece, alcun sensibile cambiamento delle condizioni elettriche.* Se la corrente inviata nell'arco è debole, si ha invero una diminuzione della sua intensità (con corrispondente aumento della differenza di potenziale agli elettrodi); ma tale cambiamento è piccolissimo (meno del 5%). Per correnti intense, poi — sopra i 30 ampère — l'intensità di corrente e la caduta di potenziale non cambiano sensibilmente, neppure per forti aspirazioni, mentre la luminosità totale diminuisce e la sezione media si riduce moltissimo — talvolta sino a un quindicesimo della primitiva. Pare quasi, dunque che l'arco sia elastico; che si lasci assottigliare, senza guastarsi.

Ma è noto che la sezione dell'arco non è determinata, se non ci si riferisce ad un determinato elemento spettroscopico. Perciò per vedere meglio la cosa l'A. ricorre al metodo del Lochyer che dà la lunghezza delle diverse righe spettroscopiche.

Dalle fotografie eseguite il Pierucci trova che, aspirando, la lunghezza dei colonnati si riduce a circa un quarto della primitiva; cioè che l'area della parte nucleare dell'arco si riduce a circa un sedicesimo.

Si ha pure un notevole abbassamento del grado di eccitazione; difatti i colonnati, le linee d'aria e alcune tra le linee metalliche più corte — tutto lo spettro nucleare insomma — si restringono e si indeboliscono fortemente; invece si rinforzano quasi tutte le righe metalliche, specialmente quelle di bassa eccitazione; ed il loro scorciamento è piccolo.

La cosa dice l'A. resta paradossale, perchè se la regione invasa dalla corrente si restringe veramente, si deve avere un aumento della densità della corrente stessa e quindi un aumento di potenza specifica; ma intanto il grado di eccitazione spettroscopica si abbassa!

(A questo punto il Pierucci nota che i risultati descritti nella Parte Prima della sua memoria inducono a concludere come, oltre il grado di eccitazione elettrico, debbano avere nell'arco molta influenza i processi chimici; e siccome con questi è intimamente collegata la temperatura, viene in mente che — nell'arco almeno — il grado di eccitazione in gran parte altro non sia che temperatura; e che anzi le due cose quasi si confondono). Ciò richiamato, l'A. mostra come la cosa si possa spiegare pensando, che si tratti appunto di emissione di temperatura; e che l'aspirazione, per concorso dell'aria esterna, pratichi un notevole abbassamento della temperatura stessa.

Ma se si tien conto degli elementi elettrici, bisogna riconoscere che il risultato di questa esperienza, che a prima vista sembra banale, è abbastanza notevole e tutt'altro che semplice.

§ 7). — *La pressione sugli elettrodi. Sua misura manometrica. L'arco ha quasi l'elasticità di un solido.*

Per spiegar meglio questo risultato l'A. è ricorso ad altre esperienze.

Sellerio⁽¹⁹⁾ da una parte, Duffield, Burnham e Dawis⁽¹⁹⁾ dall'altra hanno trovato che agli elettrodi esistono delle forze repulsive,

che variano con l'intensità della corrente; e trovano che tale pressione sui carboni — per l'intensità di corrente di 10 ampère è dell'ordine di grandezza di due dine.

Recentemente H. E. G. Beer e A. M. Tyndall⁽²⁰⁾ hanno ripreso una serie di ingegnose esperienze, intraprese per la prima volta dal Dewar nel 1882. Essi adoperano archi con carboni forati (che secondo il caso fungono da positivi o da negativi) e misurano la pressione esistente nella estrema prossimità degli elettrodi con un piccolo manometro ad acqua. Va presa la massima cura nello scacciare i gas occlusi nei carboni; altrimenti si ha un fenomeno di gran lunga maggiore dell'effetto reale.

I risultati più sicuri che essi ottengono sono quelli che si riferiscono al polo positivo. Difatti all'anodo essi trovano sempre una pressione positiva; mentre al catodo tale pressione — che è pure positiva quando il foro è sottile e l'arco ben centrato — talvolta è negativa. Ciò va messo in relazione al fatto che soltanto al positivo Beer e Tyndall possono avere una sufficiente centratura (A 10 amp. il rapporto tra l'area della base negativa e l'area del foro più piccolo da essi adoperato è circa $2\frac{1}{4}$:1; per il positivo 4:1).

Il Pierucci, con un particolare artificio può usare fori estremamente sottili ed esplorare la zona assiale del negativo. Rimandando il lettore — per maggiori particolari — alla memoria originale, qui

diciamo soltanto che l'A. riesce a lavorare con fori che hanno $\frac{1}{170}$ di area di quella della base negativa.

Con questo metodo i risultati sono molto netti. La pressione sulla base negativa è sempre positiva; esaminando zone via, via, più assiali si trovano delle pressioni sempre maggiori; pare però che si tenda ad un valore limite, come del resto era da aspettarsi. La pressione massima trovata dall'A. era di quasi due millimetri d'acqua.

Ma tutto questo, come il lettore si sarà accorto, ha per l'A. un interesse secondario. La cosa che più importa, e per la quale egli ha ripreso appunto le misure manometriche di Beer e Tyndall, è di vedere come varii la pressione al negativo, quando si aspiri dal positivo.

Avendo cura di cacciar bene i gas occlusi nei carboni, è facile ottenere risultati ben netti dalle esperienze qui sotto descritte e che vanno condotte nell'ordine seguente:

1) I due carboni (il positivo già in comunicazione con l'aspiratore di Bunsen, l'altro, posto in basso, adattato al manometro, ma non ancora in comunicazione con questo) si portano a contatto tra di loro.

2) Si chiude il circuito, in modo che passi tra i carboni una corrente assai intensa (almeno 60 amp.).

3) Dopo un po' di tempo (10 — 15 minuti) si stacca l'arco.

4) Subito dopo si stabilisce la comunicazione col manometro ad *u* e si fanno quindi le letture.

Operando in tal modo, purchè l'arco non sia troppo lungo, l'A. osserva questo fatto a prima vista sorprendente: *con forti aspirazioni (possibili soltanto con discrete intensità di corrente — almeno 20 ampère —) la pressione al negativo, invece che positiva, è negativa, non solo, ma di un ordine di grandezza assai maggiore.*

Nelle sue esperienze la pressione ha raggiunto, talora, i dieci millimetri d'acqua; tale pressione varia con la distanza dei carboni e con l'intensità dell'aspirazione.

Essa si presenta, insomma, come una conseguenza diretta dell'aspirazione stessa; è quest'ultima che si propaga, sia pure enormemente indebolita, — attraverso l'arco — dal positivo sino al negativo. E che sia effettivamente l'arco che comunica tale aspirazione ci si persuade facilmente. Difatti se mentre il manometro segna il forte dislivello negativo si interrompe il circuito — e quindi si spegne l'arco senza mutare nè la distanza tra i carboni, nè l'intensità dell'aspirazione, — il manometro si allivella subito.

Dunque l'arco sembra comportarsi quasi come un tubo non perfettamente chiuso, attraverso il quale si può propagare, sia pure in modo parziale, l'aspirazione del Bunsen. Esso può rassomigliarsi ad un fascio di fili elastici, che si restringono in sé stessi per l'aspirazione, e che trasmettono l'aspirazione stessa da un loro estremo all'altro.

Questo effetto del propagarsi di una trazione attraverso l'arco è assai sorprendente e come nota l'A. potrebbe parere addirittura strano e inesplicabile, se non si riflettesse che gli aeriformi percorsi da intense correnti elettriche, e quindi dotati di una altissima ionizzazione, non possono avere le semplici proprietà di un fluido.⁽²¹⁾

Questo fatto si riallaccia perfettamente, completandoli, coi risultati esposti nel paragrafo precedente.

§ 8). — *Conclusione.*

I. — In una prima serie di esperienze l'A. ha inviato nell'arco, attraverso ai carboni forati, varie sostanze contenenti idrogeno nella loro molecola, ottenendo, come risultati principali, i seguenti:

1) Col gas illuminante dal positivo forato:

a) righe dell'idrogeno ventrinodali; b) aumento della caduta di potenziale; c) righe dell'idrogeno al positivo.

⁽²⁰⁾ Phil. Mag. v. 42, p. 956 - 1921.

⁽²¹⁾ L'A. osserva che una certa analogia vi è forse col fenomeno della restrizione, che presentano i metalli fusi, percorsi da correnti molto intense.

⁽¹⁸⁾ Il Nuovo Cimento, 1916 e Phil. Mag. v. 14, p. 765 - 1922.

⁽¹⁹⁾ Phil. Trans. Roy. Soc. of London A. v. 220, p. 109 - 1919.

2) Con acqua dal negativo forato :

a) righe dell'idrogeno al positivo; b) negativo a cratere; c) arco pulsante; d) innalzamento del grado di eccitazione; e) rinforzo delle righe metalliche.

3) Con soluzioni acquose :

ricchezza dello spettro e quindi metodo assai sensibile di analisi spettroscopica.

4) Con benzolo e olio di vaselina dal positivo forato :

a) mancanza dello spettro dell'idrogeno; b) grande lunghezza e tranquillità dell'arco; c) piccolo consumo dei carboni; d) positivo a punta smussata; e) notevole rinforzo dei colonnati costituenti lo spettro di Swann.

L'arco può dunque variare moltissimo col variare dei processi chimici adoperati per farlo emettere. Da tutto ciò viene ad avere nuovo appoggio la tesi che nell'arco il grado di eccitazione si identifichi — per la massima parte — con la temperatura.

II. — In una seconda serie di esperienze il Pierucci ha prodotto una forte aspirazione nell'arco dal positivo forato. Si ha che :

1) a) l'area della sezione trasversale dell'arco si riduce fortemente, (sino ad $\frac{1}{10}$); b) mentre non cambia sensibilmente l'intensità della corrente; c) nè la differenza di potenziale agli elettrodi.

2) a) si riducono tanto più le regioni emettenti, quanto più esse sono assiali; b) si abbassa notevolmente il grado di eccitazione (forse per il raffreddamento prodotto nell'aspirazione) pur essendo aumentata moltissimo l'intensità specifica di corrente.

3) nell'arco senza aspirazione : a) la pressione sul negativo, misurata manometricamente per mezzo di fori molto sottili, è sempre positiva; b) essa aumenta, esaminando zone sempre più assiali; c) sembra tendere, però, ad un limite superiore.

4) quando si aspira fortemente dal positivo : a) la pressione sul negativo diviene negativa; b) cresce (in valore assoluto) avvicinando i carboni; c) cresce (in valore assoluto) coll'aumentare l'intensità dell'aspirazione; d) si annulla allo spengersi dell'arco.

Anche queste esperienze confermano, sempre più, l'ipotesi che grado di eccitazione e temperatura, nell'arco, si equivalgano — o quasi —; esse mostrano inoltre come gli aeriformi percorsi da correnti molto intense — e quindi fortemente ionizzati e ad altissima temperatura — si presentino come dotati di proprietà elastiche ben diverse da quelle degli ordinari aeriformi; acquistando, in tali condizioni, una specie di elasticità di forma, che li fa stranamente somigliare a quei solidi che volgarmente vanno sotto il nome di corpi elastici.

* *

IMPIANTI.

L'impiego dell'anidride carbonica per spegnere gli incendi delle macchine elettriche. (Génie Civil, Vol. 82, N. 20, 19 maggio 1923).

Il pericolo di incendio a cui sono esposti i turbo-alternatori e le turbo-dinamo di gran potenza, è aggravato dal fatto che, per il raffreddamento, si devono impiegare volumi d'aria considerevoli (in un turbo-alternatore di 20.000 kW. passano 4.500 m³ d'aria al minuto), cosa questa che fa subito sviluppare un incendio appena iniziato.

Nell'*Electrical World* del 22 luglio M. J. B. Wheeler descrive la installazione adottata, per combattere tale pericolo dalla Union Electric Light and Power Company nella Stazione di Ashley Street, dove funzionano 3 unità da 20.000 kW, una da 10.000 kW. e una da 4.000 kW., a Saint-Louis (S. U.).

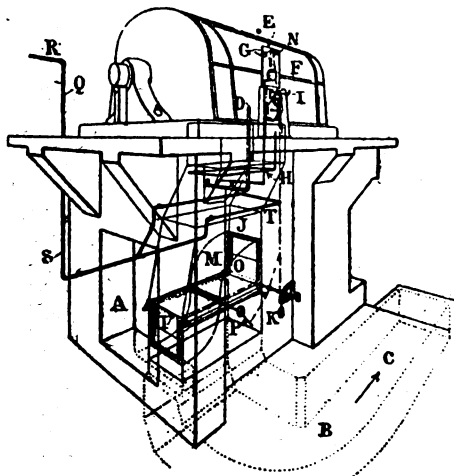


Fig. 1.

L'aria di raffreddamento entra da A (vedi figura) e dopo aver circolato nell'interno dell'alternatore passa nel condotto di scarico B ed esce da C.

Dato che nella camera di ventilazione esiste una pressione d'aria costante, l'inizio di un incendio si palesa dal fumo che esce dal condotto D che sbocca a sinistra del quadro di comando E. Un termometro registratore F indica l'elevamento di temperatura ed un segnalatore acustico G dà l'allarme. Al dispositivo avvertitore sono uniti dei fusibili H che fondono a 150° circa e fanno funzionare un secondo

avvertitore. Contemporaneamente è manovrata la leva L che libera un arresto che mantiene aperte le alette I e J le quali, azionate da un contrappeso K, sbarrano la via alla corrente d'aria chiudendo l'orifizio di scarico M del circuito di ventilazione. L'arresto della circolazione d'aria è avvertito al quadro da un semaforo N.

Ultimate queste operazioni, la valvola di comando Q, che agisce sulla condotta che porta l'anidride carbonica dal serbatoio R all'alternatore, lascia passare il gaz che, per la conduttura S T, va a soffocare l'incendio.

f. t.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

CONCORSI.

Concorso al premio della Fondazione Pezzini-Cavalletto. — In conformità alla deliberazione dell'Assemblea generale 29 giugno 1923 della Società d'Incoraggiamento in Padova, viene aperto il concorso al premio di lire dodicimila della Fondazione Pezzini-Cavalletto per una memoria sul seguente tema :

Studiare i più importanti esempi offerti dagli Stati esteri in materia di utilizzazione delle forze idrauliche per opera esclusiva delle pubbliche Amministrazioni, ovvero mediante collaborazione di queste con Enti privati; indicare quindi le condizioni tecniche e i principi economici atti a formare le basi di una « collaborazione fra Enti pubblici e privati », per promuovere in Italia l'utilizzazione più razionale delle forze idrauliche e le applicazioni dell'energia elettrica di maggiore utilità collettiva.

Il concorso, a cui non possono partecipare che italiani, rimane aperto a tutto 30 giugno 1925, entro il quale termine le memorie dovranno esser fatte pervenire alla Presidenza della Società d'Incoraggiamento nella sua sede in Padova (Piazza Garibaldi).

Le memorie devono essere inedite.

Appena spirato il termine del concorso, il Comitato esecutivo della Società elegge una Commissione composta di tre membri con l'incarico di esaminare le memorie presentate e di decidere se e quale di esse sia degna del premio, che sarà in ogni caso indivisibile.

Il giudizio della Commissione, risultante da relazione scritta che si renderà pubblicamente nota, è inappellabile.

Le memorie dovranno essere presentate in forma anonima. Il nome dell'autore ed il suo domicilio dovranno risultare da un biglietto chiuso in busta suggellata, non trasparente, sul quale sarà riprodotto un motto indicato in testa al lavoro.

Le buste appartenenti a memorie non premiate saranno bruciate senza aprirle, eccetto che vi si legga la parola « conservarsi », scritta con carattere eguale a quello del motto.

Gli autori conosciuti o per la premiazione o per aver impedita la distruzione della busta contenente il loro nome, potranno ritirare i loro manoscritti dopo trascorsi sei mesi dalla data del giudizio, purchè ne facciano richiesta entro un anno dalla stessa data.

Il lavoro premiato, premessavi la relazione della Commissione giudicatrice, dovrà essere pubblicato a cura e spese dell'autore, o integralmente come fu presentato, ovvero colle modificazioni approvate dalla stessa Commissione. Se non vi fosse accordo tra essa e l'autore, la pubblicazione dovrà essere fatta nella forma originaria.

Il pagamento del premio avrà luogo tosto che l'autore abbia consegnato alla Società cinque copie del lavoro stampato secondo le prescrizioni sopra indicate.

Relazione premessa alla proposta del tema.

Il grande sviluppo delle applicazioni dell'elettricità negli usi della vita civile tende sempre più a far assumere ai servizi di produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica, divenuta un elemento quasi indispensabile alla vita contemporanea, un interesse collettivo fondamentale per una popolazione.

Perciò i motivi, che giustificano un frequente intervento delle pubbliche amministrazioni in questi servizi, si possono ricondurre a quei medesimi per i quali esse partecipano ad altre opere, di cui ciascuna rappresenta quasi una premessa all'abitabilità o alla valorizzazione di un territorio, o comunque risponda a criteri di utilità pubblica. Così le distribuzioni d'acqua potabile, i prosciugamenti o bonificazioni di terreni, le linee di comunicazioni stradali o ferroviarie, e molte altre opere alle quali le amministrazioni stesse concorrono o provvedono ricercandovi non tanto un utile immediato, quanto un fattore di progresso e di benessere collettivo.

In questo aspetto sociale del problema idroelettrico, uno studio organico degli esempi offerti specialmente da vari Stati esteri può riuscire assai fecondo; e non è escluso che, dal confronto con le condizioni e le norme vigenti in Italia per la gestione dei pubblici servizi da parte delle provincie e dei comuni, possano anche emergere possibilità o proposte di miglioramenti.

Nel caso in esame però l'argomento si estende ad un campo notevolmente più vasto per l'orientamento sempre più deciso dell'elettrotecnica moderna verso le grandi reti, estendendosi non più a zone ristrette bensì ad intere regioni, così da poter trarre profitto di tutti i recenti progressi del trasporto dell'energia a grandi distanze, nonché dei mezzi di compensazione consentiti dalle eventuali diversità di regime fra bacini idrografici notevolmente discosti, da impianti di riserva costruiti nelle località più convenienti, e infine dalla compensazione fra utilizzazioni diverse dell'energia, tanto più facile quanto più si tratti d'una regione estesa.

In questo senso, appare maturo ormai in molti Stati il concetto di una vera rete elettrica nazionale, ove si versi l'energia generata nelle grandi centrali di produzione, per essere trasportata e ripartita fra le zone di consumo. La sua funzione può paragonarsi a quella delle grandi reti ferroviarie, ed assume nel paese un'importanza forse non meno vitale.

Ora, negli Stati ove già esistono, come in Italia, impianti di estensione notevolissima, qui prevalentemente dovuti all'opera preziosa di aziende private, appare nel supremo interesse del Paese che debbano evitarsi le duplicazioni tecnicamente non necessarie, risolvendosi in inutili antagonismi e in disperdimenti d'energie; e sembra perciò che un eventuale intervento delle amministrazioni pubbliche non debba escludere la conciliazione con le iniziative di enti privati.

Le possibilità e le basi di una collaborazione fra Enti pubblici e privati, intesa a promuovere non solo l'utilizzazione più razionale delle forze idrauliche, ma altresì le applicazioni dell'energia più svariate, e segnatamente quelle di maggiore utilità collettiva, possono concepirsi abbastanza variamente e, dopo un'analisi accurata degli esempi disponibili presso le varie Nazioni, potranno suggerire concetti anche nuovi e considerazioni riflesse od originali di notevole valore.

Col proporre questo tema, la Commissione ha ritenuto pertanto di additare un problema di interesse e attualità indiscutibili, il quale, nel suo campo vastissimo, anzitutto richiede una posizione serena ed obiettiva, tale da prevenire nelle immagini ogni deformazione generata da spirito di parte o da preconcette e ingiustificate avversioni.

Ferma agli intenti della Fondazione e alle tradizioni di questo importante Istituto, che tendono soprattutto alla prosperità del nostro Paese, la Commissione proponente esprime la fiducia che le susseguenti elaborazioni del tema illustrato, condotte con la maggiore obiettività, contengano elementi atti a lumeggiare alcuni punti forse capitali della tecnica e della futura economia nazionale.

*

Fondazione Giorgio Montefiore. — È aperto il concorso del triennio chiuso il 1923, rinviato al 1925, per un premio di 22 500 frs. da aggiudicare al miglior lavoro originale sul progresso scientifico o tecnico dell'elettricità.

I lavori, in inglese o francese, stampati o dattilografati, in dodici copie, col titolo «Travail soumis au concours de la Fondation Giorgio Montefiore, session de 1923 (1925)» dovranno essere inviati a M. le Secrétaire-archiviste de la F. G. M., Rue Saint Gilles, 31, Liège, prima del 30 aprile 1925. Potranno essere firmati o anonimi; questi ultimi porteranno un motto, riprodotto su lettera sigillata, che conterrà nome e indirizzo.

La giuria sarà formata da dieci ingegneri laureati all'Istituto Elettrotecnico Montefiore, metà belga e metà stranieri, sotto la presidenza del direttore dell'Istituto.

Il premio, con maggioranza di 4.5, potrà essere eccezionalmente suddiviso. Analogamente un terzo del premio potrà essere aggiudicato a persona che abbia fatto una importante scoperta, anche se non ha concorso al premio.

Non venendo assegnato, il premio si aggiungerà a quello del triennio seguente.

I lavori potranno essere stampati, d'ordine della giuria, sul Bull. de l'Ass. des Ing. Elec. sortis de l'I. E. M., a spese dell'associazione. Gli autori avranno diritto solo a 25 estratti.

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

Laboratorio-Scuola di Radiotrasmissioni (Milano, via Cappuccio, 2). — Col giorno 3 Marzo p. v. avranno inizio le lezioni del 1° e 2° Corso. L'elenco degli insegnamenti e il relativo orario sono esposti all'albo della Scuola.

Per le iscrizioni e per maggiori schiarimenti rivolgersi alla Segreteria in via Cappuccio, 2, Milano.

VARIE.

Giovani Ingegneri Italiani negli Stati Uniti. — È noto che, per iniziativa del nostro Ambasciatore negli Stati Uniti, don Gelasio Caetani, sono partiti in questi giorni (16, 18 e 19 febbraio) ventisei giovani ingegneri che si recano in America ad iniziarsi la loro carriera professionale presso alcune grandi ditte industriali ed imprese di costruzioni. L'iniziativa è stata accolta favorevolmente dalla stampa americana e può avere anche una qualche importanza politica in questo periodo di discussioni circa le leggi sulla immigrazione. Nessuno meglio dell'on. Caetani poteva promuovere con successo un simile esperimento, dato il particolare prestigio, di cui egli gode in America ed in Italia, ove sono noti il duro tirocinio a cui egli volle e seppe sottomettersi lavorando all'inizio della sua carriera di ingegnere, come semplice minatore negli Stati Uniti, la sua opera dedicata alla bonifica delle Paludi Pontine e la sua famosa impresa di guerra sul Col di Lana, per non citare che alcuni fra i più salienti aspetti della straordinaria attività di questo nostro concittadino.

Crediamo utile riportare da «L'Ingegnere Italiano» del 15 febbraio il testo della lettera che il nostro Ambasciatore ha diretto ai giovani colleghi che sono in viaggio per gli Stati Uniti, lettera che ciascuno di essi troverà presso il Consolato di New York, insieme con le istruzioni necessarie per il primo istradamento e collocamento.

Egregio Ingegnere,

«Unitamente alle carte qui allegate invio a Lei un cordiale e fraterno benvenuto nell'ospitale terra d'America ed un augurio di

successo nel non facile compito, che Ella si è proposto, di aprirsi una via come ingegnere cominciando modestamente dagli ultimi gradini della nostra carriera.

«Nel seguire questa via, che percorsi io stesso quando avevo l'età Sua, Ella rimarrà agitato dalle stesse curiosità, illusioni, speranze, amarezze e soddisfazioni che furono mie nei primi anni della carriera e che ora formano per me il piacevole ricordo di un avventuroso passato.

«Anche Ella constaterà che la realtà è quasi sempre diversa (ed il più delle volte meno bella) di quanto uno ha voluto immaginarsi, ma dietro alla sua prima faccia Ella scorgerà poi altri orizzonti, altre possibilità, per ora a Lei ignote, che possono condurre ad una realtà più bella di quella sperata.

«Sarà duro per Lei, il tirocinio, essendo uno straniero, cioè uno di cui in genere si diffida ed essendo il rappresentante di una razza della quale nove decimi degli americani ignorano la storia e non comprendono né le caratteristiche né i meriti. Più di una volta ebbi io stesso l'impulso di abbandonare la prova, ma mi trattenne sempre il desiderio di affermare personalmente le qualità della nostra razza e ci sono riuscito. Questa fu per me una delle più grandi soddisfazioni.

«La consiglio di non desistere mai dal perfezionarsi nella lingua inglese: da ciò dipende gran parte del successo che le auguro.

«Cerchi di penetrare nella mentalità e di adattarsi alle forme di vita americane senza ostili prevenzioni, senza spirito di critica e senza timidità. Il suo successo è inseparabile da tale attitudine; Ella non potrà mai fare strada se gli americani con i quali verrà in contatto sentiranno che Ella non è in simpatia con l'animo e con l'organismo sociale degli Stati Uniti. Non tema di americanizzarsi esteriormente; l'animo suo di italiano non ne rimarrà deformato.

«Non si scoraggi se dovrà per mesi, sorvegliare il monotono funzionamento di una macchina o stare giornate intere a fare disegni noiosi. Io stesso ho sofferto moralmente e fisicamente più di quanto può supporre.

«Non creda che si impari solo quel tanto di cui la nostra mente si rende conto; non creda che tre mesi dedicati ad un lavoro monotono, che non presenta più nulla di nuovo, siano tre mesi perduti. Impariamo continuamente qualche cosa anche quando non ce ne rendiamo conto affatto, semplicemente respirando l'atmosfera ed assorbendo impressioni in questo modo, quasi inconsciamente, una somma di cognizioni che, elaborate più tardi, riusciranno utilissime.

«Ella non potrà mai aspirare ad una elevata posizione se non si sarà penetrato completamente della psiche e degli usi e costumi del popolo americano e non avrà imparato a conoscere in tutti i suoi particolari le condizioni dell'industria alla quale si dedica. Il progresso della carriera dipende certo dalla intelligenza, dalla volontà e dal carattere dell'individuo, ma è anche funzione del tempo, ed il tempo, malgrado tutte le teorie di Einstein, trascorre immutabile ed indisturbato dalla nostra impazienza.

«Si ricordi che in America raccomandazioni e titolo non valgono un fico secco. Quello che conta è il rendimento personale, il carattere e la capacità di saper trattare con gli uomini. La più grande raccomandazione su cui potrà contare sarà la prova che saprà dare di sé; quindi non faccia affidamento come si fa in Italia, sulle raccomandazioni dell'Ambasciatore o dei «pezzi grossi»; gli americani le cestinerebbero senza pietà.

«Quello che conta è il «character» cioè: lealtà, franchezza, coraggio, morale e onestà.

«I suoi superiori osserveranno attentamente come Ella tratta i suoi compagni e gli operai alla sua dipendenza. Chi non sa trattare gli uomini non può sperare di comandarli. La possibilità d'avanzamento è tutta concentrata lì. Quindi bisogna eliminare tutte le personalità, le stizzite, gli scatti impulsivi, le scenate, bisogna essere calmi, dignitosi e tuttavia pronti se necessario ad una buona partita a pugni per farsi rispettare.

«Tenga gli occhi aperti per nuove opportunità che possano migliorare la sua condizione; nessuno le farà un rimprovero se pianta una ditta per andare con un'altra, ma agisca francamente e con lealtà. Il futuro dipende da Lei e non conti sull'Ambasciata ogni qualvolta è stanco di un lavoro. L'Ambasciata ha a cuore l'avviamento degli ingegneri ma non è un'agenzia di collocamento.

«Le opportunità negli Stati Uniti sono tante che chi ha stoffa in sé riesce; se uno non riesce, non cerchi di trovare la colpa nelle circostanze ed in altri, ma indichi entro di sé per vedere come mai il motore non abbia fornito energia sufficiente.

«Sono sicuro che nove su dieci dei nostri neo-ingegneri faranno strada, dopo avere molto faticato... e per anni. Quelli che un giorno vorranno tornare in Patria porteranno, meglio che quattrini, un tesoro grandissimo che sarà «l'esperienza americana».

«Sino ad ora principalmente operai e contadini sono venuti dall'Italia e non quello che v'era di meglio. Ciò ha molto nociuto alla nostra reputazione. A voi, miei giovani colleghi spetta il nobilissimo compito di dimostrare che l'Italia Nuova non è inferiore a qualsiasi altra nazione.

«Mi tenga laconicamente informato dei progressi che fa. Non ho alcuna intenzione di aiutare quelli che si dimostreranno inetti a progredire, ma darò sempre tutto il mio pieno appoggio a chi saprà dare una buona prova di sé.

«Le auguro il migliore dei successi perché mi è cara la sorte dei giovani colleghi ed il prestigio dell'Italia.

«Bene vate!»

DECRETI, LEGGI E REGOLAMENTI

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

NORME

per la fornitura e il controllo degli oli per trasformatori ed apparecchi elettrici

PREFAZIONE

SCOPO DELLE NORME

L'importanza che gli oli hanno assunto nell'elettrotecnica come mezzo dielettrico e refrigerante per i trasformatori, interruttori e reostati, e la gravità degli inconvenienti che possono nascere dall'uso di un olio non adatto, giustificano la pubblicazione di norme intese ad indicare al fornitore ed al consumatore i requisiti tecnici a cui detti oli devono soddisfare ed i metodi per il loro controllo. Data però la complessità della funzione degli oli negli apparecchi elettrici, le numerose proprietà fisiche e chimiche di cui è necessario preoccuparsi e l'importanza di un periodico controllo di tali proprietà anche nell'esercizio, è sembrato opportuno premettere alla parte fondamentale delle norme un cenno sulla funzione e sulle proprietà degli oli usati in elettrotecnica, e far seguire alcuni suggerimenti per le precauzioni e le verifiche necessarie durante l'esercizio di apparecchi in cui l'olio venga adoperato.

NB. - Le presenti norme non sono applicabili ai trasformatori di misura ed agli apparecchi da laboratorio.

*

PARTE PRIMA

CAPITOLO I.

Funzione e proprietà degli oli. ⁽¹⁾

1. - *Funzione degli oli.* — Gli oli servono generalmente come mezzo isolante; nei trasformatori e nei reostati essi hanno, in più, la funzione importantissima di contribuire al raffreddamento; negli interruttori invece devono contribuire allo spegnimento dell'arco che si produce all'apertura del circuito.
2. - *Qualità degli oli.* — Gli oli per uso elettrotecnico sono oli esclusivamente minerali ottenuti per distillazione frazionata del petrolio. Non è consigliabile l'uso di oli resinosi che pure hanno ottime qualità dielettriche, a cagione della elevata volatilità e facilità di carbonizzazione. Non è infatti la rigidità dielettrica la proprietà più importante per un buon olio da trasformatori, dato che quasi tutti gli oli minerali del commercio, purché convenientemente essiccati e filtrati, possono dare, sotto questo punto di vista, risultati non soddisfacenti. Assai più importanti sono la tendenza a non formare depositi e tutte quelle altre qualità che possono modificare col tempo la funzione refrigerante degli oli o alterare la qualità dei materiali isolanti che coll'olio sono in contatto.
Le proprietà di un buon olio per usi elettrotecnici sono qui di seguito elencate.
3. - *Colore.* — La perfetta limpidezza ed il colore chiaro di un olio, sono un indizio delle sue buone qualità.
4. - *Caratteri chimici.* — Dal punto di vista chimico l'olio dovrebbe essere neutro, non contenere cioè né acidi né alcali. In pratica una leggerissima acidità data da acidi organici è difficilmente evitabile e può essere tollerata.
L'olio non dovrebbe contenere né resine, né asfalto, né zolfo. Quest'ultimo tuttavia può essere tollerato se in piccolissima quantità (0,25 %).
L'olio non deve contenere materiali in sospensione (polvere, sabbia, fibre ecc.) e deve essere convenientemente essiccato (vedasi al n. 9).

⁽¹⁾ Tutto quanto riguarda le proprietà chimiche ed i metodi per il loro controllo, venne elaborato in accordo con la Commissione governativa per gli oli minerali e fu da questa approvato nella seduta del 25 luglio 1923.

5. - *Viscosità.* — L'eccessiva viscosità dell'olio ne ostacola i movimenti convettivi e nuoce quindi alla sua funzione di mezzo refrigerante. Negli interruttori la viscosità contrasta alla rapidità di apertura. La viscosità aumenta naturalmente col diminuire della temperatura.
6. - *Scorrevolezza a basse temperature.* — Alle basse temperature alla aumentata viscosità si aggiunge il fatto del parziale congelamento. Tutti gli oli minerali, essendo miscele complesse di vari idrocarburi, non hanno un punto di congelamento ben definito, cosicché al criterio della temperatura di congelamento pare opportuno sostituire quello della scorrevolezza a bassa temperatura, che può essere valutata come si vedrà più avanti (n. 22) dal tempo (numero di secondi) che una data quantità d'olio, raffreddata ad una data temperatura e contenuta in un tubo ad U di dimensioni date, deve impiegare per percorrere un determinato spazio, sotto una determinata pressione.
7. - *Temperatura di infiammabilità.* — È la temperatura alla quale l'olio emette dei vapori che, mescolati coll'aria, si possono accendere. Essa dovrebbe essere quanto più alta possibile; tuttavia non è elemento di importanza fondamentale, dato che le temperature normali di funzionamento degli oli negli apparecchi elettrici, sono sensibilmente più basse.
8. - *Temperatura di accensione.* — È la temperatura alla quale l'olio può bruciare in modo continuo.
9. - *Rigidità dielettrica.* — È l'attitudine ad opporsi ad una scarica distruttiva ed è misurata dalla tensione elettrica necessaria per provocare la scarica attraverso un determinato spessore d'olio, in determinate condizioni sperimentali. La tensione che produce la scarica attraverso un dato spessore di olio varia infatti grandemente a seconda delle condizioni in cui vien fatta la prova, della forma e dimensioni degli elettrodi, ecc. Soprattutto però la formazione della scarica è facilitata dalla presenza di materiali in sospensione e dalla umidità contenuta nell'olio.

Le fibre ed i materiali che l'olio contiene in sospensione assorbono l'umidità dall'aria quando galleggiano alla superficie. Di più, durante la prova sotto l'azione del campo elettrico esse formano una specie di ponte fra gli elettrodi e possono occasionare la prima scarica ad una tensione notevolmente più bassa di quella che corrisponde alla effettiva rigidità dell'olio.

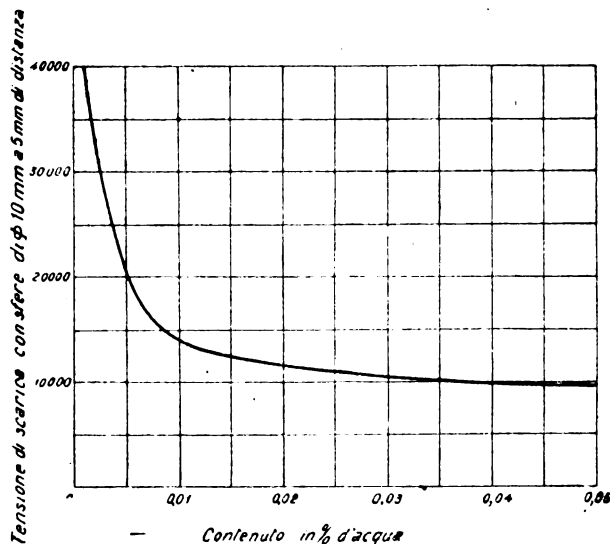


Fig. 1.

Quanto all'influenza dell'umidità contenuta nell'olio, potrà aversene un'idea dalla curva della fig. 1. che si riferisce ad un olio di tipo comune.

Per queste ragioni, l'olio, prima della prova di rigidità, deve essere accuratamente essiccato e filtrato.

È pure interessante controllare l'attitudine più o meno marcata dell'olio ad assorbire l'umidità dell'ambiente, determinando di quanto diminuisce la rigidità dielettrica di un olio preventivamente essiccato e lasciato un certo tempo in un ambiente umido.

10. - *Tendenza a non formare depositi.* — È la proprietà veramente essenziale per un buon olio da trasformatori.

Nei trasformatori, con qualsiasi specie di olio minerale, si osserva in grado più o meno accentuato il fenomeno

della *formazione di fiocchi* (11) di colore giallo rossiccio che col tempo si consolidano in un deposito scuro e denso, il quale ostruisce i canali di circolazione dell'olio, e, alterando le condizioni di raffreddamento, può causare riscaldamento pericolosi e sommamente nocivi alla buona conservazione degli isolanti. Sulla formazione di questi depositi si può dire che sotto l'influenza dell'aria, dell'umidità, del calore, dell'azione catalitica dei metalli e dell'energia elettrica si ripetono nell'olio i processi di ossidazione, condensazione, e polimerizzazione, che si sono verificati in natura al tempo delle formazioni geologiche. Per cui dalle parti instabili dell'olio, si formano a poco a poco dei composti resinosi acidi solubili nell'olio caldo, i quali si trasformano alla loro volta in polimeri di aspetto asfaltoso.

Per quanto riguarda la presenza dell'aria, venne constatato che l'olio, riscaldato nel vuoto o comunque entro un recipiente ove non si trovi a contatto dell'aria, produce un deposito minore che se fosse riscaldato all'aria libera.

La presenza di certi metalli, specialmente del rame, favorisce la formazione dei depositi per l'azione catalitica che essi esercitano.

11. - *Tendenza ad aumentare l'acidità.* — Il processo della formazione dei depositi è multiplo e si compie attraverso ad una formazione intermedia di sostanze acide solubili nell'olio caldo, cosicché, col tempo, l'acidità dell'olio può andare aumentando e compromettere i materiali in contatto con l'olio stesso.
12. - *Tendenza ad alterare i materiali isolanti.* — È una conseguenza, oltre che delle temperature elevate, della formazione dei depositi e dell'aumento dell'acidità, ed è veramente esiziale alla buona conservazione degli avvolgimenti in contatto con l'olio e, quindi, per la durata dei trasformatori che dovrebbero avere una vita industriale di almeno 15 o 20 anni.

CAPITOLO II.

Metodi di controllo

13. - Nel seguito sono indicati, oltre che i metodi ufficialmente riconosciuti per l'applicazione delle presenti norme, anche taluni metodi che possono essere utili alla pratica.

Per le analisi chimiche quantitative converrà in generale rivolgersi ad un istituto chimico fornito dei mezzi necessari.

14. - Per l'applicazione di tutti i metodi ufficiali di cui nel seguito, occorrono da 3 a 4 kilogrammi d'olio, che devono essere prelevati dopo aver agitato convenientemente i fusti contenenti l'olio da esaminare.

Per il *colore* (n. 3) si osserverà contro luce l'olio contenuto in un tubo di assaggio di 15 mm. di diametro. L'olio dovrà apparire chiaro e limpido. Lievi torbidezze potrebbero provenire da umidità o da paraffina. Riscaldando il tubo, le impurità dovute alle paraffine scompariranno a 45°, quelle dovute all'umidità a 100°.

15. - *L'acidità inorganica* (n. 4) si verificherà mescolando 100 cm³ di acqua distillata con una piccola quantità di olio, e riscaldando la miscela dopo averla convenientemente agitata. Lasciata riposare la miscela, quando i due liquidi saranno separati, si estrarranno 30 cm³ di acqua nella quale si verseranno alcune gocce di una soluzione composta di 0,3 gr. di arancio di metile in 1000 cm³ di acqua distillata. In presenza di acidi l'arancio di metile diventa rosso.

16. - *L'alcalinità* (n. 4) si verificherà come al paragrafo 15, soltanto invece di aggiungere l'arancio di metile, si aggiungeranno alcune gocce di fenolftaleina (sol. alcoolica 1 per mille). In presenza di alcali si avrà un'intensa colorazione rosso-violacea.

17. - *L'acidità organica* (n. 4) si verificherà sciogliendo una piccola porzione di olio in una miscela composta di 3 parti di etere ed 1 parte di alcool etilico 95 % ed aggiungendo alcune gocce di fenolftaleina. Si osserverà poi se la miscela diventa rossa dopo l'aggiunta di alcune gocce di soluzione diluita (4 per mille) di soda caustica.

Per determinare quantitativamente l'acidità organica si scioglie una piccola porzione di olio, in una miscela di 2 parti di etere ed una parte di alcool etilico, previamente neutralizzata e mescolata con qualche goccia di fenolftaleina in soluzione alcoolica.

Quindi si titola con soda caustica decinormale fino all'apparire della colorazione rossa. A questo punto si notano

i cm³ di soda usati e si aggiunge un eccesso di soda, fino ad ottenere una colorazione rossa intensa.

Fatto ciò si titola l'eccesso di soda con acido cloridrico decinormale, e lo si deduce dalla quantità totale di soda usata. Le due determinazioni, sia la diretta come l'indiretta devono coincidere.

Determinato il numero di cm³ di soluzione decinormale di Na OH necessari per la neutralizzazione, lo si moltiplica per 0,0282 e si calcola quindi in %.

18. - Per accertarsi che l'olio non contenga *impurità in sospensione* (n. 4, 9) si scioglieranno 2 cm³ di olio in 40 cm³ di benzina. Dopo aver lasciato depositare la miscela per alcune ore si verserà il contenuto del bicchiere su un filtro e si esaminerà se non si sia formato alcun deposito. Prima dell'estrazione del quantitativo destinato alla prova si dovrà agitare convenientemente il campione.

19. - La presenza di *zolfo* (n. 4) potrà essere determinata qualitativamente immergendo una lastra di rame nell'olio a 85°. La lastra non dovrà annerire prima di 15 o 20 ore di immersione.

Per determinazioni quantitative il metodo consigliato è quello Eskka, per il quale è preferibile rivolgersi ad un laboratorio di Chimica.

20. - La *resina* (n. 4) si determinerà qualitativamente mescolando 10 cmc. di olio con 10 cm³ di alcool al 70 %. Si passerà la miscela attraverso un filtro imbevuto di alcool e si riscalderà in una capsula di porcellana fino all'evaporazione a secco. Eventuali residui avranno una consistenza resinosa. Questi verranno sciolti in un cm³ di anidride acetica. Vi si aggiungerà poi una goccia di acido solforico del peso specifico di 1,53. In presenza di resina il liquido prenderà un colore violetto che però dopo poco tempo diventerà bruno.

21. - Per la determinazione della *viscosità* (n. 5) serve il viscosimetro di Engler costituito (vedi fig. 2) da due caldaje metalliche poste l'una dentro l'altra. La caldaia interna ha sul fondo un foro che vien chiuso da una spina di legno.

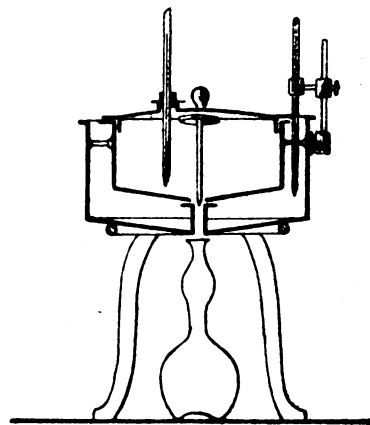


Fig. 2.

Nella caldaia interna si mette l'olio, mentre l'esterna serve a contenere l'acqua necessaria per il riscaldamento. L'apparecchio poggia sopra un trepiedi che contiene il dispositivo per il riscaldamento. Sotto il trepiedi si trova una bevuta tarata per 200 cm³. Si verseranno 240 cm³ d'olio nella caldaietta e si riscalderà indi il recipiente finché il termometro immerso nell'olio segnerà la temperatura voluta. Dopo 5 minuti che la temperatura sarà rimasta costante si aprirà la valvola e si verificherà il tempo necessario per empiere la bevutina fino al segno corrispondente a 200 cm³.

Il tempo impiegato dall'olio diviso per quello necessario per il passaggio del medesimo quantitativo di acqua a 15°C., indicherà il grado di viscosità.

Per ogni campione di olio si eseguiranno tre prove: i tempi risultanti non dovranno differire l'uno dall'altro più del 2 %.

22. - Per la determinazione della *scorrevolezza a bassa temperatura* (n. 6) serve l'apparecchio rappresentato nella fig. 3, di cui la parte fondamentale è il tubo ad U, di vetro, le cui dimensioni risultano dalla fig. 4.

Il bicchiere 7 contenente dell'acqua, porta un sifone 6 il quale termina in basso in una bottiglia di Woulf. Dato il dislivello fra il bicchiere e la bottiglia, l'acqua zampillando dal sifone, eserciterà una certa pressione nella botti-

glia stessa. Questa pressione viene misurata mediante il manometro 12, e viene trasmessa mediante un tubo munito di un robinetto a 3 vie, all'olio da esaminare. Il pallone 9, soprastante al bicchiere 7 serve a mantenere costante il livello dell'acqua nel bicchiere stesso, e quindi a mantenere costante la pressione.

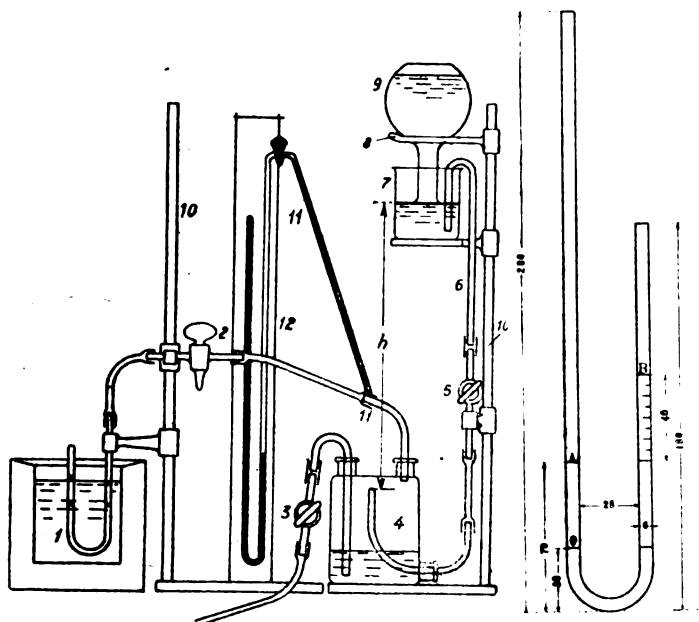


Fig. 3.

Il robinetto 3 serve per lo scarico.

Per la determinazione si varia leggermente il livello nel bicchiere 7 in modo da ottenere al manometro la pressione esatta di 100 mm di acqua.

L'olio da esaminare viene mantenuto (nel suo recipiente originale od in un tubo d'assaggio pulito, asciutto, e ben tappato) per un'ora alla temperatura di 15°C. Poi mediante una pipetta sottile, viene versato nel tubo ad U in modo che arrivi al segno A.

È necessario mantenere l'olio a 15°C. prima della determinazione, per mettere tutti gli olii nelle stesse condizioni ed avere per tutti lo stesso cambiamento di volume durante il raffreddamento. Solo mettendo tutti i campioni nelle stesse condizioni, si può trascurare il cambiamento di volume per raffreddamento.

Caricato il tubo ad U, lo si immerge nella miscela frigorifera, assicurandolo ad un morsetto e lasciandolo in riposo per 1/2 ora. È importantissimo che il tubo ad U non venga mosso durante il raffreddamento.

Il segno B dovrà sporgere leggermente dalla miscela frigorifera, ed il tubo ad U viene congiunto col rubinetto a 3 vie mettendo prima quest'ultimo in corrispondenza con l'aria esterna.

Passata la 1/2 ora, si apre rapidamente il rubinetto a 3 vie, immettendo la pressione nel tubo ad U, e mettendo contemporaneamente in movimento un cronometro.

Per azione della pressione l'olio sale nel tubo ed il tempo che impiega a raggiungere il segno B, ossia a percorrere i 40 mm. darà la misura della scorrevolezza alla temperatura a cui si effettua l'esperienza.

Finita la determinazione si mette in comunicazione l'olio con l'aria esterna, e si attende 10 minuti prima di ripetere la prova.

23. - Per la determinazione della *temperatura di infiammabilità* (n. 7) si ricorre all'apparecchio Pensky-Martens. L'olio viene riscaldato in vaso chiuso, e agitato con dispositivo speciale. Di quando in quando, mediante apposita leva, si apre un foro predisposto nel coperchio e da esso si introduce una fiammella.

Un altro metodo, non ufficiale, è quello del Marcusson. Si riscalda lentamente l'olio in un crogiuolo aperto in modo che la temperatura aumenti di 2° a 5° al minuto. Di tanto in tanto si passa sopra l'orlo del crogiuolo una fiamma. Quando si verifica la prima accensione si osserva il termometro. Dovendo ripetere l'esperienza è necessario cambiare l'olio.

La temperatura di infiammabilità rilevata col metodo Pensky risulta sempre inferiore a quella rilevata col metodo Marcusson perchè con questo (vaso aperto) è più facile la volatilizzazione.

24. - La *temperatura d'accensione* (n. 8) si determina in vaso aperto (Marcusson). La fiammella non dovrà rimanere sopra l'orlo del crogiuolo più di 2 secondi. Si leggerà la temperatura dell'olio subito dopo l'accensione.

25. - Per la determinazione della *rigidità dielettrica* (9) è consigliabile usare una vaschetta rettangolare di vetro come rappresentata in figura 5, contenente lo spinterometro costituito da due sferette di ottone di 10 mm. di diametro, fissate alla distanza di 5 millimetri.

Prima della prova l'olio (circa due litri) dovrà essere essiccato con sei ore di riscaldamento a 110°; indi, dopo lasciato raffreddare in ambiente chiuso, sarà filtrato con ordinaria carta da filtro.

Dopo aver accuratamente asciugato e pulito vaschetta e sfere si verserà nella vaschetta circa 2 litri d'olio e si applicherà agli elettrodi la tensione di prova. Questa dovrà essere alternata, sinusoidale, di frequenza industriale e dovrà essere regolata o con regolatore ad induzione, oppure agendo direttamente sulla eccitazione dell'alternatore. La misura della tensione si eseguirà con un buon voltmetro sul primario del trasformatore elevatore; ma si dovrà una volta tanto eseguire un controllo con uno spinterometro a sfere

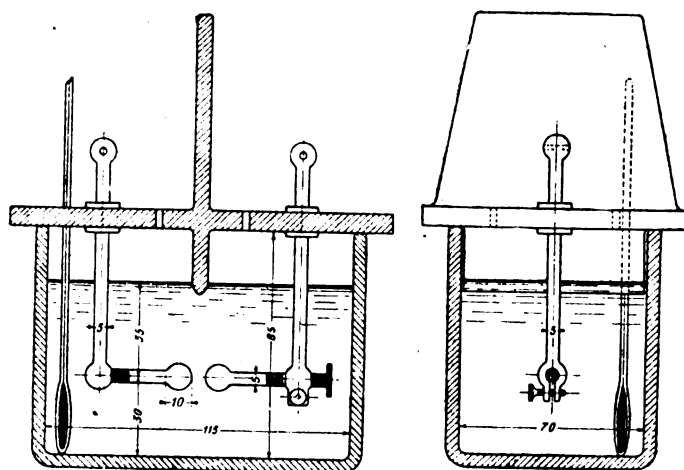


Fig. 5.

sull'alta tensione, col quale si viene a tener conto tanto della caduta di tensione nel trasformatore, quanto della eventuale deformazione della curva di tensione ('). La tensione applicata allo spinterometro verrà aumentata con la massima rapidità compatibile con una buona lettura al voltmetro, fino ad ottenere la scarica continua fra gli elettrodi. Si getterà allora l'olio, si ripulirà lo spinterometro e si ripeterà analogamente la prova su una seconda parte dell'olio e poi ancora sulla terza parte. Per il giudizio dell'olio si assumerà la media delle tre tensioni che avranno prodotto le tre scariche.

La temperatura dell'olio alla quale si faranno le prove sarà di circa 20° C. Si dovrà ripetere la prova con un campione d'olio, previamente essiccato e mantenuto poi per 48 ore in un ambiente al 75 % di umidità.

26. - Per determinare la *tendenza a formare depositi* (n. 10) si verseranno 40 gr. d'olio in una provetta di 25 mm. di diametro e 190 di lunghezza contenente 2 gr. di rete di rame avente 400 maglie per cmq., e si riscalderanno per 300 ore a 110°.

Terminato il riscaldamento si filtra l'olio ancora caldo in un imbuto riscaldato ed attraverso ad un filtro tarato. Si lava la provetta ed il filtro con benzina calda, fino a tanto che il filtrato passi completamente incolore.

Quindi si secca il filtro e si pesa. La differenza di peso dà la quantità di residuo contenuta sul filtro. Una parte del residuo rimane però nella provetta e sulla rete, per cui le stesse vengono lavate accuratamente con benzolo caldo, in modo da sciogliere tutto il residuo. Si versa quindi il benzolo in una bevuta tarata, si scaccia il solvente, si secca e si pesa. La quantità di residuo viene aggiunta alla quantità precedentemente trovata. Il peso totale del residuo moltiplicato per 2,5 dà l'entità del residuo stesso in per cento.

27. - Per determinare la *tendenza ad aumentare l'acidità* (11) si raccoglie il filtrato della prova di cui al n. 29 in un pallone

(') Tale controllo è indispensabile ogni qualvolta si cambi la f. c. m. impiegata.

cino tarato di 250 cm³, lo si porta al segno con benzina a 15°C. Si prendono quindi 10 cm³ del miscuglio e se ne titola l'acidità in acido oleico esprimendola in per cento.

28. - Per valutare la tendenza ad alterare i materiali isolanti (12) si prenderanno circa 200 gr. di filo di cotone (titolo da 80 a 140 quale viene usato per la copertura dei conduttori) e si formeranno dei cordoncini abbinati e ritorti, che si immergeranno nell'olio. Di cinque di questi cordoncini si misurerà la resistenza alla trazione. Gli altri saranno posti per 300 ore nell'olio in prova, mantenuto a 110° gradi, in vaso di rame (di circa 8 cm. di diametro e 20 cm. di altezza). Alla fine del trattamento si proveranno alla trazione altri cinque campioni del cordoncino. La constatata diminuzione della resistenza meccanica in confronto delle prime prove darà la valutazione della tendenza dell'olio ad alterare i materiali isolanti

CAPITOLO III.

Prescrizioni per gli oli

In relazione a quanto è detto nei capitoli precedenti le caratteristiche di un buon olio per uso elettrotecnico devono essere le seguenti:

29. - *Caratteri fisici e chimici.* — L'olio deve essere limpido e di colore chiaro (14).
Deve essere esente da alcali e da acidi inorganici: sarà tollerata una lieve acidità organica, quando, espressa in acido oleico non superi il 0,25 %.
L'olio deve essere asciutto, non deve contenere resine nè asfalto, nè impurità in sospensione (polvere, fibre, sabbia ecc.).
È tollerato un contenuto in zolfo inferiore a 0,25 %.
30. - *Viscosità.* — Per gli oli da trasformatore non deve essere superiore ad 8 gradi Engler a 20° centigradi; a 2,5 gradi a 50° e a 1,5 a 75°. Per gli oli da interruttori non deve essere superiore a 10 gradi Engler a 20° centigradi.
31. - *Scorrevolezza a bassa temperatura.* — I tempi determinati col metodo ufficiale (22) non devono superare i seguenti valori: Per gli oli da trasformatore: 4 secondi a 0°; 12 secondi a -5°. Per gli oli da interruttori destinati a funzionare all'aperto: 6 secondi a -5°; 18 secondi a -20°.
32. - *Temperatura di infiammabilità,* non inferiore a 140°.
33. - *Temperatura di accensione,* non inferiore a 150°.
34. - *Rigidità dielettrica.* — La tensione di scarica misurata con spinterometro a sfere di 10 mm alla distanza di 5 mm non dovrà essere inferiore a 40 000 volt (media di tre prove come al n. 25) Nessuna delle tre prove dovrà dare meno di 33 000 volt (a 20°C circa).
Il campione precedentemente essiccato, tenuto per 48 ore in un ambiente al 75 % di umidità non dovrà perdere più del 50 % della sua rigidità.
35. - *Tendenza a formare depositi.* — Al termine della prova il deposito dovrà essere inapprezzabile. Sarà solo tollerato un iscurimento del campione.
36. - *Tendenza ad aumentare l'acidità.* — Al termine della prova l'acidità espressa in acido oleico, non dovrà superare il limite massimo di 0,25 %.
37. - *Tendenza ad alterare i materiali isolanti.* — Al termine del trattamento di cui al n. 28, il cotone dovrà avere una resistenza alla trazione non inferiore al 60 % di quella che lo stesso cotone, imbevuto d'olio, aveva prima del trattamento. Questa prescrizione non riguarda l'olio destinato ad apparecchi in cui gli isolanti siano rivestiti di lacche inattaccabili dagli acidi che si possono produrre negli oli.

CAPITOLO IV.

Norme per l'offerta e l'ordinazione degli oli per usi elettrotecnici.

38. - Se l'offerta o l'ordinazione di olio per usi elettrotecnici contiene la clausola seguente: « L'olio deve rispondere in tutto alle Norme dell'A. E. I. » l'olio in questione dovrà, per qualità, uniformarsi interamente ai requisiti tecnici specificati nei precedenti capitoli.
39. - Nel richiedere un offerta o nel passare un'ordinazione il compratore dovrà fornire le indicazioni seguenti:

a) destinazione dell'olio, se per trasformatore o per interruttori o reostati.

Se per trasformatore:

b) la tensione d'esercizio.

c) il sistema di raffreddamento, se a circolazione d'acqua o a circolazione d'olio.

d) se le casse dei trasformatore sono ermeticamente chiuse e munite di recipienti d'espansione ovvero aperte.

40. - Quando l'olio sia destinato ad interruttori o trasformatore da montarsi all'aperto, indicare il limite inferiore di temperatura che si raggiunge nelle località dove questi saranno impiantati

41. - Quando il compratore intende di immagazzinare l'olio nei serbatoi dovrà dare i particolari relativi.

Così pure se intende mescolare l'olio da fornire con altro preesistente dovrà dichiararlo al rivenditore e fornire se richiesto, un campione.

PARTE SECONDA

RACCOMANDAZIONI PER L'ESERCIZIO DI APPARECCHI CONTENENTI OLI

CAPITOLO V.

Trattamento degli oli prima della messa in servizio.

42. - I trasformatore che siano stati per lungo tempo in un ambiente umido o per i quali l'olio sia stato fornito separatamente, devono essere asciugati mediante riscaldamento. Un olio che contiene il 5 per mille d'acqua, è già saturo. Per abbreviare il processo di riscaldamento è consigliabile di verificare se in fondo alla cassa ci sia dell'acqua che si farà scolare.

43. - *Riscaldamento mediante resistenze metalliche.* — Il sistema generale e di uso più pratico per tale operazione è quello di eseguire il riscaldamento con energia elettrica mediante resistenze metalliche disposte al fondo del cassone del trasformatore. Per evitare che un riscaldamento eccessivo del metallo possa deteriorare l'olio, le resistenze saranno calcolate in modo che la corrente non superi il valore indicato dalle seguenti formule:

Per i fili:

$$I \leq 50 \sqrt{\frac{d^2}{\rho}}$$

Per i nastri:

$$I \leq 30 \sqrt{\frac{s \cdot p}{\rho}}$$

I = corrente in ampere

d = diametro del filo in mm.

s = sezione della piattina o nastro in mm².

p = perimetro della piattina in mm.

ρ = resistività del metallo costituente la resistenza in micro-ohm-cm. (a caldo). Come materiale è da preferirsi l'argentina e leghe analoghe.

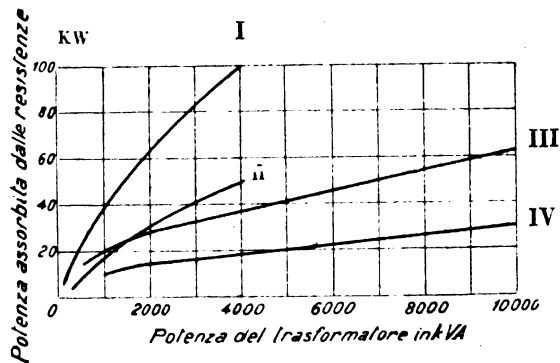


Fig. 6.

L'energia necessaria al riscaldamento potrà venire ridotta avvolgendo attorno alla cassa del materiale coibente che eviti il disperdimento del calore; nei trasformatore a raffreddamento artificiale verrà sospesa naturalmente la circolazione del mezzo raffreddante durante questa operazione. La fig. 6 indica la potenza necessaria per questo riscalda-

mento in relazione alla potenza dei trasformatori e precisamente:

Curva I e II per trasformatori in olio con raffreddamento naturale, cassa senza e rispettivamente con opportuna protezione di materiale coibente;

Curva III e IV per trasformatori in olio con raffreddamento ad acqua, cassa senza e rispettivamente con opportuna protezione di materiale coibente.

La temperatura dell'olio misurata mediante un termometro collocato 20 cm. sotto la superficie verrà mantenuta intorno ai 110° C. Si troncherà il processo quando non si noterà più alla superficie alcuna traccia di ebollizione. A riscaldamento ultimato, sarà opportuno se possibile, eseguire un controllo della rigidità dielettrica e dell'acidità dell'olio.

Il riscaldamento è più efficace se eseguito in autoclave in cui sia fatto il vuoto. In tal caso la temperatura potrà essere ridotta a 100°.

44. *Riscaldamento dei trasformatori fuori olio.* — Se le circostanze lo permetteranno sarà conveniente in generale far precedere il riscaldamento di cui sopra, da altro preliminare da compiersi col trasformatore fuori olio. Poichè in qualche caso si può produrre una pericolosa ossidazione di residui di olio, è consigliabile interpellare in proposito la casa costruttrice.

Tale operazione potrà eseguirsi entro una stufa con circolazione d'aria calda. La potenza occorrente al riscaldamento di questa, sarà press'a poco eguale alla potenza di corto circuito del trasformatore, quale si può calcolare in base ai dati indicati sulla targa caratteristica. Per grossi trasformatori (ad esempio oltre i 5000 kVA) basterà una potenza minore. Le resistenze elettriche destinate a consumare l'energia anzidetta, verranno collocate nel canale di ammissione dell'aria, e la circolazione di questa verrà regolata in modo opportuno.

Quando si dispone di una tensione adatta, si potrà riscaldare il trasformatore in corto circuito con una corrente di valore conveniente (circa metà od un terzo del valore normale). Il riscaldamento dell'avvolgimento si farà lentamente aumentando per gradi la corrente in modo che la temperatura dopo 12 ore raggiunga 40 gradi centigradi, dopo 48 ore 90 gradi circa. Quest'ultima temperatura resterà costante durante tutto il processo. Si raccomanda di determinare la temperatura col metodo dell'aumento della resistenza degli avvolgimenti e di controllarla mediante termometro. Anche qui l'impiego di un autoclave a vuoto aumenterà l'efficacia del processo e permetterà di ridurre sensibilmente la temperatura (di regola da 15° a 20° più della temperatura del vapore acqueo corrispondente alla pressione, cioè al grado di vuoto dell'autoclave).

Tale processo avrà una durata da 2 a 4 giorni: quindi il trasformatore verrà collocato nella propria cassa ripiena d'olio preventivamente asciugato ed il tutto trattato come indicato nel paragrafo precedente.

CAPITOLO VI.

Verifica dell'olio dei trasformatori durante l'esercizio

45. Durante l'esercizio, le proprietà dell'olio possono alterarsi sia per la formazione di depositi sia per assorbimento di umidità o per infiltrazioni di acqua. Perciò l'olio dovrà essere sottoposto ad un controllo periodico.

Ogni sei mesi circa si dovranno togliere dal trasformatore due campioni d'olio, uno preso al fondo, l'altro alla superficie. I due campioni, senza asciugarli nè filtrarli, saranno sottoposti alla prova di rigidità dielettrica come al n. 25. Inoltre verrà accuratamente determinata l'acidità come al paragrafo 17. È raccomandata la massima cura nella pulizia e nell'asciugamento della vaschetta e delle sfere dello spinterometro. Data la possibilità che nell'olio si trovino materiali in sospensione, potrà accadere che si verifichino scariche a tensione minore di quella che provoca la scarica continua. In tal caso si assumerà, pel giudizio del campione, la media delle tre tensioni che avranno provocato le tre prime scariche. Si potrà ancora ritenere adoperabile per trasformatori ad alta tensione un olio la cui rigidità dielettrica risulti uguale o maggiore di 30.000 volt (per 5 mm. di distanza delle sfere). Al disotto di tale limite occorrerà essiccare l'olio riscaldandolo coi metodi indicati.

Durante l'essiccamento dell'olio la prova allo spinterometro indicherà in ogni momento a quale punto sia giunta l'operazione e quando convenga troncarla.

Le provette d'olio prelevate sistematicamente come so-

pra è indicato, saranno contraddistinte con numero progressivo e data e disposte in ordine cronologico. L'accurata ispezione indicherà lo stato dell'olio e rivelerà l'eventuale inizio di alterazioni pericolose.

46. Per prevenire infiltrazioni di acqua nell'olio dei trasformatori con raffreddamento ad acqua, si raccomanda di controllare ogni 6 mesi la tenuta dei refrigeranti provandoli in modo conveniente con una pressione pari al doppio almeno di quella normale di esercizio, ed in ogni caso non minore di due atmosfere. In occasione della prova della rigidità dielettrica dell'olio se ne controlleranno le proprietà quali il colore, la viscosità e l'acidità. Eventuali alterazioni di queste proprietà in confronto di quelle del campione tipo (il quale dovrà essere prelevato a trasformatore nuovo, cioè prima della sua regolare messa in esercizio) saranno un indice dell'eventuale formazione dei depositi. Se l'alterazione fosse notevole converrà sollevare il trasformatore dall'olio e verificare se esistano sullo stesso tracce dei depositi in discorso. In tale caso converrà filtrare l'olio. Servono egregiamente a questo scopo i filtri a pressione con carta sorbente. È consigliabile ad ogni modo di filtrare l'olio dei trasformatori di grande potenza (ad esempio oltre 2000 kVA) una volta all'anno.

Se l'acidità organica dell'olio filtrato fosse superiore al massimo tollerato, sarà bene mettere l'olio fuori d'esercizio. Procedendo alla sostituzione dell'olio si dovrà liberare anzitutto ogni parte del trasformatore dai depositi in discorso. Per ciò si laveranno gli avvolgimenti con un getto d'olio caldo a 50-60°C. onde non deteriorare l'isolamento. Il pacco lamellare, la cassa, i tubi, del refrigerante ecc., potranno essere puliti con strofinacci o spazzole. Il tutto da ultimo verrà lavato con petrolio o benzina.

47. Converrà infine sottoporre l'olio ai controlli suddetti dopo periodi di sovraccarichi eccezionali dei trasformatori, ovvero di funzionamento in condizioni di raffreddamento deficiente.

CAPITOLO VII.

Verifica dell'olio per interruttori e reostati durante l'esercizio.

48. L'olio degli interruttori e reostati dovrà essere filtrato ogni qualvolta si verifichino dei depositi. Alcune qualità di olio producono, durante la formazione degli archi di apertura degli interruttori, dei depositi carboniosi i quali assumono talora la forma di fiocchi nerastri, che galleggiano alla superficie e si depositano anche sulle parti sovrastanti. Questi oli dovranno allora essere filtrati: in tale occasione si dovranno pulire con cura tutte le parti interne degli interruttori per liberare dai depositi in discorso, e determinare l'acidità dell'olio.

COMITATO IDROTECNICO ITALIANO

Osservazioni sulle Norme per la costruzione ed il collaudo delle condotte metalliche.

L'Ing. U. Del Buono, Presidente del Comitato Idrotecnico Italiano, ci passa per la pubblicazione le seguenti Osservazioni trasmesse-gli dalla Ditta Tubi Togni e dalle Acciaierie e Ferriere Lombarde.

La Società Anonima **Tubi Togni** osserva:

Nel numero 13 del 5 maggio 1923 de l'«Elettrotecnica» furono riprodotte le « Norme per la costruzione e il collaudo delle condotte metalliche forzate » estratte dal rendiconto della nona riunione dell'Associazione Italiana per gli studi sui materiali da costruzione, tenuta in Torino nell'aprile 1922.

Questa proposta di norme venne resa pubblica sul nostro Giornale perchè noi ritenevamo e riteniamo che il problema delle condotte forzate interessi in sommo grado anche l'elettrotecnico, in quanto oggi in un impianto idroelettrico non è possibile scindere nettamente il campo dell'elettrotecnico dall'idraulico e dal costruttore civile, che in certo qual modo si devono compenetrare. E nello stesso numero il Comitato Idrotecnico dell'A. E. I. invitava tutti i lettori de l'«Elettrotecnica» che per ragioni di studio o di esperienza personale avessero da dire qualche cosa sulla materia, a presentare le loro osservazioni.

Senza dilungarci sulla questione, noi ripetiamo qui che vedremo volentieri, a parte ogni ragione minuziosa di competenza e di limitazione di campi, che sulla traccia delle dette norme i tecnici aprissero una più vasta discussione e portassero ciascuno il loro obolo scientifico e pratico, in modo che la Commissione stessa, che ha proposto le norme e che, composta di tecnici teorico pratici di indiscusso ed indiscutibile valore, ha fatto opera di grande mole e di grande utilità.

possa raccogliere le osservazioni, vagliarle, discuterle pubblicamente coi proponenti nell'intento di perfezionare sempre più questa traccia di regole a cui esercenti e costruttori aspiravano da anni.

All'appello hanno risposto il Prof. *Umberto Puppini* di Bologna con osservazioni in merito a quanto si intende prescrivere per ciò che riflette le sollecitazioni prodotte da un colpo d'ariete, osservazioni che vennero pubblicate sul nostro Giornale nel numero 26 del 15 settembre 1923, e la Società Tubi Togni di Brescia con una pubblicazione presentata al Comitato Idrotecnico dell'A. E. I. nella seduta del 29 settembre scorso, in occasione del XXVIII Congresso della A. E. I. stessa.

Questa pubblicazione, presentata con signorilità di forma e con nobiltà di intenti, porta, per comodità del lettore, riprodotte testualmente le « Norme » e correda queste di osservazioni a firma della detta Società. Perchè tutti coloro che si interessano del problema possano conoscere tali osservazioni, le riportiamo qui integralmente, con preghiera al lettore di riferirsi alle norme stampate nel fascicolo già citato n. 13 del nostro Giornale.

In corollario alle premesse, laddove la Commissione parla dei tubi cerchiati: « Bene pensa la On. Commissione nel ritenere oggi per lo meno prematuro il fissare norme precise per la costruzione e la calcolazione dei tubi cerchiati, che vorremmo meglio chiamare blindati, per evitare possibili confusioni con le cerchiature atte a rinforzare il tubo in relazione con le sollecitazioni per flessione delle pareti o per vuoto interno.

Non vogliamo qui però passare sotto silenzio che la nostra Ditta, unica in Italia, ha affrontato l'arduo problema dei tubi blindati sulla base di calcoli controllati da numerose ed accurate esperienze di laboratorio e dalla pratica degli impianti già in funzione ed è oggi in grado di calcolare e costruire, come ha già costruito, condotte forzate blindate che rispondono ad ogni esigenza e prescrizione tecnica.

Bene osserva anche l'On. Commissione quale prezioso elemento di garanzia costituisca la blindatura dei tubi, tanto che, appena le condizioni lo permettessero noi vedremmo l'opportunità di costruire blindato ogni tubo collettore e distributore, perchè le centrali idroelettriche fossero in ogni caso meglio protette contro disastrosi sinistri.

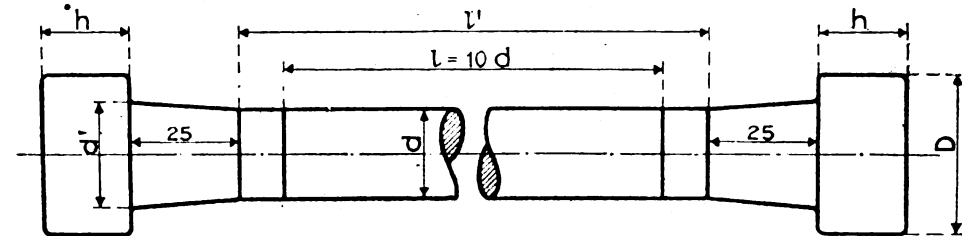


Fig. 1. — Provetta cilindrica - teste cilindriche.

Dal lato esecutivo non si deve dimenticare che i tubi blindati, oltre raggiungere pressioni proibitive per tubi semplicemente saldati ed a più forte regione per tubi chiodati, permettono di evitare anche la saldatura su spessori elevati, che, per quanto possibile è già praticamente da noi tentata con successo, richiede pur tuttavia cure e metodi e mezzi speciali.

All'art. 3.: « È opportuno ricordare che la saldabilità delle lamiere, in quanto fabbricate con acciaio Martin Siemens, non dipende solo dalla composizione chimica delle medesime, ma è influenzata, ed in massimo grado, da tutti quei numerosi e delicatissimi coefficienti che concorrono nella produzione dell'acciaio. Può avvenire perciò che materiale perfettamente rispondente per composizione chimica e caratteristiche meccaniche alle condizioni poste dalla « Commissione di Studio per le condotte metalliche ad alta pressione » non sia idoneo alla confezione di tubi saldati: sia perchè la « saldabilità » vera e propria del medesimo non consente l'unione di lembi delle lamiere relative, — in maniera che la giunzione dia sicuro affidamento della perfetta riuscita, — sia perchè la deficiente duttilità a caldo del materiale stesso lasci il dubbio che l'operazione di martellatura, necessaria per il perfetto combaciamento dei lembi stessi, possa provocare nelle generatrici contigue a questi fessurazioni che potrebbero sfuggire ad un occhio non molto esperto.

Le prescrizioni concernenti la composizione chimica debbono quindi essere intese nel senso di assoluto rigetto del metallo, se non soddisfatto; ma non sono sufficienti. Per questo le norme impongono all'articolo 6 la prova di saldabilità, che noi però crediamo necessario completare nel nostro laboratorio sperimentale con ricerche micrografiche ».

All'art. 4., laddove si parla di barrette: « Per opportuna guida del lettore richiamiamo qui uno stralcio delle Norme e condizioni per la prova e l'accettazione dei materiali ferrosi d'uso corrente approvate nella nona Riunione di Torino (aprile 1922) della Associazione Italiana per gli studi sui materiali di costruzione, per la parte riguardante il prelevamento, la preparazione e le dimensioni dei saggi (o provini) per le prove di trazione:

« . . . I saggi devono essere staccati e lavorati a freddo per mezzo di trapano, pialla, fresatrice, tornio. Occorrendo, saranno finiti con la

lima. Sarà ammesso anche il taglio alla fiamma purchè si lasci una sufficiente distanza fra linea di taglio ed il margine delle provette. Se furono ricavati da pezzi curvi, si raddrizzeranno sempre a freddo con lo strettoio o con martelli di rame. Quando si ricavano saggi da pezzi laminati si farà il possibile per conservare ad essi la superficie di laminazione.

Salvo dichiarazione motivata nei capitoli di appalto i saggi non devono subire alcun trattamento termico prima della prova.

Se ragioni speciali ne suggeriscono la ricottura, essa si dovrà eseguire con le più grandi cautele, segnatamente per gli acciai speciali, curando di non oltrepassare la temperatura conveniente e di raffreddare molto adagio, nonchè di evitare alterazioni di composizione chimica nel metallo.

A questo scopo sarà da operare entro una muffola chiusa, di terra refrattaria, avvolgendo le provette con magnesia in polvere, o con altra sostanza coibente ed inerte....

Per le prove a tensione i saggi possono avere sezione circolare o rettangolare. In tutti si distinguono il tratto utile, il tratto di sezione costante, e le teste. Il tratto utile deve avere una lunghezza limitata da due punti di riferimento, scelta in un rapporto determinando colla radice quadrata della area della sezione. Come valore normale di questo rapporto si adotterà 11,3 corrispondente a quello della provetta tipo, cilindrica, di due centimetri di diametro e venti centimetri di tratto utile. Alla lunghezza calcolata in base a detto rapporto è consentito sostituire il numero intero di centimetri più prossimo.

Qualora non sia possibile per la forma del pezzo originario o per altri giustificati motivi adottare come lunghezza utile la lunghezza uguale a $11,3\sqrt{s}$ nel modo suindicato, si potrà ridurre la lunghezza a metà ($5,65\sqrt{s}$) aumentando del 25 % la prescrizione relativa all'allungamento.

La stessa riduzione potrà farsi qualora la provetta si rompa fuori dal terzo medio, quando la provetta sia stata preventivamente provvista di segni di riferimento adeguati.

Per la determinazione della sola contrazione il tratto utile può avere qualunque lunghezza, purchè non inferiore ad $1/4 \sqrt{11,3\sqrt{s}}$ o 2,5 diametri.

Il tratto di sezione costante l' deve prolungarsi alquanto oltre i limiti del tratto utile per assicurarvi la ripartizione uniforme dello sforzo e precisamente a ciascuna estremità; almeno di un diametro nelle provette tonde; almeno della larghezza nelle provette piatte.

Le provette normali possono essere tonde o piatte.

Le provette tonde (fig. 1 e 2) possono avere teste cilindriche, da prendersi con ghiere spaccate, o preferibilmente teste filettate e debbono presentare le dimensioni registrate nel prospetto seguente, in millimetri:

| Provette tonde | | | Teste cilindriche | | | Teste filettate | | |
|----------------|-----|-----|-------------------|----|----|-----------------|----|------|
| d | l | l' | d' | D | h | d' | D | h |
| 10 | 100 | 120 | 14 | 20 | 10 | 13 | 16 | 15 |
| 15 | 150 | 170 | 19 | 26 | 15 | 18 | 22 | 22,5 |
| 20 | 200 | 220 | 24 | 36 | 20 | 24 | 29 | 30 |
| 25 | 250 | 270 | 29 | 42 | 25 | 28 | 35 | 37,5 |

Le provette piatte possono essere con teste strette da prendersi con cunei o, preferibilmente, con teste larghe forate da prendersi con perni. In quelle conviene ridurre lo spessore lungo i lembi, in queste

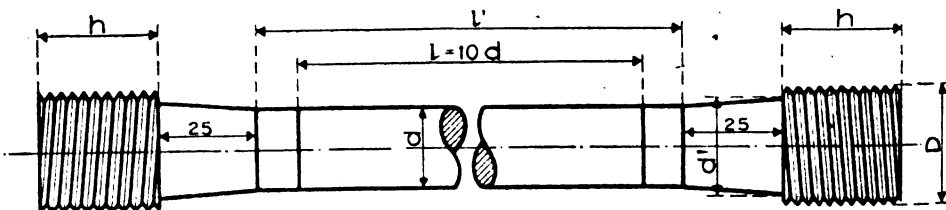


Fig. 2. — Provetta cilindrica - teste filettate.

smussare gli orli dei fori con inviti conici per assicurare che lo sforzo sia centrato. Le figure 3 e 4 rappresentano i due tipi normali di provette piatte dello spessore di 10 mm.

Per gli spessori da 10 a 5 mm si varieranno proporzionalmente tutte le dimensioni; per gli spessori ancora inferiori si adotterà una larghezza costante di m/m 15. Per gli spessori più grandi di m/m 10 si ridurrà di larghezza la provetta, conservando invariata la sezione trasversale ».

All'art. 4°, in corrispondenza alla definizione dei coefficienti per i tubi saldati: « Richiamiamo l'attenzione del lettore su quanto detto nelle premesse: « Tale definizione dei coefficienti di resistenza e di allungamento, appena temperati nelle presenti norme da alcune tolleranze per lamiere di grande spessore, costituisce una richiesta alquanto elevata della loro qualità, in certa misura superiore a quanto corrisponde all'uso corrente.

La Commissione ha creduto tuttavia importante affermare col valore dei coefficienti anzidetti le condizioni di produzione del materiale, che importa raggiungere nel più breve tempo, reintegrando le caratteristiche che l'uso dei residuati di guerra ha in questo periodo sensibilmente abbassate».

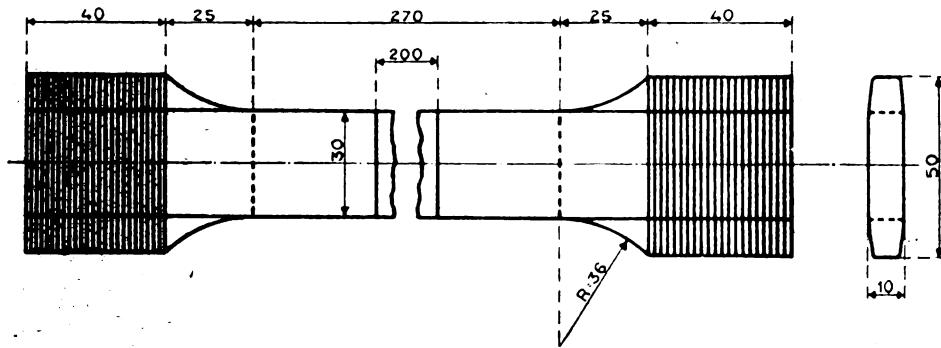


Fig. 3. — Provetta piana - teste strette.

Mentre, come bene auspica la Commissione, la Siderurgia deve tendere ad ottenere quei coefficienti che sarebbero desiderabili e che sono prescritti, per ora nessuna ferriera sia nazionale che estera è in grado di garantirli. Perciò per opportuna norma dei committenti si rende noto che le lamiere oggi si possono avere soltanto limitando di molto le pretese, specialmente nei riguardi dell'allungamento percentuale minimo richiesto.

Di norma usando la barretta tipo prescritta dalla Associazione Italiana per gli studi sui materiali da costruzione (di cui è detto sopra) oggi può solo pretendersi un allungamento minimo del 22 % per lamiere di resistenza compresa fra i 38 e i 45 kg/mm² destinate alla fabbricazione di tubi chiodati, ed un allungamento minimo del 25 % per lamiere di resistenza compresa fra i 35 e i 40 kg/mm² destinate alla fabbricazione di tubi saldati.

Detti allungamenti minimi per lamiere di spessore superiore ai mm 15 debbono essere ulteriormente ridotti in ragione dell'1 % per ogni 5 mm di eccedenza sullo spessore medesimo».

All'art. 14°: «Queste valvole dovrebbero essere anche inserite in quei punti della condotta nei quali vi sia tendenza allo spezzarsi della vena liquida o comunque a formarsi depressioni interne».

All'art. 15°: in corrispondenza all'applicazione della percentuale per colpi d'ariete: «Potrebbe osservarsi a tale punto, che, secondo recenti studi, la legge qui indicata della trasmissione dell'effetto del colpo d'ariete nelle altre sezioni della tubazione è vera solamente nel caso di una condotta rettilinea a livelletta unica. Però, sia perchè la legge di propagazione non può dirsi ancora esattamente conosciuta, sia anche perchè, nella generalità di casi, le condotte possono considerarsi nel loro insieme a pendenza pressochè uniforme, riteniamo che la regola proposta debba essere, almeno per ora accettata».

All'art. 20°: «Giovà osservare che le percentuali di sovrapposizione nei due estremi del tronco in prova risultano evidentemente diverse e precisamente maggiori nell'estremo a monte, minore in quello a valle, e tale differenza è tanto più forte quanto maggiore è il dislivello fra i due estremi».

Per ottenere quindi che in ogni elemento del tronco sia provocata una sollecitazione unitaria costante, come sarebbe desiderabile, occorrerebbe dividere la condotta in un numero molto grande di tronchi, ciò che non sarebbe praticamente fattibile.

D'altra parte, assegnando ai tronchi una lunghezza troppo grande, ne potrebbe derivare che, stabilito per l'estremo a valle un determinato sovraccarico, si verifichi per l'estremo a monte un sovraccarico eccessivo ed anche pericoloso.

I limiti che la On. Commissione ha creduto di fissare come base per la divisione dei tronchi danno una soluzione praticamente buona».

Noi non possiamo che lodare queste iniziative, che desidereremmo fossero più numerose, e in tale desiderio abbiamo appunto scritto queste righe per incitare all'opera.

Dobbiamo intanto essere grati al Prof. Pupini e alla Società Italiana Tubi Togni, che hanno risposto per primi all'appello. Aggiungiamo che la Società Italiana Tubi Togni ha nel suo opuscolo aggiunto dei dati pratici che riguardano le condotte e che sono utilissimi, facendo dell'opuscolo un prontuario, che il tecnico terrà volentieri a portata di mano per una frequente consultazione.

Le Acciaierie e ferriere lombarde scrivono:

Nel N. 13 del 5 maggio u. s. della Rivista «l'Elettrotecnica» si invitano i Soci dell'A.E.I. a far conoscere le loro osservazioni circa le norme, pubblicate nello stesso numero di detta Rivista, per la costruzione ed il collaudo delle condotte metalliche forzate ad alta pressione, emanate dalla speciale Commissione presieduta dal Prof. C. Guidi.

Comunichiamo qui sotto alcune nostre osservazioni:

Art. 4°) — Si richiedono tanto per i tubi chiodati quanto per i saldati allungamenti corrispondenti a coefficienti di qualità superiori

a 1000, più, cioè, di quanto era finora richiesto. In pratica lavorando da rottami come si fa generalmente in Italia, il pretendere coefficienti di qualità superiore a 1000 è eccessivamente severo, ostacolerebbe in modo serio la fabbricazione delle lamiere.

A noi sembra che praticamente non si dovrebbero pretendere coefficienti di qualità superiore a quelli sotto indicati:

Tubi chiodati:

| | |
|---|-----|
| Lamiere da 5 a 15 mm di spessore: | |
| coeff. qualità | 980 |
| Lamiere di spessore superiore a 15 mm, coeff. qualità | 950 |

Tubi saldati:

| | |
|---|------|
| Lamiere da 5 a 15 mm di spessore: | |
| coeff. qualità | 1000 |
| Lamiere di spessore superiore a 15 mm, coeff. qualità | 980 |

Per le lamiere di spessore inferiore ai 5 mm non si dovrebbero fare prove di trazione, ma

solo di piegatura, perchè a quegli spessori le condizioni delle barrette restano alterate (a meno di una buona ricottura).

Anche le Ferrovie dello Stato al capitolato N. 6 Edizione 1918 prescrivono per la 2ª categoria (R. 37/42 A. 27 % corrispondente all'incirca a quella per le tubazioni saldate) che «per le lamiere dello spessore eguale o inferiore a 6 mm potrà essere soppressa la prova a trazione, eseguendovi invece la prova di piegatura».

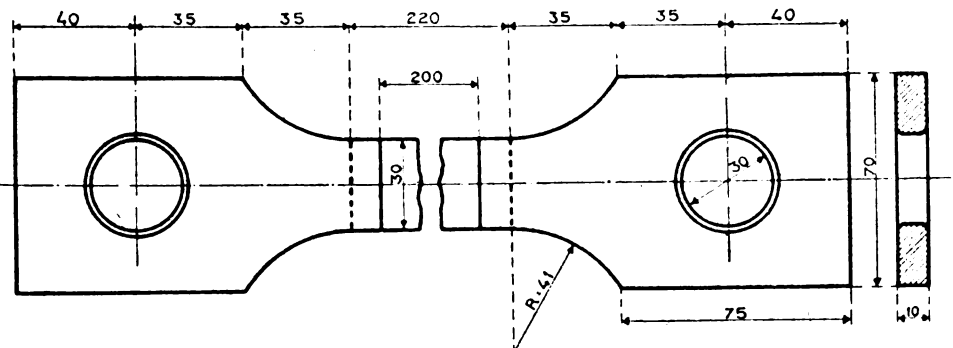


Fig. 4. — Provetta piatta - teste forate.

Forma della provetta. — L'art. 4° non specifica la forma delle provette. Secondo noi è necessario stabilirla e si potrebbe adottare la norma seguente:

Lunghezza utile $11,3 \times \sqrt{S}$, dove S. è la superficie della sezione. In ogni caso però la lunghezza non potrà essere superiore a mm 200 e lo spessore non potrà essere inferiore a quello della lamiera. Oltre a mm 18 di spessore si possono ammettere le prove a sezione tonda.

Art. 5°) — Invece della dicitura seguente:

«Verificandosi deficienza anche in una sola delle lamiere prescelte, l'intero gruppo potrà essere rifiutato»;

proponemmo la seguente:

«In caso di deficienza nelle lamiere prescelte, prima di scartare l'intero gruppo il fornitore avrà la facoltà di far provare lamiera per lamiera».

Art. 6°) — Prove di saldatura. Invece della larghezza di 4/5 mm fissaremmo: larghezza eguale allo spessore della lamiera.

Siamo a disposizione di codesta On. Presidenza per qualsiasi schiarimento a riguardo di quanto sopra esposto e restiamo in attesa di conoscere quali determinazioni saranno prese circa le definitive «Norme di costruzione e collaudo delle condotte metalliche forzate».

Pubblicazioni dell'A. E. I.

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:

Vol. I. - IIª Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Provincie redente » 20, —
più per postali » 2, —

Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia » 20, —
più per postali » 3, —

Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).

L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - suo avvenire (broch.)

più per postali » 2,50
» 0,80

CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia

più per postali » 1, —
» 0,50

NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici

più per postali » 3, —
» 1, —

NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche

più per postali » 4, —
» 1, —

NORME per l'ordinazione ed il collaudo degli isolatori di porcellana

più per postali » 1,50
» 0,80



Associazione Elettrotecnica Italiana

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Comitato Nazionale per l'illuminazione ed il riscaldamento.

Il giorno 2 marzo p. v., avrà luogo a Milano l'assemblea costitutiva di questo nuovo Comitato, che è una trasformazione dell'antico Comitato Italiano dell'Illuminazione ed è destinato a lavorare di conserva con la Commissione internazionale dell'Illuminazione. Rammentiamo che del nuovo Ente fu data notizia e fu pubblicato lo Statuto il 5 agosto 1923, a pag. 520 e 524.

* *

Comitato Elettrotecnico Italiano.

L'Ing. Guido Semenza, in seguito alla sua nomina a Presidente della Commissione Elettrotecnica Internazionale, ha creduto di dare le sue dimissioni da Presidente del Comitato Elettrotecnico Italiano. Indette le elezioni per referendum fra i membri del Comitato, fu da tutti unanimemente designato a Presidente il Prof. Luigi Lombardi.

Il Comitato Elettrotecnico si riunirà il giorno 3 marzo p. v., a Milano, per il trapasso della presidenza e per discutere sul programma dei lavori in corso.

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI NAPOLI

Verbale della Seduta del 17 gennaio 1924, ore 21.

Ordine del Giorno:

1. Comunicazioni della Presidenza;
2. *Charles Proteus Steinmetz* — Ricordi del Socio Ing. Carlo Ferrari;
3. *Sulla determinazione del fattore di potenza dei carichi trifasi squilibrati* — Nota del Socio Ing. Basilio Focaccia.

Presiede il Presidente, Ing. Luigi Selmo.

Presidente: Comunica con vivo compiacimento il rapido incremento dei Soci della Sezione: infatti a tutto oggi il numero dei Soci iscritti è di 320.

Comunica ancora che alle elezioni della Presidenza Generale la percentuale dei Soci che hanno votato è stata del 35 per cento. Fa noto infine che alle onoranze per il Prof. Augusto Righi la Sezione ha contribuito con una somma di L. 650 e con una identica somma ha pure contribuito alle onoranze per il Prof. Moisè Ascoli.

Da quindi la parola al socio, Ing. Carlo Ferrari.

«Major de Planches, alcuni anni or sono ambasciatore di S. M. il Re d'Italia presso il Governo di Washington, parlando alla convenzione di elettrotecnici a Saint Louis, disse: «Signori, sotto alcuni punti di vista l'elettricità può paragonarsi a Dio; essa di fatti, come Dio, trovasi dappertutto, essa come Dio, è per noi sempre un profondo mistero». Se Major de Planches vivesse ai nostri giorni dovrebbe alquanto modificare la sua asserzione: la profondità del mistero da lui accennata, fu notevolmente ridotta dal poderoso cervello di Carlo Proteus Steinmetz, che da circa tre mesi giace esanime sotto le fiorite zolle di Schenectady, poco lontano dalle maestose officine della General Electric Company, che da lui trassero vita ed orgoglio.

«Carlo Proteus Steinmetz: «tanto nomini nullum par elogium» sotto la forma di un paradosso fisiologico, Steinmetz fu la forza che pose in moto l'elettricità: al deforme piccolo gigante di Schenectady il mondo dovrà pagare il suo tributo per i meravigliosi progressi che il commercio, l'industria e la civiltà in genere, ottennero dall'instancabile devozione di lui alle discipline elettrotecniche.

«Voler degnamente tessere le laudi del grande estinto, per quanto riguarda i suoi alti pregi di scienziato e di tecnico, sarebbe sproporzionato alle mie modeste risorse intellettuali e forse oltraggioso per voi, egregi colleghi, che avete formato la vostra cultura compulsando ed assimilando le classiche opere del grande scomparso. Io voglio, specialmente questa sera, descrivere a voi l'anima nobilissima del maestro, profittando delle conversazioni avute con personaggi intimi di lui, tra cui principalmente il nostro Faccioli, che dello Steinmetz può considerarsi l'erede intellettuale e rammentandomi delle conversazioni avute col grande estinto, il quale, negli ultimi tempi della sua vita, spesso nel suo ufficio, nelle officine e perfino fra le mura domestiche, fu con me sempre largo di ogni cortesia.

«È universalmente noto che la geniale applicazione del metodo simbolico, come un filo di Arianna, guidò lo Steinmetz attraverso i più intricati labirinti del vasto campo elettrotecnico, riuscendo a stabilire in esso solidi capisaldi, per i quali il disciplinamento dei fenomeni elettrici un di sì difficile, è ora reso chiaro ed agevole. Le sue ardue teorie sbalordirono nel 1892 l'American Institute of Electrical Engineers, che vide stabiliti geniali e solidi principii per i futuri

sviluppi elettrotecnici. Le investigazioni dello Steinmetz sulla teoria delle correnti continue ed alternate, erano talmente di là dalle nozioni di quel tempo, che quando le sue nuove concezioni furono sviluppate da lui al Congresso elettrotecnico Internazionale di Chicago, nel 1893, molti dei suoi ascoltatori non poterono seguirlo e solo dopo alcuni anni furono quelle teorie perfettamente intese ed entusiasticamente applicate dal mondo elettrotecnico. Le sue ricerche sulla magnetizzazione e le sue discussioni sulle leggi dell'isteresi formano capisaldi preziosi, su cui fondansi novelli principii di costruzione del moderno macchinario elettrico. A lui si deve lo sviluppo dei motori ad induzione e polifasi e il suo genio ha risolto molte difficoltà che impedivano la trasmissione di energia ad altissima tensione, ma altre e più importanti conquiste per la scienza sono scaturite dalla fertile attività cerebrale del grande scomparso; egli non si contentò di studiare i fenomeni elettrici a regime, ma volle spingere le sue ricerche nel chiarire quel che avviene nei brevi istanti precedenti la condizione di regime ed ancora volle portare le sue indagini ad analizzare quanto avviene nei circuiti elettrici per cause istantanee disturbatrici nel regime di quelli; ed ecco che il patrimonio tecnico si arricchisce della preziosa opera della «Teoria e calcolo dei fenomeni elettrici transitori e delle oscillazioni». Ma v'è di più: l'elettricità che sfugge ai nostri sensi, dinanzi agli occhi del grande uomo, è materia visibile. Egli la segue nei suoi movimenti, nei suoi urti, nelle sue riflessioni; di tutto ciò fissa le leggi come in ottica e in acustica e di altro tesoro si arricchisce la moderna tecnica dell'elettricità col suo volume: «Scariche elettriche, onde e impulsi».

«Altri campi delle discipline fisiche lo Steinmetz coltivò da maestro. Il suo volume: «Radiation, Light e Illumination» è una miniera di nuovi concetti e di nuove vedute sui fenomeni luminosi, sia dal punto di vista teorico, sia dal punto di vista industriale. Interessanti studi di lui, sfortunatamente non compiuti, sulla luce fredda avrebbero forse portato fra non molto una rivoluzione in questo ramo della fisica.

«Ma il gigantesco nano di Schenectady non si arresta qui; la sua temerità lo porta ad indagare gli arcani misteri di Giove tonante: un di la folgore non potea che schizzar tremenda da paurose nubi temporalesche; oggi essa al nostro beneplacito, può realizzarsi in un gabinetto di prova. Egli, col valido ausilio del nostro Faccioli e del Peek, proprio in questi ultimi mesi, era riuscito a realizzare una scarica ad andamento logaritmico di 100 mila kW a due milioni di volt in un cento milionesimo di secondo. A queste esperienze io ebbi la fortuna di assistere: riduzione di grossi pezzi di legno in minimi trucioli, produzione di fulgorite ed altre caratteristiche del suo collega naturale, eccetto la nube, ha il fulmine prodotto e controllato dallo Steinmetz. Da questi esperimenti il maestro si proponeva interessanti risultati specialmente per la protezione delle linee elettriche, ma aveva quasi il presentimento che altri dovesse compiere la sua opera. Richiesto difatti pochi giorni prima della sua fine se egli non fosse da considerarsi l'uomo che più di ogni altro in America aveva visto la sua opera coronata da successo, rispose: «No, non lo credo, il successo è cosa relativa. Lavoro per ottenere un dato successo ma non vivrò abbastanza a lungo per conseguirlo». E fu profeta.

«Con sintesi mirabile il maestro vedeva nella sua mente i risultati di un dato problema: il relativo procedimento dimostrativo era redatto più per gli altri che per soddisfazione del proprio intelletto. Nel mondo scientifico egli era ritenuto una suprema autorità nelle matematiche teoriche ed applicate ed un incontestato genio per l'applicazione di principii astratti ai pratici disegni di macchinari elettrici. Egli era un creatore di formole straordinariamente complesse, ma possedeva il raro dono di farle comprendere con unica e quasi popolare chiarezza anche ad uno studente all'inizio di studi elettrotecnici. Ho avuto la fortuna di sentirlo esporre verbalmente argomenti scientifici in conversazioni elettrotecniche e, quando egli parlava, sul viso degli ascoltatori appariva un senso di soddisfazione perchè pregustavano la larghezza, profondità e chiarezza di pensiero fluentemente espressi ed illuminati da un'aureola di personale simpatia, raddolcita e maturata da una vita di studi e di esperienze.

«Il suo volume «Engineering Mathematics», è una superba opera didattica la quale c'indica come il maestro seppe sviscerare e piegare ai suoi scopi i misteri dell'infinito e dell'infinitesimo, sicchè di lui potrebbe ben ripetersi quanto Orazio in una sua ode lasciò scritto di Archita, di Taranto: «Mensorem coeli et terrae numeroque carentis arenae».

«Come dissi innanzi, desidero tentare di rappresentarvi la psiche di questo grande scienziato, psiche che a torto è generalmente ritenuta qualche cosa di anormale e di misterioso degna della penna di Walter Scott o di Victor Hugo; e sarà anche interessante premettere qualche particolare sui primi anni della sua vita, alcuni dei quali ho avuti dalla stessa sua bocca. Interesserà dunque sapere che lo Steinmetz nacque a Breslau in Germania, circa cinquantotto anni fa. All'età di quattro anni e mezzo Carlo Steinmetz fu inviato al giardino d'infanzia, ma vi rimase un solo giorno e con alte proteste non volle più tornarci, dichiarando che lo studio non era fatto per lui. Un anno dopo, un po' colle buone, un po' con le cattive, fu inviato alle scuole elementari ove cominciò ad attendere con qualche attenzione agli studi primari. Cosa veramente strana per l'insigne matematico in erba, dei numeri aveva un sacrosanto terrore e la tavola Pitagorica costituiva per lui, a quel tempo, un ostacolo insormontabile.

«In seguito frequentò il ginnasio classico e nel 1882 fu ammesso all'Università di Breslau. Seguendo le abitudini di questa Università dovette, oltre al proprio, assumere un nome speciale nel Club annesso a quel collegio e fu allora che ebbe il nome di Proteus e que-

sto nome, che egli ritenne pel resto della sua vita, fu anche consacrato ufficialmente nell'incartamenti di cittadinanza americana.

«Per quanto pratico nel campo tecnico, altrettanto idealista in politica, durante la sua permanenza all'Università fu acceso da vivo amore pel socialismo, contro il quale in Germania a quei tempi, il Governo faceva guerra ad oltranza. Poco prima di prendere la laurea egli si sostituì temporaneamente al direttore di un giornale socialista in seguito all'arresto di quello e sotto la propria direzione continuava a scrivere articoli violenti, sicché il giornale fu sospeso e gli editori e i gerenti furono imprigionati e deferiti a giudizio.

«I dirigenti dell'Università furono invitati ad usare tutto il loro rigore contro l'accesso studente, ma essi non adottarono misure di rigore, essendo lo Steinmetz un assoluto fenomeno d'intelligenza e nella Università generalmente amato. Si limitarono quindi ad usare paterni ammonimenti. Questi però non ebbero risultato alcuno, perché la propaganda socialista dello Steinmetz fu ancora più violenta ed efficace ed essendo stata dal Principe di Bismarck messa una taglia sulla testa del giovane ribelle a favore di chi lo avesse consegnato, vivo o morto, al Governo, egli decise di lasciare la Germania. Portatosi sul confine austriaco, con uno stratagemma, riuscì a varcarlo riprendendo presso un suo amico, ministro protestante. Indi passò a Zurigo ove si iscrisse a quel famoso Politecnico. Quivi visse con scarsissimi mezzi, tratti specialmente dalla scrittura di articoli geniali e dall'insegnamento. Durante la sua permanenza all'Università di Zurigo strinse amicizia con un giovane americano; questi fu richiamato dalla famiglia in America ed invitò il giovane Steinmetz a seguirlo, per tentare nella libera America meno avversa fortuna. Lo Steinmetz accettò e i due giovani presero la via di Havre in un disagiato treno di emigranti. La traversata oceanica Havre-New York fu anche compiuta nei terribili reparti speciali per emigranti, che, se oggi sono mediocri, in quei tempi erano addirittura terrorizzanti.

«Arrivato a New York nuove difficoltà dovea il giovane studente trovare presso le autorità d'immigrazione, che assolutamente si opponevano di ammettere negli Stati Uniti quell'omicciattolo deforme, col viso gonfio e, per giunta, senza il becco d'un quattrino. Fu per la energica azione dell'amico americano che Carlo Steinmetz con le mani vuote, ma con un inestimabile tesoro nella mente, poté sbarcare libero in New York dopo alcuni giorni di terribile ansietà spesi ad Ellis Island, la famosa isola delle lacrime, ove tanto spesso mi occorre assistere a scene pietose di intere famiglie respinte ai loro paesi nativi dopo inaudite sofferenze di viaggio e dopo aver tutto venduto nella loro patria per raggiungere la terra promessa d'America.

«Pochi giorni dopo il suo sbarco a New York Carlo Steinmetz si occupò presso la Ditta Rudolph Eickemeyer nella cittadina di Yonkers, sull'incantevole fiume Hudson.

«E qui mi si permetta una piccola digressione: ho detto il fiume Hudson perché sino a poco fa si credeva che Sir Hendrick Hudson ne fosse stato lo scopritore: ma fu recentemente dimostrato che il primo a risalire quello stupendo corso d'acqua fino alle sue sorgenti, fu il navigatore italiano Giovanni da Verazzano. D'altra parte è stato anche testè dimostrato che il primo a raggiungere le sorgenti del Mississippi sfidando i più forti rischi per dare a quei feroci Indiani le prime nozioni di cristiana civiltà, fu un eroico per quanto modesto missionario italiano di cui mi vergogno non rammentare in questo momento il nome.

«E qui cade anche opportuno deplorare il fatto che in Italia non sia universalmente noto come il primo e geniale inventore dell'elafono sia stato l'emigrato italiano in America, Antonio Meucci, dal quale l'Americano Bell, con sotterfugi, strappò il segreto, sostituendo sé al Meucci stesso, quale geniale autore di quella meravigliosa invenzione.

«Tutti questi fatti sono luminosamente dimostrati a base di documenti e nelle piazze di New York sono ricordi marmorei di sì illustri nostri concittadini e tutto ciò mi è stato possibile apprendere in America ove sono rimasto solo tre anni, e non in Italia, ove ho trascorso tutta la mia vita ed ove ho formato la mia cultura: il che prova ancora una volta come il geniale figlio d'Italia, destinato da Dio ad irradiare nel mondo ogni progresso di civiltà, combatte non per l'orgoglio di mostrare sul petto scintillanti medaglie, ma per la sola intima gioia di compiere il dovere, a cui la Volontà Divina lo ha destinato.

«Lo Steinmetz dunque nelle officine Eickemeyer fu messo nel reparto disegnatori; in quel tempo la Compagnia non costruiva che pochi motori e generatori di modeste dimensioni. All'arrivo dello Steinmetz volle tentare la costruzione dei motori per trazione e tutti i relativi disegni uscirono egregiamente dalle mani del giovane immigrato; la non usuale intelligenza di questo cominciava ad affermarsi per interessanti articoli pubblicati in giornali scientifici degli Stati Uniti e tedeschi specialmente sulla teoria delle correnti alternate; si credette quindi opportuno porre a sua disposizione adatti gabinetti di ricerche e fu qui che i primi interessanti studi sul magnetismo e sull'isteresi furono da lui compiuti. Cominciava quindi la sua fama a penetrare negli ambienti elettrotecnici di quel tempo, i quali giustamente lo proclamarono quale primo esempio di stretta relazione fra moderna scienza e moderna industria.

«Nel 1892 la General Electric Company rilevò le officine di Eickemeyer: Steinmetz, stimato la più preziosa parte della cessione, passò nel personale della General, ove è rimasto fino alla sua morte col titolo di Chief Consulting Engineer e ove divenne con la sua meravigliosa attività scientifica, un astro brillante nel firmamento dell'elettricità.

«Come si è accennato, ragioni politiche impedirono allo Steinmetz di prendere il diploma finale nell'Università di Breslau; gli fu

conferito invece nella Università Americana di Harvard nel 1902 sotto forma di diploma di Maestro in Arti. Il Presidente dell'Università, Carlo Elliot, nel consegnargli il diploma disse: «Io conferisco questo diploma a voi come al più grande Ingegnere Elettroicista degli Stati Uniti e forse di tutto il mondo».

«Le discipline filosofiche erano, al par di quelle matematiche, famigliarissime allo Steinmetz e nel 1903 conseguì nel famoso Union College, il titolo di Dottore in Filosofia: all'Union College restò connesso come Professore di Elettrotecnica ed indi di Elettrofisica e formava parte di numerosi consessi scientifici e filosofici.

«Fu anche Presidente dell'American Institute of Electrical Engineers nell'anno 1901-1902, dell'Illuminating Engineering Society nell'anno 1915-1916 e della National Association of Corporation Schools nell'anno 1915: sono queste le principali associazioni che si onorano avere lo Steinmetz alla Presidenza, ma molte altre ancora ebbero la fortuna di averlo in posti eminenti.

«Egli era a capo del più grande gabinetto scientifico del mondo, magnificamente equipaggiato e largamente finanziato: i risultati dei suoi lavori furono tali da sbalordire l'unico suo rivale in magia elettrica in America, Thomas Alva Edison. Questi giganteschi successi che renderebbero pieno di orgoglio qualunque animo mediocre, che ad essi fosse pervenuto specialmente a colpi di gomito, lasciavano del tutto indifferente lo Steinmetz il quale come tutte le anime veramente grandi e generose, era disprezzante di qualsiasi esteriorità, era semplice e forse anche umile.

«Per la sua alta posizione potea viaggiare con tutti gli agi inerenti al suo grado ma usava invece un trattamento modestissimo e spesso ripeteva: «che il viaggio più piacevole per lui era stato fra gli emigranti al tempo del suo avvento in America». Detto di poter egli paragonarsi ad Edison, rispose: «Edison è un inventore, io non sono che un semplice applicatore. Edison è il più grande Americano vivente».

«Acclamato anche grande quanto Guglielmo Marconi, ribatteva: «Egli è mio amico e della sua amicizia mi onoro perché egli è un genio, io non lo sono. Chi sono io? «soggiungeva», un uomo che fa dei gran conti, che prende delle grandi misure, che registra, coordina, applica. Le invenzioni di uomini come Edison e come Marconi sono le pietre miliari del mio successo».

«Egli avrebbe potuto pretendere dalla General Electric Company danaro nella misura che voleva poichè è ben noto che la fama di questa Compagnia nel mondo era collegata al nome di Steinmetz, ma niente di tutto ciò. Ad intervalli ritirava quel tanto che secondo lui, dovea bastare per un certo periodo ai bisogni della sua vita, che erano molto modesti e poi se alla fine rimaneva qualche dollaro in più, lo accreditava alla Compagnia nel seguente prelevamento. Soleva spesso dire al Presidente della General: «Io non desidero lavorare per la moneta. Lasciate che io prenda dalla cassa della Compagnia quanto mi serve, e se vi sembra che sia troppo, ditemelo. Se io penso al danaro, non posso lavorare bene. Fatemi una casetta ed un laboratorio, questo è quanto desidero».

«Non portava mai danaro sulla sua persona. Talvolta, finito il suo lavoro negli uffici tecnici della General, più che accettare cortesi inviti in eleganti automobili di qualche direttore preferiva tornare a casa in un semplice tram operaio e senza cappello e talvolta con le maniche della camicia rimboccate, era lieto confondersi fra i più umili operai: non avendo danaro da pagare il biglietto tramviario, dava la sua carta da visita, e la Società tramviaria pensava in seguito a farsì rimborsare dalla Compagnia.

«Per i suoi principi filosofici e politici costituiti da puro oro e non dalla feccia che caratterizza i mestieranti politici di oggi, aveva un gran sogno che lo animava; sollevare il genere umano dalle fatiche del lavoro pesante, manuale, col perfezionamento al più alto grado dei macchinari azionati dall'elettricità; il suo sogno era di trasformare e sfruttare le forze della natura tutta a vantaggio degli uomini. Ultimamente rese pubblica una concezione della sua vasta mente che cioè, nel 2023 gli uomini non saranno costretti a lavorare più di tre o quattro ore al giorno. L'odierna deficienza di mezzi sembrerà in quell'epoca una cosa strana perchè a tutto sarà largamente provveduto. Nere coltri di fumo non avvolgeranno più le città le quali saranno immacolate. Il carbone e il suo uso saranno per sempre finiti e tutto il calore, la forza, la luce artificiale, scaturiranno dall'elettricità.

«Era dunque un grande amore per il genere umano che accendeva la fiamma della sua volontà e del suo ingegno. Egli non fu esente da errori e da falsi giudizi, nessun uomo lo è: spinto e forse accecato dalle sue teorie filosofiche arrivò perfino a scrivere all'esecrato Lenin ponendo ai servigi della Russia bolscevica il suo smisurato ingegno; bisogna però aggiungere che il suo entusiasmo comunista era negli ultimi tempi quasi scomparso, dopo la dolorosa constatazione che teorie filosofiche purissime, nella pratica della vita altro non sono, che maschera alla umana perfidia.

«Il maestro era intensamente umano e amabile e invece di essere stizzito ed amareggiato dalla sua anomalia fisiologica, spese la sua vita nel sacrificarsi, servire, ed essere devoto ai suoi simili. In ciò il socialismo di Steinmetz deve considerarsi una sublime idealità.

«Quantunque autore di lavori spettacolosi si da poter ben esser definito un superuomo della moderna era elettrotecnica, lo Steinmetz ebbe un'anima informata a dolce poesia; l'amore per i fiori, l'amore per gli animali, la delicatezza per gli amici, ricordavano quasi il fratellino di Assisi.

«Era tenerissimo per i bambini e come Filippo Neri amava farsì coi fanciulli fanciullo ed apparteneva a parecchie associazioni per la

protezione e per l'istruzione di questi. Viveva con la famiglia Hayden, i bambini della quale erano da lui teneramente amati come propri figliuoli. Dopo la sua morte non fu altro trovato di sua proprietà che una vecchia automobile elettrica sulla quale nei momenti di ricreazione, soleva studiare possibili miglioramenti, ed una polizza di assicurazione di mille cinquecento dollari pari cioè a quella comune a tutti gli impiegati della General Electric Company.

«In gioventù un focoso Savonarola, nell'età matura un gigantesco indagatore dei fenomeni naturali, una semplicità, una umiltà e una carità francescana, *labor et gloria vita fuit*: ecco Steinmetz.

«Nell'epoca presente, caratterizzata spesso da basso scetticismo e nella quale, in questa decrepita Europa, ad eccezione dell'Italia, ogni idealità par che volga fatalmente all'ocaso, gioverà ricordare che spesso il maestro amava discorrere sulla piena concordanza tra scienza e fede: soleva egli spesso dire: «Gli uomini debbono credere in quel che conoscono, e, per quel che non conoscono, debbono credere in Dio». Steinmetz credeva in Dio».

Presidente: Ringrazia a nome suo e di tutti i Soci l'Ing. Ferrari della bella commemorazione. Rileva che se tutti gli elettrotecnici conoscono la potente spinta che al progresso dell'elettrotecnica ha dato lo Steinmetz nessuno dei presenti conosceva le sue grandi virtù morali. Ciò fa più acuto il dolore della sua scomparsa.

Da quindi la parola all'Ing. Focaccia.

Ing. Focaccia: Riferisce su di un suo metodo per la determinazione del fattore di potenza nei circuiti trifasi a carico squilibrato. Dopo averne riportata la teoria nota che le determinazioni sperimentali confermano strettamente le deduzioni teoriche. Invita il Presidente a voler disporre una seduta in cui si possa discutere ampiamente la questione del fattore di potenza negli impianti trifasi.

Presidente: Nota che la questione del fattore di potenza negli impianti elettrici è molto complessa: essa è stata affrontata da elettrotecnici come Arnò, Boucherot, Kapp, Barbagelata, ecc., senza che fino ad oggi si abbia avuto un orientamento pratico definitivo.

Prende in considerazione la richiesta dell'Ing. Focaccia e annunzia che è nelle sue intenzioni consacrare una seduta per illustrare i nuovi tipi di contatori elettrici che alcune Case costruttrici hanno recentemente posto in commercio per poter nella misurazione dell'energia tener conto del fattore di potenza.

La seduta è tolta alle ore 23.

* *

SEZIONE DI MILANO.

Lunedì 15 corrente questa Sezione riprese la discussione sugli argomenti trattati all'ultima Conferenza Internazionale di Parigi. Riferirono l'Ing. *Norsa* sul gruppo di memorie relative alla «Costruzione di linee aeree» e l'Ing. *Soldini* sul gruppo relativo ai «Conduttori elettrici».

Segui la discussione sotto la guida del presidente *Semenza*, alla quale parteciparono oltre ai relatori *Norsa* e *Soldini* i colleghi *Giorgi*, *Manfredi*, *M. Semenza*, *Sesini* ed altri.

L'uditorio, sempre numerosissimo ed attento, mostra con quale gradimento ed interesse siano accolte e seguite queste riunioni.

*

La sera del 20 corrente si ebbe la terza seduta. Il Prof. *Soleri*, venuto da Torino, riferì sul gruppo di memorie relative ai cavi e particolarmente sulle proposte di norme avanzate dagli olandesi, ricordando la breve discussione svoltasi in proposito a Parigi, illustrando la situazione odierna particolarmente nei riguardi della considerazione delle perdite nel dielettrico, e mostrando la necessità che della questione si discuta ampiamente per preparare una base razionale a future norme. Invitato dal Presidente *Semenza*, prese quindi la parola l'Ing. *Emanuelli* il quale espose considerazioni interessantissime sul carattere delle perdite nel dielettrico, ed accennò ad una proposta semplice e pratica da includersi in proposito nei capitoli e nelle norme. A chiusura dell'argomento il presidente si compiacque, a nome dell'assemblea, di aver potuto ascoltare le osservazioni dei due colleghi che sono gli esponenti tecnici delle due maggiori fabbriche italiane di cavi, le quali hanno saputo assicurare all'Italia un vero primato in questo particolare ramo dell'industria elettrotecnica.

Quindi lo stesso Prof. *Soleri* riassunse quanto si era fatto a Parigi nel campo delle comunicazioni fra centrali e si occupò particolarmente di una relazione svizzera, secondo la quale il problema delle comunicazioni telefoniche ad onde guidate sarebbe ormai tecnicamente risolto, cosicché la loro adozione sarebbe ormai questione puramente economica. Seguì una interessante conversazione a cui parteciparono, col Presidente, e col *Soleri*, i Colleghi *Campos*, *Perego*, *Carcano*, *Manfredi* ed altri.

* *

SEZIONE DI CATANIA.

Verbale dell'assemblea del 28 gennaio 1924

Ordine del Giorno:

- 1° Comunicazioni della Presidenza. Lavori della Sezione.
- 2° Ammissione di nuovi soci.
- 3° Rendiconto morale e finanziario 1923.
- 4° Elezioni, cariche vacanti del Consiglio Direttivo.
- 5° Regolamento interno della Sezione. Regolamento della biblioteca.

In 2ª convocazione sono presenti 26 soci.

Presiede il Vice-presidente Prof. Ernesto Drago.

Drago riassume brevemente il tenace lavoro da lui svolto nel suo primo anno di carica per dare alla Sezione una sede e metterla in grado di potere assolvere degnamente il suo compito a fianco delle fiorenti Sezioni consorelle.

Rileva l'incremento notevole dei soci in questo primo anno (31-12-1922, soci N. 46; 1-1-1924, soci N. 71) ed esprime la speranza che entro l'anno in corso si possa toccare il centinaio.

La Sezione si è costituita ex novo una biblioteca, che ogni giorno arricchisce di interessanti volumi, biblioteca unica a Catania, per il campo elettrotecnico, dove i cultori di tale disciplina possono seguirne lo sviluppo.

La Società Catanese di Eletticità ha messo a disposizione degli studiosi i suoi laboratori, le cabine di prova, tutto il suo materiale scientifico, oltre a essersi resa benemerita verso la Sezione, offrendole la sede nel suo stesso palazzo degli uffici.

Gite annuali verranno effettuate agli impianti idroelettrici della Sicilia; a norma del regolamento oltre che per le assemblee ordinarie annuali, la Sezione verrà mensilmente riunita per conferenze, discussioni tecniche, ecc.

Così, preannunzia che già parecchi volenterosi hanno chiesto di trattare nelle prossime riunioni degli argomenti interessanti.

Il Prof. Drago, terminate le comunicazioni presidenziali, dà la parola al Segretario Ing. Licciardello, che comunica all'Assemblea l'elenco dei nuovi soci per il 1924: *Di Stefano Dott. Luigi; Sorbello Ing. Antonino; Boggio Lera Prof. Enrico; Bellia Prof. Concetto; Buscemi Ing. Gaetano; Russo Ing. Felice; Toscano Sig. Francesco; Fichera Ing. Giambattista; Liberto Dott. Silvestro; Maresca Prof. Angelo.*

Nell'assenza del Cassiere Ing. Francesco Rapisardi, il Segretario, premesse poche parole sul lavoro svolto per riordinare il bilancio della Sezione, dà lettura del consuntivo 1923.

BILANCIO CONSUNTIVO AL 31-12-1923.

Entrate:

| | |
|---------------------------------|-------------------|
| Residuo attivo al 1-1-1923 | L. 1143,87 |
| Contributi soci per arretrati | » 1817,— |
| Contributi soci per l'anno 1923 | » 2805,— |
| Debitori diversi | » 1819,16 |
| TOTALE | L. 7585,03 |

Uscite:

| | |
|--|-------------------|
| Alla Sede Centrale a saldo contributi 1922 | L. 1000,— |
| » » » per contributo 1923 | » 2401,— |
| Abbonamenti a riviste e periodici | » 220,75 |
| Acquisto libri | » 934,— |
| Sottoscrizione onoranze Augusto Righi | » 50,— |
| » » Moisè Ascoli | » 50,— |
| Spese varie | » 164,05 |
| Creditori diversi | » 35,— |
| TOTALE | L. 4854,80 |
| Residuo attivo | » 2730,23 |
| TOTALE | L. 7585,03 |

Stato Patrimoniale:

| | |
|--------------------|-------------------|
| Esistenza in cassa | L. 946,07 |
| Saldo crediti | » 1784,16 |
| Libri e riviste | » 1154,75 |
| TOTALE | L. 3884,98 |

Terminata ed approvata la relazione di bilancio per il 1923, il Presidente comunica che sono da eleggere per completare il Consiglio Direttivo: 1 Consigliere; 1 Consigliere delegato al posto dell'Ing. Emerico Vismara che si è trasferito alla Sezione di Milano; 1 Vice-Segretario con funzioni di bibliotecario. Restano eletti:

Consigliere, l'Ing. *Gino Colajanni*;
Consigliere Delegato, l'Ing. *Giuseppe Patanè*;
Vice-Segretario, l'Ing. *Gaetano Buscomi*.

Il Segretario dà quindi lettura del regolamento interno della Sezione e del regolamento della biblioteca, che vengono approvati e che verranno quindi dati alle stampe.

Dopo di che, l'Assemblea è sciolta.

* *

Personalia

L'Ing. E. Soleri terrà al Politecnico di Torino un corso di Telefonia e Telegrafia, sviluppando particolarmente l'argomento della Telefonia a grande distanza.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La protezione contro le sovracorrenti e il nuovo settore lum.

Quelli dei nostri colleghi che seguirono le interessanti discussioni svoltesi l'anno scorso alla Sezione di Milano sulla regolarità e sulla continuità dell'esercizio degli impianti elettrici, avranno senza dubbio riportato l'impressione che, dal punto di vista dei dispositivi di protezione contro le sovracorrenti, i nostri impianti siano rimasti alquanto in arretrato. Nè la cosa può destare meraviglia se si considera in quali particolari condizioni, durante questi ultimi anni, in conseguenza della grande guerra, si sia sviluppata la nostra industria elettrica. Prima, le grandi, imprevedibili richieste di energia dell'industria bellica, poi lo squilibrio fra domanda e disponibilità derivante dal rallentamento subito, specie nei primi anni di guerra, nei lavori per nuovi impianti, ed aggravata da magre eccezionali, hanno fatto sì che i nostri esercenti abbiano dovuto preoccuparsi esclusivamente di produrre, rinviando ad un secondo tempo tutto quanto non era in modo assoluto indispensabile. Ma, evidentemente, non può essere questo che uno stato di cose del tutto transitorio. Nonostante già si vadano delineando non dubbi segni di miglioramento è certo che il servizio dell'energia elettrica si svolge oggi ancora in condizioni sensibilmente peggiori che nell'ante guerra e che sono oggi generalmente tollerate solo perchè la guerra ci ha abituati a irregolarità ed a limitazioni di ogni natura. Ed è quindi certo che in un non lontano avvenire si imporrà una revisione ed una sistemazione generale di tutto quanto può migliorare l'andamento del servizio, le cui condizioni vanno naturalmente facendosi sempre più difficili coll'estendersi dei collegamenti di reti e coll'aumentare delle potenze e delle energie in giuoco. Pensiamo quindi di fare cosa utile continuando a dare notizia nelle nostre recensioni di quanto si va facendo all'estero in tale campo, e ci auguriamo di poter quanto prima pubblicare una monografia organica sull'argomento.

Intanto siamo oggi lieti di poter dare una interessante primizia: la descrizione che l'Ing. PIVA fa del nuovo « settore » studiato dall'Ing. Modigliani a cui la nostra tecnica deve già più di un interessante apparecchio. Il nuovo settore, studiato dapprima per la protezione differenziale di più linee in parallelo, è poi apparso suscettibile di svariate ed interessantissime applicazioni, per effetto soprattutto di alcuni concetti e dispositivi sussidiari, in esso introdotti.

Ma, come il lettore vedrà, anche l'idea informatrice della disposizione cinematica fondamentale del nuovo apparecchio è veramente del più alto interesse. Ci auguriamo di poter dare presto buone notizie delle prime applicazioni del nuovo dispositivo di protezione che fa indubbiamente onore alla tecnica nazionale.

Una grande campata attraverso il Po.

L'Ing. NORSA di cui sono noti i recenti interessanti lavori sulla tecnica costruttiva delle linee aeree — lavori che furono più volte citati e lodati nella recente Conferenza internazionale di Parigi — ha presentato, a Parigi, la nota che oggi pubblichiamo, nella quale è descritta con ricchezza di particolari tecnici la grande campata con cui la linea a 130 000 V della « Interregionale » attraversa il Po, presso Piacenza. L'esposizione del Norsa fu seguita con grande interesse dal Consesso internazionale, e noi pensiamo che con pari interesse ne sarà ora letto il testo; vero corollario pratico degli studi dell'autore.

Criteri per l'insegnamento professionale.

Il Prof. OCCHIALINI ha esposto alla Sezione di Firenze, nella comunicazione di cui oggi pubblichiamo il testo, alcune interessanti osservazioni sui criteri da seguirsi nell'insegnamento professionale. Sarebbe veramente da augurarsi che la pubblicazione desse lo spunto ad un po' di discussione sull'organizzazione generale dell'insegnamento tecnico, argomento di grande attualità oggi, mentre, secondo la riforma Gentile si stanno predisponendo i nuovi regolamenti delle scuole di ingegneria. Molti lettori ricorderanno probabilmente le ampie ed interessanti discussioni che, sulla questione, si ebbero in addietro su questo giornale e senza dubbio gradirebbero ora, come gradirono in passato, un ampio dibattito su un problema che è alla base di tutto lo sviluppo tecnico del nostro Paese.

Il Catalogo della Biblioteca Centrale dell'A. E. I.

I più anziani fra i nostri Consoci ricordano certamente che la Biblioteca Centrale di periodici dell'Associazione ebbe origine dai primi « cambi » fra gli Atti dell'A. E. I. ed i giornali stranieri; i quali cambi, iniziati nel 1899 (Presidenza Colombo) e accresciuti nel triennio successivo (Presidenza Grassi), furono organizzati sistematicamente sotto la Presidenza Ascoli (1903-05), durante la quale cominciò anche il servizio di prestito alle varie Sezioni. Tuttavia, gli inconvenienti connessi con i frequenti cambiamenti di sede dettero presto origine a dispersioni e lacune di notevole importanza; sopraggiunta la guerra europea, la quasi totalità dei periodici stranieri sospese gli invii o cessò le pubblicazioni. L'attuale presidenza della Sezione di Roma (alla quale Sezione fu affidata nel 1911 la custodia della B. C.) si preoccupò fin dal 1921 della necessità di riordinare le collezioni, riallacciare i cambi e colmare le grandi lacune che le serie presentavano; ed ebbe la fortuna di rivolgersi, per questo lavoro, ad uno dei suoi Soci più anziani e benemeriti, il Dott. Comm. A. Candeli, che più tardi il Consiglio Generale dell'Associazione nominava Bibliotecario Centrale.

Con una competenza ed una diligenza veramente ammirabili, spinto da null'altro che dal desiderio di far cosa utile all'Associazione, il Candeli si pose all'opera verso la fine del 1921, cominciando da un minuzioso inventario generale di tutto ciò che la B. C. possedeva. Furono subito iniziate le pratiche per il ricupero dei numerosissimi fascicoli mancanti, per il ripristino degli scambi antichi e per l'allacciamento di nuovi cambi con periodici che si occupassero di elettrotecnica o di argomenti affini; e attraverso una laboriosissima corrispondenza, il lavoro può dirsi ormai a buon punto.

Sono ormai più che mille i fascicoli arretrati recuperati, oltre annate intere di taluni periodici e quasi tutto a titolo gratuito; una quarantina di cambi nuovi ha completato assai opportunamente la raccolta; della quale pubblichiamo nel presente fascicolo il catalogo completo redatto in forma molto succinta, contenente i nomi dei periodici e la indicazione, per ciascun periodico, delle annate disponibili.

Il lavoro di ricupero e di completamento continua tutt'ora intensamente, e daremo a suo tempo notizia dei risultati conseguiti sotto forma di aggiornamenti del Catalogo; ma il più è fatto, e costituisce per il Comm. Candeli un titolo veramente grande di benemerita verso la nostra Associazione, come già il Consiglio Generale ha avuto occasione di riconoscere.

LA REDAZIONE.

UNA CAMPATA DI 900 METRI IN UNA LINEA A 130 000 VOLT ⁽¹⁾ □ □ □ □

RENZO NORSA

1. — Uno dei problemi che si presentano nella costruzione delle grandi linee di trasmissione è quello dell'attraversamento di importanti fiumi, i quali richiedono ampie campate e quindi esigono tipi speciali sia per i pali che per i conduttori, per gli isolatori, ecc.

Tanto in America che in Europa vi sono già parecchi di tali attraversamenti.

In Italia, il più interessante per la lunghezza della campata, le tensioni meccaniche adottate e l'importanza della linea, è forse oggidi l'attraversamento del Po presso Piacenza con la conduttura a 130 kV della Società Elettrica Interregionale, costruito nel 1922.

Il Po era stato già prima attraversato in una sola campata con altre condutture elettriche.

Vi è per esempio l'attraversamento presso Valenza di una linea a 23 kV della Società Imprese Elettriche del Piemonte Orientale (1910) con una campata di 560 m e quello di Calsalmaggiore di una linea a 33 kV della Società Emiliana d'Esercizi Elettrici (1908) che si effettua con una sola campata di 782 m.

Vi sono poi altre condutture che passano il Po anche in località dove il letto del fiume è più largo; citiamo le due linee della Società Generale Elettrica dell'Adamello che attraversano il Po, l'una a Piacenza, l'altra vicino a Cremona, i quali attraversamenti sono però effettuati con un supporto intermedio piantato nel letto del fiume.

L'attraversamento con la linea a 130 kV della Società Elettrica Interregionale è stato studiato per sei conduttori e consta di una sola campata di 883 m.

2. — Premettiamo alcuni cenni sulla conduttura di cui fa parte l'attraversamento che vogliamo descrivere.

Si tratta di una linea ad altissima tensione (130 kV) da Brughiero (Milano) a Reggio Emilia, la quale collega centrali alpine ed appenniniche, permettendo così degli scambi d'energia fra bacini idraulici a regime complementare ⁽²⁾.

La linea, che ha uno sviluppo di circa 150 km, si svolge nella Lombardia e nell'Emilia, ed è costruita con campate normali di 200 m e pali a traliccio.

I pali di sospensione sono alti 22 m; a distanze opportune sono intercalati pali d'amarraggio e di semiamarraggio.

I sostegni portano tre conduttori di rame, e cioè tre corde a 19 fili aventi un diametro di 13,5 mm e una sezione di 109 mm².

Sulla punta dei supporti è fissato un filo di guardia, e cioè una corda d'acciaio dolce zincato, avente un diametro di 9 mm e una sezione di 50 mm².

La linea è ad isolatori sospesi; le catene di sospensione sono ad 8 elementi e quelle di amarraggio e semiamarraggio a 9 elementi. In fondo ad ogni catena, per migliorare la ripartizione del potenziale, è stato disposto un disco in ferro zincato.

Le fondazioni di calcestruzzo sono formate, per i pali di sospensione, da due muretti con platea unica, e per i pali d'amarraggio da un blocco parallelepipedo svuotato, riempito di terra e poggiante su una platea più grande.

3. — Nello scegliere la località di attraversamento (la quale, data la direzione della linea, doveva essere nelle vicinanze di Piacenza) si è cercato di evitare la città ed il tratto di fiume subito a valle di questa, ove vi è il progetto di un porto.

La località che è sembrata più opportuna è ad est di Piacenza, abbastanza lontano dalla città e cioè a un po' meno di un chilometro dal ponte della ferrovia (linea Milano-Bologna).

4. — Data l'ampiezza della campata, per non avere frecce eccessive bisognava dare ai conduttori una notevole ten-

sione: occorre quindi ricorrere a un metallo ad elevata resistenza meccanica.

Sotto questo aspetto, l'acciaio presenta grandi vantaggi, permettendo l'impiego di conduttori di piccolo diametro, sui quali l'effetto del vento è ridotto al minimo.

È noto che si trovano attualmente in commercio fili d'acciaio con carichi di rottura di 180 kg per mm² e anche maggiori; per l'attraversamento di cui stiamo parlando, si è però preferito limitarsi a un carico di rottura di 140 kg per mm²; alle prove tale acciaio ha dato un allungamento alla rottura di circa il 7 %.

Ma per la elevata resistenza elettrica di questo metallo, adoperando delle treccie di solo acciaio e di sezione uguale a quella del conduttore normale (109 mm²), si avrebbe avuto nel solo attraversamento una perdita di 90 kW circa con la corrente di pieno carico.

Per diminuire questa perdita, il cavo d'acciaio è stato ricoperto con uno strato di fili d'alluminio.

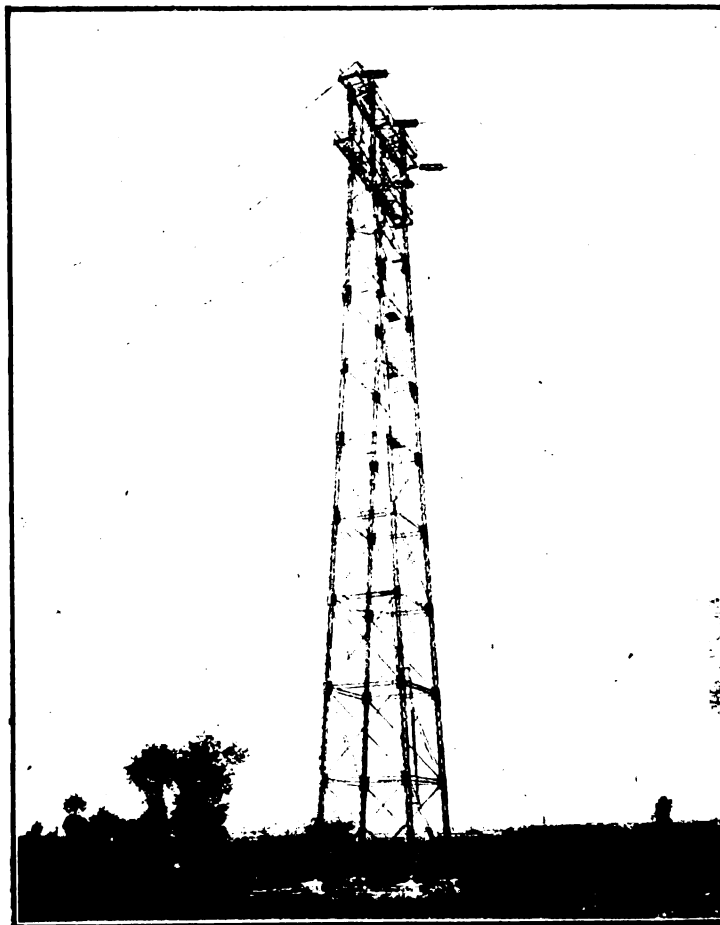


Fig. 1.

La sezione d'alluminio adottata è di 103 mm² e quella di acciaio di 109 mm²; col ricoprimento in alluminio, le perdite elettriche dell'attraversamento si son ridotte a meno di 1/7.

Evidentemente si sarebbe potuto impiegare una maggior sezione di alluminio; e infatti i tipi normali di cavo alluminio-acciaio sono di solito o a 7 fili di ugual diametro con l'anima costituita da un filo d'acciaio, oppure a 37 fili con l'anima formata da una corda d'acciaio a 7 fili; in questi tipi la sezione di acciaio varia dunque da 1/5 a 1/7 della sezione complessiva del cavo, mentre nel caso nostro ne costituisce la metà.

Per l'attraversamento del Po si è però creduto opportuno accontentarsi di una minor proporzione d'alluminio, per non avere un conduttore di diametro troppo grande, sul quale il vento avrebbe esercitato un'azione notevole.

La perdita in questione non è d'altronde che il 0,04 % circa della potenza che potrà venir trasportata dalla linea, e vi è anche la possibilità di ridurla ulteriormente, quando verrà installata la seconda terna.

5. — Il conduttore adottato consta dunque di un'anima d'acciaio a 19 fili, ciascuno del diametro di 27/10, e di una corona di 18 fili d'alluminio dello stesso diametro; il peso del cavo è di 1,18 kg per metro lineare.

⁽¹⁾ Comunicazione alla «Conférence Internationale des Grands Réseaux de Transport d'Énergie Électrique à très Haute Tension», Parigi, novembre 1923.

⁽²⁾ Vedasi la relazione dell'Autore su «Le grandi reti di trasmissione e di giunzione in Italia», presentata alla «Conférence Internationale des Grands Réseaux» di Parigi, novembre 1921, e pubblicata ne *L'Elettrotecnica*, 25 febbraio e 5 marzo 1922.

La resistenza complessiva alla rottura è di più di 15,000 chilogrammi.

Nello stabilire le ipotesi per il calcolo delle frecce e delle tensioni da dare ai conduttori, si son dovute naturalmente seguire le prescrizioni del Genio Civile al quale, come è noto, è riservata l'autorizzazione degli attraversamenti di linee elettriche con fiumi, strade importanti, ecc.

Il Genio Civile ha dunque prescritto per i conduttori un coefficiente di sicurezza 4, rispetto alla rottura, alla temperatura minima della regione e con vento in direzione normale alla linea di 150 kg per m² di superficie piana o di 75 kg per m² di sezione longitudinale dei conduttori.

Quanto al sistema di calcolo, il Genio Civile ha prescritto che si considerasse la sola anima di acciaio, non tenendo conto della resistenza meccanica dell'alluminio e cioè considerando lo strato esterno di questo metallo solo come un peso sopportato dal cavo d'acciaio.

Nelle suddette ipotesi, e cioè supponendo una tensione massima nel cavo di 3700 kg, nelle condizioni di vento orizzontale e perpendicolare alla linea con pressione di 150 kg/m² e temperatura minima di - 12° C, la freccia massima alla temperatura di + 40° C senza sovraccarico è di un po' più di 50 m: la tensione corrispondente è allora di circa 2400 kg.

Si è anche fatto il calcolo seguendo il procedimento adottato di solito per i cavi bimetallici: è noto che le costanti

intermedi sarebbero così divenuti semplici pali di sospensione e non avrebbero dovuto resistere che a sforzi assai moderati.

Questa soluzione presenta però qualche inconveniente. Data la grande differenza di ampiezza fra la campata centrale e le laterali, a ogni cambiamento di temperatura, le catene di isolatori avrebbero subito degli spostamenti.

Per evitare questo inconveniente, si era pensato di far passare il conduttore nella gola di una puleggia appesa alla catena di isolatori; al variare della tensione del cavo, il conduttore poteva allora scorrere entro la gola della puleggia stessa, ma si è temuto che per lo sfregamento del conduttore contro le pareti della gola, lo strato esterno d'alluminio potesse andar soggetto a un troppo rapido consumo.

Si è dunque preferito amarrare direttamente il cavo ai due estremi della campata di 883 m; si aveva così anche il vantaggio di ridurre la lunghezza del conduttore speciale e le relative perdite ohmiche.

Per vari motivi si sono anche scartate altre disposizioni colle quali era possibile diminuire il momento di rovesciamento dei pali (venti tesi da terra sino ai conduttori d'attraversamento o alla cima dei sostegni; contrappesi attaccati ai conduttori, ecc.).

7. — Poichè si prevede in avvenire il raddoppiamento della linea, si sono calcolate e costruite le torri di attraversa-



Fig. 2.

meccaniche ed elettriche dei cavi misti dipendono dalle analoghe costanti dei metalli componenti e dalle rispettive proporzioni dei metalli stessi nella sezione complessiva ⁽³⁾. Con tale sistema, adottando le ipotesi sopra riferite e sempre supponendo una tensione di 3700 kg nelle condizioni più sfavorevoli, si sono raggiunti risultati analoghi a quelli ottenuti con l'altro metodo di calcolo.

6. — In causa della notevole freccia i pali comprendenti la campata di 883 m dovevano essere molto alti; si rendeva perciò opportuno prendere in considerazione le varie disposizioni costruttive che si sarebbero potute adottare.

Per diminuire il peso dei pali, si era pensato dapprima di completare l'attraversamento con l'aggiunta di due campate laterali da 250 m ciascuna, estendendo a tali campate l'impiego del cavo bimetallico.

Si sarebbe potuto allora amarrare il conduttore misto ai due sostegni d'estremità dell'attraversamento, sostegni che, data l'ampiezza relativamente piccola delle campate laterali, sarebbero riusciti di modesta altezza (22 m circa); i sostegni

mento per 6 conduttori (per il momento ne sono installati 4, di cui uno di riserva).

L'ampiezza della campata, assai più che l'alto potenziale, consigliava una notevole distanza fra i conduttori; quella adottata è di 6 m.

Si è poi scelta la disposizione dei conduttori su due piani orizzontali (tre sopra e tre sotto) ciò che ha permesso di ridurre un poco l'altezza dei sostegni. I conduttori più alti sono spostati orizzontalmente di un metro rispetto a quelli più bassi.

Come si vede nelle figure, i conduttori centrali attraversano i pali da una parte all'altra; si son perciò lasciate nei pali stessi delle aperture abbastanza ampie per mantenere una distanza sufficiente fra i conduttori stessi e le membrature metalliche. Per tutte queste considerazioni, si è adottato un sostegno del tipo indicato nel disegno.

Per i montanti e per le aste orizzontali, in considerazione dei notevoli sforzi di flessione-pressione, si è adottata una sezione formata da quattro angolari posti a distanza opportuna e collegati da un leggero traliccio.

Le aste oblique, che formano un sistema doppio, sono state calcolate per i soli sforzi di trazione e si è adottata una sezione formata da due ferri a C.

Veniamo alle ipotesi per il calcolo dei sostegni.

Anche queste si son dovute stabilire, come per i conduttori, seguendo le prescrizioni del Genio Civile. Si è supposto ancora un vento orizzontale e normale alla linea di 150 kg per m² di superficie piana, di più si è supposto che metà dei conduttori (3) fossero rotti nelle campate adiacenti a quella di attraversamento.

⁽³⁾ Il modulo d'elasticità fittizio del cavo misto è stato calcolato con la formula $M = MaXa + MfXf$, dove Ma e Mf sono i moduli d'elasticità dell'alluminio e dell'acciaio e Xa e Xf le proporzioni dei due metalli rispetto alla sezione complessiva. Analogamente il coefficiente di dilatazione fittizio è stato calcolato con la formula:

$$\frac{\alpha_a X_a M_a + \alpha_f X_f M_f}{X_a M_a + X_f M_f}$$

dove α_a e α_f sono i rispettivi coefficienti di dilatazione dei due metalli.

SOCIETÀ ELETTRICA INTERREGIONALE - MILANO
 Torri per l'attraversamento del Po a Piacenza
 Campata 883 m - 6 conduttori - 125 kV

Diagrammi per la determinazione degli sforzi nelle membrane

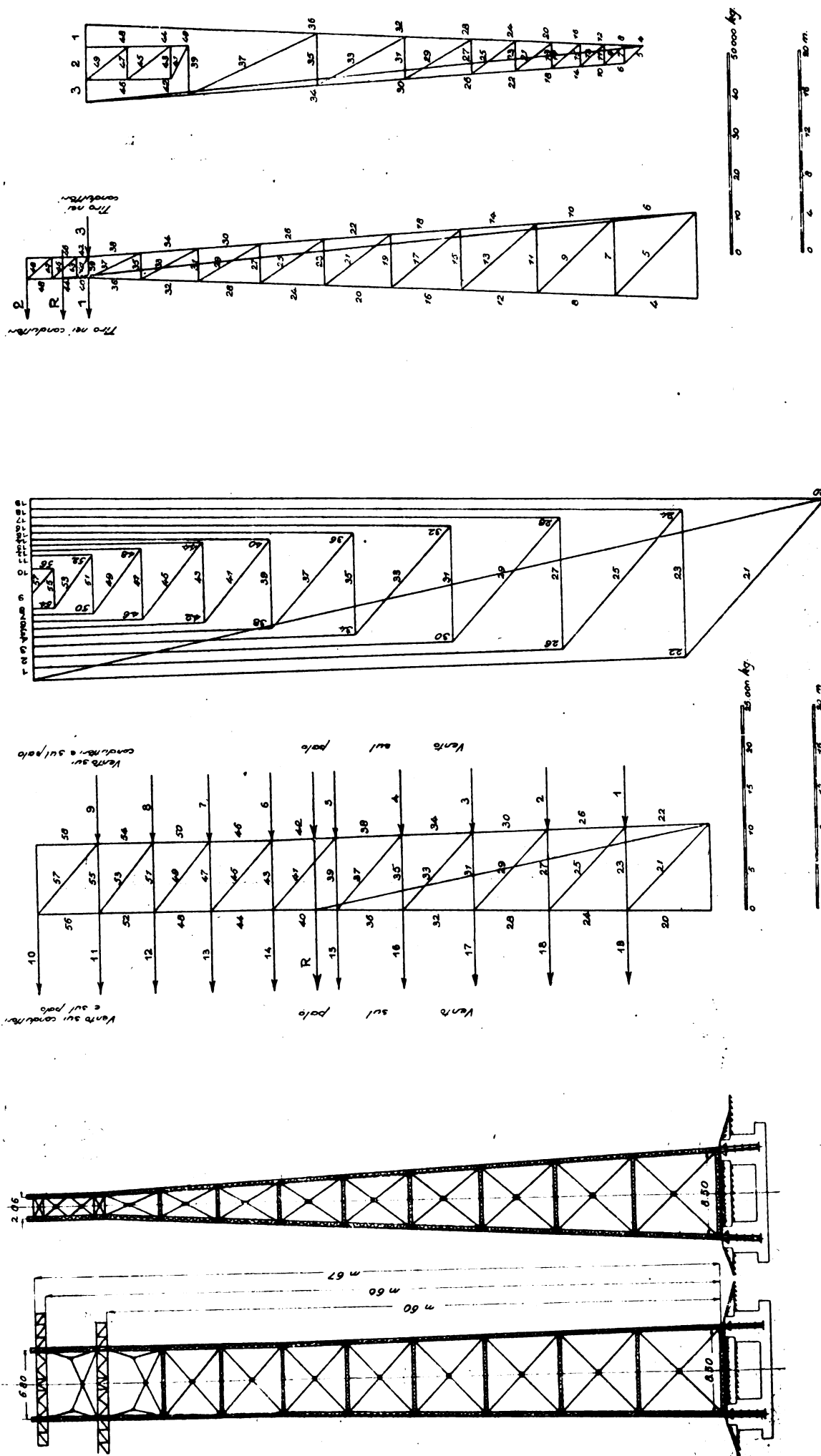


Fig. 3.

Le forze agenti sono dunque: a) il vento sul palo; b) il vento sui conduttori, in ragione di 75 kg per m² di sezione meridiana; c) per tre conduttori, la tensione massima che è di 3700 kg per ciascun conduttore; d) per gli altri tre conduttori, la differenza fra la tensione dei conduttori d'attraversamento (3700 kg) e di quelli di linea (circa un migliaio di kg); e) per i montanti infine, si è anche tenuto conto del peso del palo e di quello dei conduttori con isolatori e accessori.

Il coefficiente di sicurezza adottato per i montanti è di 2,5 circa, rispetto alla formula di Tetmajer. Per le sbarre orizzontali e i tralicci si sono poi scelte sezioni tali da avere non solo dei coefficienti di sicurezza sufficienti, ma anche da rendere l'insieme della costruzione ben rigido.

I dettagli costruttivi risultano abbastanza bene dalle fotografie; ci limiteremo a far rilevare ancora che le traverse che portano i conduttori sono delle vere passerelle, facilmente accessibili per mezzo di una scaletta in ferro disposta all'interno del palo, con pianerottoli ogni cinque o sei metri.

Il peso totale di una torre è di 55 tonnellate circa.

Abbiamo già detto che i tre conduttori superiori non sono al di sopra dei tre inferiori, ma spostati; le mensole sono perciò di diversa lunghezza, come si vede dalle figure, e disposte asimmetricamente.

Tutta la costruzione è robusta e, come abbiamo già detto, calcolata con sufficiente sicurezza. I due tronchi più alti sono zincati col processo Schoop, i tronchi inferiori sono verniciati (tre mani).

Nell'annessa tavola abbiamo riprodotto i diagrammi degli sforzi nei montanti e nei tralicci, tanto per la faccia parallela che per quella perpendicolare alla linea.

8. — Per sopportare le forti tensioni meccaniche dei conduttori d'attraversamento, si sono adottate per ciascun conduttore tre catene di isolatori in parallelo, collegate, dalla parte del palo, da due piastre triangolari di ferro, fra le quali sono strette tre potenti molle cilindriche, e unite dall'altra parte, cioè verso il conduttore, per mezzo di un giogo a tre branche di ferro fucinato.

Gli isolatori sono di tipo americano e alle prove meccaniche hanno dato una resistenza di 7000 kg e più. La sicurezza dell'insieme è dunque molto notevole.

9. — Le fondazioni dei sostegni sono costituite da quattro blocchi di calcestruzzo (un blocco per montante) con unica platea di base. Ogni blocco ha una sezione di 3 × 3 m e una profondità di 2,5 m; la platea ha una superficie d'appoggio di 13,50 × 13,50 m e l'altezza di un metro; il volume complessivo di calcestruzzo impiegato è per ogni fondazione di 265 metri cubi.

Per il calcolo si sono considerati i quattro blocchi separatamente, supponendo collegata tutt'attorno a ciascuno d'essi una striscia di platea larga un metro.

Nelle peggiori condizioni, la pressione massima sulla superficie d'appoggio è per i blocchi compressi, di 1,7 kg per cm² non tenendo conto della resistenza del terreno laterale; per i blocchi tesi, sempre trascurando la resistenza del terreno laterale, si ha un coefficiente di stabilità di circa 1. Naturalmente queste condizioni risultano molto migliorate, se si considera l'insieme della fondazione con la platea unica.

Qualche lieve difficoltà dovette esser superata durante la costruzione. Era stata scelta per i lavori l'epoca della magra del Po, ma in seguito a piogge eccezionali ed abbondanti, un rialzo notevole del pelo dell'acqua si verificò ben prima dell'epoca consueta. Gli scavi furono allagati, e si dovette perciò ricorrere all'impiego di pompe.

I maggiori inconvenienti furono dovuti alla presenza dell'acqua nella fondazione in sponda sinistra. Per questa fondazione, per quanto se ne fosse un poco ridotta la profondità e si fossero lasciate le pompe continuamente in azione, si ebbe ragione di temere che il calcestruzzo della parte inferiore della platea, per effetto dell'acqua, non fosse riuscito ben compatto e coerente; si credette perciò necessario collegare ulteriormente i vari blocchi con quattro travi in cemento armato.

10. — Poche parole ancora sull'erezione delle torri e sulla tesatura dei conduttori.

L'erezione fu abbastanza facile; ogni montante, ogni asta di traliccio vennero montati separatamente.

Furono dapprima fissati i montanti alle fondazioni, nelle quali si erano appositamente lasciati quattro vani, che vennero indi riempiti di calcestruzzo. Si completò poi la base del palo con quattro robuste membrature orizzontali poggianti sulla fondazione, dopo di che si procedette all'erezione del palo pro-

priamente detto, tronco per tronco, mettendo prima a posto i montanti, poi le aste orizzontali e infine i tralicci.

Terminato il montaggio di un tronco, per l'erezione del tronco successivo si costituiva al di sopra di questo con travi di ferro e tavole di legno poggianti sulle aste orizzontali superiori una specie di piattaforma di lavoro. Le traverse portanti i conduttori sono state montate ognuna in tre pezzi; prima la parte centrale, e poi le mensole.

Il peso del pezzo di montaggio più pesante è risultato di 14 quintali. Prima della tesatura dei conduttori sono stati montati gli isolatori; l'insieme di tre catene coi relativi gioghi metallici e le molle pesa 300 kg circa.

I conduttori sono stati montati uno alla volta. Siccome all'epoca della tesatura lo specchio d'acqua non occupava che un terzo circa del letto del fiume, in vicinanza della sponda destra, si son trasportate le bobine vicino al palo in sponda sinistra e si è svolto il conduttore sul terreno fino a raggiungere l'acqua.

Si è allora collegato il cavo bimetallico con un comune cavo d'acciaio. La tesatura si è poi fatta dall'estremità libera del cavo d'acciaio.

Per evitare che il conduttore cadesse nell'acqua e venisse danneggiato strusciando contro il fondo sabbioso del fiume, lo si è sostenuto durante la tesatura per mezzo di barche scagliate a distanza opportuna.

I pali sono stati costruiti dalla Ditta Ing. Aldo Gianni di Milano.

Desidero ringraziare la signorina Ing. Maria Artini che, oltre ad aver eseguito i calcoli dell'attraversamento, ha aiutato a compilare la presente relazione; gli Ingg. C. Mazza e E. Semenza, e il Sig. P. Diamanti che hanno diretto l'erezione delle torri e la tesatura dei conduttori.

IL SELETTORE "IUM", E LE SUE APPLICAZIONI NEGLI IMPIANTI ELETTRICI □

A. C. PIVA

1. - Principio e disposizione generale.

È nota l'importanza dei relais di diverso tipo adottati negli impianti elettrici per far aprire gli interruttori automatici allo scopo di eliminare le parti d'impianto eventualmente danneggiate. I tipi di relais oggi in uso sono moltissimi e molti di essi in molti casi possono funzionare bene al momento di un guasto. Il Selettore Ium che può considerarsi solo sotto certi aspetti come un insieme di relais, è stato ideato per risolvere alcuni problemi di protezione di linea o di parti di impianto, non risolti dagli apparecchi esistenti.

Il selettore Ium è basato su un principio non adottato prima di ora e, per certe applicazioni, richiede il cambiamento di alcuni concetti sulla protezione delle linee.

Vediamo prima il funzionamento di un selettore elementare, ne vedremo poi le possibili applicazioni.

In quello che segue si chiamerà:

selettore elementare (s. e.) l'apparecchio che viene inserito sopra un singolo conduttore;

selettore di fase (s. f.) o di linea (s. l.) il raggruppamento dei diversi s. e. di una stessa fase o di una stessa linea;

selettore generale (s. g.) l'insieme di tutti i s. f. o s. l. e di tutti gli altri dispositivi occorrenti al funzionamento e che compongono la protezione totale dei gruppi di linee o parti di impianti da proteggere. Un s. e. (fig. 1) comprende:

un disco di rame *d*,

un magnete *MV* percorso dalla corrente voltmetrica della linea da proteggere,

un magnete *MA* percorso dalla corrente stessa che percorre il conduttore da proteggere,

un magnete di freno *MF*.

Questi quattro organi sono collegati tra loro come i corrispondenti di un contatore wattometrico, ma ne differiscono grandemente per le dimensioni e per la coppia motrice che ne risulta durante il funzionamento.

Il disco *d* è montato su un albero verticale diviso in due pezzi da un giunto *G* il quale permette il sollevamento della parte superiore, pur mantenendola solidale con la parte inferiore.

La vite senza fine *v*, a mezzo della ruota *rv* trascina la

sterà di 12 s. e. (uno per conduttore), di quattro contattismi e di un apparecchio di tempo, come organi assolutamente necessari. I 12 s. e. verranno riuniti in tre s. di fase di quattro s. e. cadauno, riunendo in uno stesso selettore di fase i

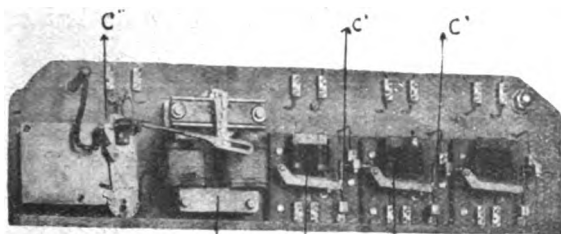


Fig. 2.

quattro s. e. dei quattro conduttori appartenenti alla stessa fase.

Il selettore generale in *P* sarà montato in modo che i dischi girino nel senso positivo e quello in *R* invece in modo che girino nel senso negativo.

Se avviene sopra un conduttore qualsiasi un guasto tale da produrre una variazione di corrente di oltre il 20 % della corrente normale, i due s. e. posti alle due estremità di questo conduttore funzioneranno chiudendo i contatti *c*, perchè quello montato dalla parte di *R* che gira negativo, sarà traversato da una corrente o diminuita o invertita di senso. Tanto in *P* che in *R* la chiusura dei contatti *c*, chiudendo un circuito ausiliario, produce il funzionamento dei tre apparecchi di blocco, del contattismo relativo che chiude il contatto *C'*, e del magnete di tempo *MT* che produce, dopo il numero dei secondi prestabilito, la chiusura del contatto *C''* e quindi l'invio di una corrente nella bobina di apertura dell'interruttore a cui fa capo il conduttore su cui si è verificato il guasto.

Ricordiamo che appena chiuso il contatto *c* il passaggio della corrente delle bobine di blocco *MB* aziona i tre alberi *H* cosicchè viene segnalato in modo permanente il s. e. che ha funzionato; e in pari tempo si impedisce la chiusura di un altro qualsiasi dei contatti *c*, ossia si impedisce l'apertura di un altro qualsiasi degli interruttori. Appena si sia isolato il conduttore guasto con l'apertura dell'interruttore, il s. e. che aveva funzionato si riabbassa e, il contattismo, il magnete di tempo e il magnete di blocco ritornano alla loro posizione iniziale con risultato che:

- la linea guasta è stata isolata alle due estremità,
- i s. e. relativi si arrestano,
- le linee restano in servizio,
- i due s. g. sono pronti a proteggere ancora il servizio senza aver richiesto l'intervento di nessuno e,
- alle due estremità è stato segnalato quale è stato il conduttore che ha provocato l'apertura dell'interruttore.

Se il fascio di trasporto fosse costituito da molte terne in parallelo e il guasto, come avviene a volte, fosse assai complesso interessando parecchi conduttori, si solleverebbe il s. e. del conduttore più guasto, ossia più squilibrato, tenendo intanto bloccati gli altri s. e., e dopo gli *n* secondi prestabiliti dall'apparecchio a tempo, si aprirebbe l'interruttore relativo. Subito dopo questa apertura si bloccherebbe tutti i s. e. dei conduttori restati in servizio e, nel caso di persistenza di guasto, funzionerebbe il s. e. del conduttore più squilibrato ripetendo il giuoco di prima, e ogni *n* secondi si aprirebbe un interruttore eliminando una linea sino alla eliminazione totale dei conduttori difettosi. Questa eliminazione avviene così automaticamente, nello stesso modo nel quale potrebbe farla il più abile degli elettricisti.

Come detto sopra, in caso di guasto, il selettore indica il conduttore sul quale il difetto si è prodotto; ma facciamo osservare che viene segnalato nello stesso modo anche il conduttore in cui il difetto è di durata inferiore agli *n* secondi, prefissati nell'apparecchio a tempo, perchè la segnalazione avviene appena si forma il contatto *c* e anche se la durata di questo è minima. Poichè la chiusura del contatto *c* mette in funzione un richiamo acustico, il personale di sorveglianza è avvisato appena comincia a manifestarsi un difetto e sa subito

anche qual'è il conduttore interessato. In ogni caso, e cioè tanto che il difetto sia di durata minima (per es. contatto con rami d'albero) o più grave, tanto da portare all'apertura dell'interruttore, il personale dovrà riportare la segnalazione alla posizione iniziale. Noi riteniamo che se tutte queste segnalazioni, sia dei difetti piccolissimi che dei più gravi, saranno registrate e accuratamente esaminate, potranno indicare, a volte con sicurezza, rimedi da prendersi per evitare il ripetersi del difetto.

Il funzionamento dei relais oggi normalmente in uso dà pochissima guida per la ricerca del difetto, perchè ha generalmente luogo solo per i casi gravi e cioè con l'apertura degli interruttori e, anche in questo caso, non si conosce il conduttore difettoso, ma solo la terna a cui questo appartiene.

Tra i casi di linea in parallelo alle due estremità è di particolare importanza quello in cui il fascio costituito da due o più linee debba essere percorso dall'energia alternativamente nei due sensi; questo è sovente il caso delle linee riunenti due reti che si scambino tra loro l'energia. L'installazione si fa esattamente come nel caso di sopra, e, considerando lo stesso schema, quando l'energia fluisce da *P* a *R*, i s. e. girano in *P* in senso positivo, atti quindi a funzionare per aumento di corrente, mentre in *R* girano invece nel senso negativo e sono quindi pronti a funzionare per diminuzioni di corrente o rovesciamento nel

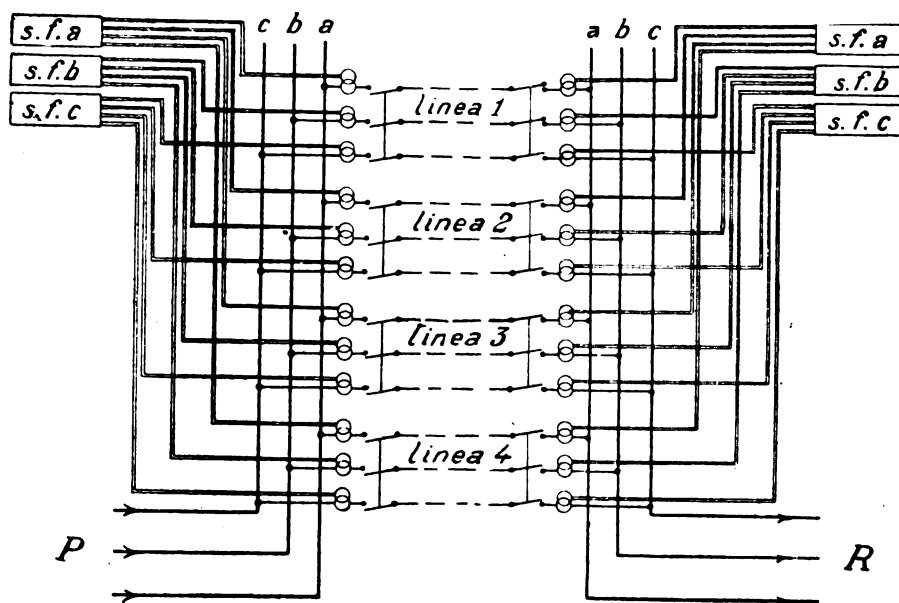


Fig. 3.

senso di energia: il funzionamento dei selettori alle due estremità è quello necessario a ben proteggere la linea.

Se la trasmissione di energia cambia di senso e l'energia fluisce da *R* a *P*, tutti i s. e. cambieranno pure senso di rotazione e quelli in *R* gireranno positivi e quelli in *P* negativi e l'azione protettiva data dai due selettori avverrà ancora esattamente come nel caso precedente.

Nei casi considerati il montaggio delle diverse parti costituenti tutto il sistema, è fatto in modo che se l'esercente desidera togliere dal servizio una linea, la quale normalmente fa parte del fascio che lavora in parallelo, per adibirli ad altro servizio, basta che manovri un apposito commutatore di forma speciale inserito sui circuiti secondari dei riduttori di corrente, costituito in modo da non lasciare mai questi in circuito aperto.

Se un esercente ha molte linee componenti il fascio generale e vuole occasionalmente suddividere il servizio in due o tre servizi separati, può farlo in pochissimi secondi interrompendo gli alberi *D* a mezzo di pezzi *P* (fig. 1) appositamente disposti, e ognuno dei gruppi così risultanti resta protetto come prima.

Dobbiamo infine osservare che, nella sua applicazione pratica, l'uso dell'apparecchio è molto più semplice di quello che possa sembrare da quanto sopra: per es. non è necessario, è anzi perfettamente inutile, che la stazione produttrice *P* e la cabina di ricevimento *R* si comunichino le eventuali manovre che debbono fare sulle diverse linee, e ognuna delle due può aprire o chiudere gli interruttori delle linee senza preoccuparsi nè dei s. g. posti alla sua estremità, nè di quelli posti all'altra.

3. - Selettori per linee non in parallelo.

Se a uno stesso albero *D* colleghiamo tre s. e. e li facciamo attraversare dalle correnti dei tre conduttori di una linea trifase, avremo costituito un selettore di linea (s. l.).

Le tre correnti di una linea trifase importante non hanno fra loro uno squilibrio maggiore del 10 o 15 % per cui i s. e. potranno funzionare bene senz'altro, ricordando che si può facilmente tararli per renderli sensibili solo a squilibri del 60 e anche del 100 %.

I tre s. e. del s. l. funzioneranno come già descritto prima per l'altro caso, e comanderanno l'apertura dell'interruttore della linea tutte le volte che un conduttore di questa vada a terra o faccia contatto con un altro conduttore, mentre resteranno insensibili alle variazioni di carico.

Come si vede la protezione alle linee viene fatta dal selettore con principio diverso da quello adottato fin'ora e precisamente il Selettore funziona solo per guasti nelle parti di rete a valle di esso; e non per sopracarichi.

Questo modo di protezione di una linea contro i guasti presenta certamente molti vantaggi: la cosa è molto evidente nei casi in cui il carico possa raggiungere in certi momenti valori molto maggiori del normale (per es. messa in marcia di treni, messa in marcia di alcuni impianti metallurgici, ecc.). In questi casi i comuni relais a massima devono essere tarati in base al carico più forte, e questa taratura può essere tale da rendere pressochè inefficace la protezione dell'apparecchio per guasti che avvengono mentre il carico è quello normale, anche se il guasto non è molto piccolo.

Noi crediamo anche che la protezione di linee molto importanti sia fatta dai Selettori Ium meglio che con ogni altro tipo di relais, perchè il caso a cui si accenna sopra si ripete in un certo senso in moltissimi altri servizi. Supponiamo per es. una linea che debba trasportare 5000 kVA; gli ordinari relais a massima dovrebbero essere tarati in modo da funzionare per esempio a 6000 kVA; ma una tale linea per molte ore, forse 15 su 24, sarà probabilmente percorsa da un carico molto ridotto, e uguale forse a un decimo del carico massimo, forse 500 kVA; se, durante questo periodo di 15 ore, sulla linea avviene un guasto capace di consumare 4 ÷ 5 mila kVA (e questo è già un guasto grave) i relais non funzioneranno e il guasto dovrà aumentare (se possibile) perchè la linea si stacchi automaticamente; un selettore invece leverebbe sempre di servizio la linea non appena il guasto assorbisse 1000 kVA qualunque fosse il carico della linea stessa.

*

Consideriamo ora il caso di una cabina di smistamento come da schema (fig. 4), 1 sia la linea di arrivo e 2, 3 e 4 le linee in partenza.

Per costituire la protezione totale si metteranno sulle quattro linee quattro s. l. coi relativi apparecchi di blocco collegati in serie fra loro. Se per es., la linea 2 si guasta, uno dei s. e. di questa si solleverà e farà il contatto c prima che lo faccia il s. e. pure squilibrato della linea 1 generale, perchè lo squilibrio è forzatamente più grande sulla linea 2 che sulla linea 1. Appena il s. e. della linea 2 avrà chiuso il contatto c gli apparecchi di blocco funzioneranno impedendo all'interruttore generale della cabina (linea 1) e a quelli delle linee 3 e 4 di aprirsi, in modo che il guasto, della 2 non si ripercuote sulle altre, mentre oggi spesso il guasto di una sola linea fa aprire anche l'interruttore generale della linea in arrivo e a volte tutti gli interruttori della cabina, in modo che vengono messi fuori servizio anche le linee non guaste.

4. - Protezioni diverse - Selettori a raggruppamenti diversi.

Oltre che per gli scopi sopra menzionati i s. e. possono essere utilizzati anche per altri usi con raggruppamenti appropriati.

Negli ultimi anni è stata adottata la protezione differenziale alle macchine, ai trasformatori, ai gruppi alternatori tra trasformatori, partendo dal principio che sul conduttore di una stessa fase del gruppo da proteggere, le correnti prima e dopo il gruppo stesso, devono essere uguali. L'applicazione di questo principio è semplicissimo in alcuni casi come per es. sopra un alternatore collegato a stella o sopra un trasformatore collegato ugualmente al secondario e al primario: diventa invece più complessa in altri. Il Selettore Ium risolve invece tanto semplicemente il primo che il secondo caso perchè in un certo senso si deve considerare il Selettore come un sistema di relais differenziali dove la differenziazione è ottenuta meccanicamente anzichè elettricamente, per cui non ci si deve preoccupare se le correnti i cui squilibri devono far isolare una parte di impianto sono fra loro in fase o meno.

Il Selettore risolve qualunque problema risolto coi relais differenziali comuni e molti altri problemi di differenziazione non risolti fino ad oggi.

Crediamo inutile di indicare tutti i possibili casi di applicazione per non dilungarci troppo e perchè ognuno facilmente può trovare il raggruppamento di s. e. conveniente a risolvere un determinato problema; ne indichiamo a titolo di esempio uno che ci pare assai interessante.

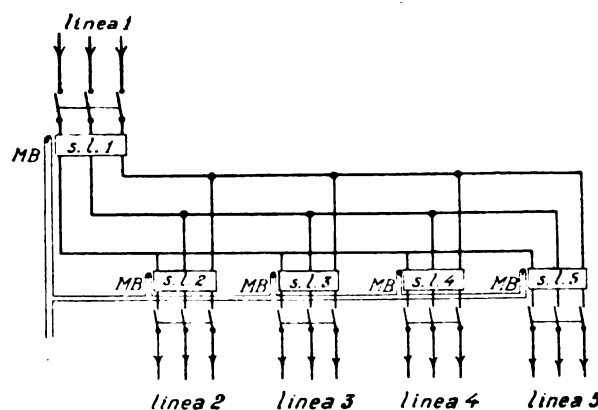


Fig. 4.

Supponiamo di dover proteggere il gruppo alternatore-trasformatore direttamente connesso sulle sbarre omnibus come spesse volte è installato nelle moderne centrali (fig. 5). Ognuno sa come in questo caso si monterebbero i comuni relais differenziali fra i punti 1 e 1', 2 e 2', 3 e 3'... Vediamo ora le soluzioni possibili coi selettori, secondo noi più rispondenti al desiderio di un servizio regolare.

Se l'esercente vuole mantenere lo stesso concetto nel tipo di protezione, basta costituire un selettore di macchina con 6 selettori e divisi in 3 coppie 1 e 1', 2 e 2', 3 e 3' dove ognuno dei s. e. comanda l'apertura dell'interruttore *IT* o dell'interruttore *IA*: tra le tre coppie si possono avere due accoppiatori *P* eguali a quelli della fig. 1 e la protezione data dal selettore può avvenire in due modi:

a) con gli accoppiatori tolti, la protezione è identica come concetto a quella dei comuni differenziali.

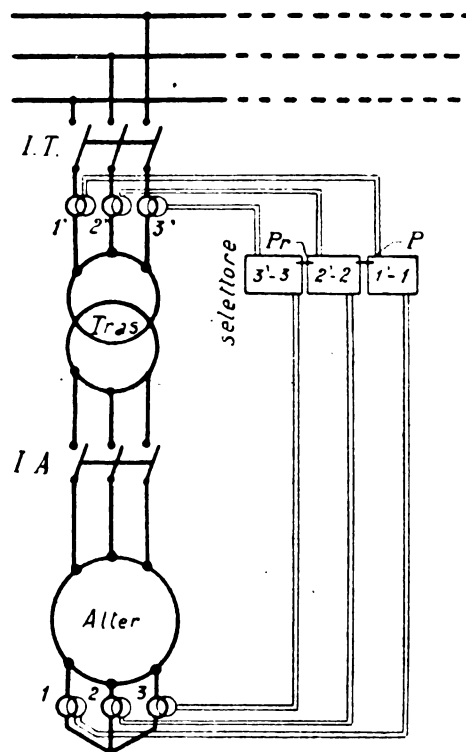


Fig. 5.

b) con gli accoppiatori in posto, la protezione avviene tanto contro tutti i guasti interni, come nel caso precedente, ma in modo più completo (*), quanto contro tutti gli squilibri, e quindi guasti, provenienti dall'esterno.

(*) Diciamo «più completo» perchè per il caso di un guasto sulla connessione di centro dell'alternatore che può arrivare anche alle separazioni di una fase dal centro i relais differenziali normali evidentemente non possono funzionare mentre funzionerebbe il Selettore di macchina.

Un'altra soluzione, non indicata sullo schema per la sua semplicità, ma altrettanto efficace, è quella di costituire il Selettore di macchina solo con tre selettori elementari inseriti in 1, 2, 3, e azionanti l'interruttore *IT* o la diseccitazione dell'alternatore: qualunque squilibrio avvenga tra le correnti delle tre fasi il Selettore funzionerà, e poichè praticamente non è possibile un guasto nè nel trasformatore, nè nell'alternatore che non produca squilibrio tra queste correnti, la protezione del gruppo è completa tanto contro i guasti interni al gruppo che a quelli esterni.

Facciamo osservare che per questa seconda soluzione bastano tre riduttori di corrente anzichè sei e che quelli risparmiati sono proprio quelli a tensione maggiore.

Nel caso di una centrale con diversi gruppi generatori connessi come detto sopra e con un certo numero di linee partenti, adottando dei Selettori di linea tarati a tempi disuguali, e dei Selettori di macchina legati eventualmente e in modo opportuno tra loro da dispositivi di blocco, si possono realizzare diversi tipi di protezione tutti efficaci, fra i quali certo è quello più rispondente ai bisogni del servizio e ai desideri dell'esercente.

*

In tutto quello che abbiamo detto sopra ci siamo sempre riferiti a Selettori a coppia wattometrica, ma è evidente che in molte applicazioni è possibile usare Selettori a sola coppia motrice amperometrica.

□ ISTRUZIONE INDUSTRIALE □

AUGUSTO OCCHIALINI



:: :: Comunicazione alla Sezione di Firenze :: ::

Nel settembre scorso, per iniziativa del Comm. Andreoni — Direttore dell'Istituto Nazionale di Istruzione Professionale — fu indetto in Roma un convegno per trattare di programmi, libri di testo e materiale didattico per le scuole industriali. Un convegno simile, indetto dalla società Matheis per discutere sui programmi delle scuole medie, raccoglieva negli stessi giorni a Livorno circa 200 insegnanti. Ma a Roma i professori delle scuole industriali erano così pochi, da non prevalere numericamente sui pochissimi elementi estranei intervenuti.

Così le discussioni mancarono di importanza, le decisioni di autorità e i voti del consenso della massa dei più diretti interessati. Ma il fatto in sé che gl'insegnanti delle scuole industriali abbiano disertato un convegno che doveva trattare di metodi giustifica il sospetto che essi non diano la dovuta importanza al metodo nell'insegnamento.

E il sospetto trova la sua conferma nei pochissimi libri di testo che tali insegnanti hanno scritto, e nei moltissimi che non hanno scritto.

Dai libri scritti si desume la trascuratezza di tutto ciò che non è pratica applicazione: dei principii, che non sono esplicitamente posti; delle definizioni, che non sono esatte; delle dimostrazioni, che sono il più delle volte false.

Dai libri non scritti si deduce che gl'insegnanti delle nostre scuole industriali, al contrario dei loro colleghi italiani delle altre scuole e senza eccezione di quelli stranieri, non hanno sentito il bisogno di libri di testo. Infatti, non sono pochi nelle scuole industriali i professori che anche oggi — nel secolo della linotype — preferiscono dettare le loro lezioni, come usavano gl'insegnanti del medio evo quando non era stata ancora inventata la stampa.

Ora, siccome l'avvenire delle nostre industrie dipende in gran parte dalle nostre scuole industriali, e il danno che in esse si può produrre è grande e irrimediabile, giova analizzare e discutere se l'insegnamento in esse impartito è adatto allo scopo che si deve ragionevolmente perseguire e raggiungere.

Qualunque sia la natura di una scuola, difficilmente si può negare che il suo scopo sia quello di fare uomini diritti tanto nella società quanto nella professione, oltre che di sviluppare qualche attitudine. Ed è sperabile che si sia tutti d'accordo nel ritenere che nella scuola industriale, oltre all'educazione delle doti morali, si debba tendere a sviluppare il senso di iniziativa e di azione, le facoltà inventive e lo spirito di responsabilità; e a dare un complesso di nozioni con le quali

il futuro tecnico sappia cavarsi d'impaccio in tutte le circostanze e superare le prevedibili difficoltà.

Ma quando si danno come buone dimostrazioni e definizioni prive di senso, si mettono i giovani per una strada nella quale si perderanno appena lasciati soli; quando si fa credere liscio ed agevole ciò che richiede attenzione e studio, si insinua la pratica codarda di non guardare in faccia le difficoltà, e si preclude la via per risolverle; in ogni caso si autorizza il sistema di alterare la verità per proprio comodo, sistema disonesto nella vita, sciocco nella scienza, dove la disonestà va a danno di chi la pratica.

Gl'insegnanti che seguono questi metodi hanno, o credono di avere, le loro buone ragioni. Alcuni pensano che i loro allievi sono troppo poco preparati in cultura generale e matematica per poter seguire concetti e ragionamenti esatti. Altri, o gli stessi, ritengono che indugiando quanto sarebbe necessario sui principii, si finirebbe per togliere troppo tempo alle applicazioni, unico scopo della scuola industriale, e unica cosa alla quale gli allievi si interessino.

Si potrebbe obiettare che l'ignoranza degli allievi non sembra la migliore scusa per somministrare loro discorsi dai quali nemmeno la sapienza di Salomone saprebbe trarre un costrutto. Ma è da contestare la stessa affermazione dell'incapacità degli alunni delle scuole industriali. In realtà, si tratta di ragazzi come tutti gli altri, insofferenti di disciplina e riluttanti alla riflessione; insomma con i difetti della loro età che spetta proprio alla scuola di correggere.

Come poi possano gl'insegnanti illudersi di giungere alle applicazioni in modo proficuo senza una larga ed esatta preparazione sui principii fondamentali, è difficile capire. A buon conto gioverà sapere che l'Institution of American Engineers nel 1922 ha fatto un voto affinché nell'insegnamento industriale sia intensificato lo studio dei fondamenti, e sia rimandato qualunque specializzazione a dopo il diploma. Uno dei congressisti, per mettere in evidenza l'importanza di questo concetto, paragonava l'istruzione che si può impartire in una scuola a una fondazione destinata a sostenere una sovrastruttura ignota, e concludeva: « se la fondazione è piantata sulla roccia, essa reggerà qualunque sovrastruttura sarà decisa in seguito ».

All'infuori di tutto ciò, bisogna riflettere che per impartire un insegnamento utile non c'è che una strada: quella che fa vedere il fondo delle cose, che fa pensare, che esercita la pazienza, che esige uno sforzo. Le altre potranno dare un'infarinatura di scienza, potranno soddisfare a curiosità innocenti, ma non possono dare quel complesso di cognizioni e di attitudini che sono necessarie per esercitare una professione. Quindi, se tale via fosse inadatta per la maggior parte di coloro che oggi frequentano le scuole industriali italiane — cosa che siamo lontanissimi dall'ammettere — non sarebbe questa una ragione sufficiente per far di un insegnamento un perditempo.

Certo, perchè l'insegnamento sia proficuo non basta che sia serio, ma bisogna che sia assimilabile e assimilato. E purtroppo in questo senso l'insegnamento delle scienze lascia a desiderare in tutti gli ordini di scuole, perchè, al contrario di quello letterario, è cattedratico, vale a dire fondato sul presupposto che si possa imparare col sentir parlare e col vedere; mentre l'unico modo di imparare è di fare, e soprattutto di sbagliare. « Bisogna dire agli allievi il meno possibile, e far trovar loro il più possibile », diceva Spencer.

Per uniformarsi a questa norma delle lezioni elementari, non c'è altra via che far leggere agli allievi un buon libro di testo, e poi farlo ripetere in classe, impegnando nella discussione tutta la scolaresca. Questo è il metodo usato nelle scuole americane, dove, citiamo testualmente dal *Bollettino dell'Istituto di Educazione Internazionale*, (1921), « instructors usually assign a definite number of pages from a prescribed text book, and the student's knowledge is tested by recitation ».

Questo metodo, non solo è efficace per assimilare la materia, ma finisce per essere gradito agli allievi e agli insegnanti. Con esso l'insegnante non ha più il modesto compito di ripetere ciò che sta scritto in tutti i libri, ma quello importantissimo e insostituibile di obbligare gli alunni a leggere un libro e di aiutare a capirlo; quello di mettere in evidenza le difficoltà e dirigere i giovani sulla via di superarle; quello di segnalare gli errori e le incomprensioni; quello di educare a ragionare e ad esprimersi correttamente.

Con esso i giovani si interessano, perchè più che ascoltare devono parlare e discutere; si incoraggiano, perchè finiscono per imprimerli nella mente quello che si deve ricordare e quello che si deve evitare, e perchè di man in mano che procedono, sentono diminuire la distanza che li separa dal maestro.

Infine tale metodo presenta un vantaggio di gran lunga superiore a quello di far imparare la materia: esso insegna a leggere i libri. Gli alunni, infatti, sono indotti dalla discussione a interpretare, più che a leggere, il loro testo, e a completare la lettura con la riflessione; e in breve acquistano un impulso di studio che poi li indurrà a non fermarsi a ciò che è stato loro insegnato, ma a cercare, leggendo, sempre nuove cognizioni.

Quale possa essere il valore di un insegnamento che di questo impulso di studio non fa il suo scopo principale, si può facilmente intuire pensando quanto piccola è la parte di una scienza che si riesce a insegnare in un corso, quanto si è soggetti a dimenticare ciò che si è imparato, quanto è rapido il procedere della scienza.

Sotto questo rispetto, l'insegnamento che detta è il peggiore di tutti, perchè riduce gli alunni a non saper leggere che sui propri quaderni, e a perdersi nella lettura di un libro al minimo cambiamento, alla più lieve lacuna, al più ovvio errore di stampa. Perciò non senza ragione esso è stato escluso da tutte le scuole in cui la tradizione è antica e vigile.

Per un tal genere di insegnamento non può essere invocata nemmeno la scusa della mancanza dei buoni libri di testo; perchè se un insegnante sa dettare delle buone lezioni, sa e deve compilare il testo di suo gusto, e se non è capace di scrivere un testo, non è prudente che detti le sue lezioni.

Dicembre 1923.

□ □ □ L'ILLUMINAZIONE ELETTRICA DEI SEGNALI FERROVIARI □ □ □ □

L'illuminazione elettrica dei segnali ferroviari, benchè possa considerarsi, per ragioni ovvie, la più semplice ed economica, ha fino ad ora incontrato due ostacoli, i quali ne ritardano l'estensione presso le diverse Amministrazioni.

Il primo è dovuto al fatto di dover garantire l'illuminazione dei segnali anche nei casi di imprevista interruzione della corrente di alimentazione, il secondo è dovuto alla necessità di ottenere in modo continuo un controllo effettivo del regolare funzionamento delle lampade ed in caso di guasti di avere la possibilità di facilmente localizzarli.

Benchè oggi col razionale miglioramento degli impianti di distribuzione e coll'allacciamento delle centrali di produzione le interruzioni improvvise di corrente siano di molto ridotte, è evidente che, in linea generale, non si possa rinunciare alla riserva di energia.

Nel caso siano disponibili correnti provenienti da due sorgenti completamente distinte, una può essere considerata di riserva all'altra.

Sulle linee esercitate a trazione elettrica, per esempio, la stessa energia di trazione, opportunamente ridotta, può venire utilizzata in sussidio all'energia locale. Dove manchi ogni altra possibilità si potrà sempre ricorrere a batterie d'accumulatori.

È opportuno distinguere il caso di un grande centro ferroviario da quello di una piccola stazione, poichè in quest'ultimo caso, con pochi segnali, l'impianto di accumulatori di riserva verrebbe ad annullare il vantaggio economico dell'illuminazione elettrica in confronto di quella a petrolio.

Per le piccole stazioni su linee di limitato traffico, l'illuminazione elettrica è quindi conveniente quando si possa fare sufficiente assegnamento sull'energia disponibile senza impianto di accumulatori. In caso di mancanza di corrente si ricorre ai segnali a mano od alla illuminazione sussidiaria a petrolio.

Il problema di assicurare la continuità dell'energia con accumulatori si riduce quindi ad una questione di spesa, da esaminarsi caso per caso, in relazione al sistema di distribuzione, allo sviluppo di circuiti, al consumo di energia ed alle spese di esercizio.

Alcuni anni addietro vennero studiati alcuni sistemi speciali per limitare il consumo di energia occorrente. Si cercò di rendere « lampeggiante » l'illuminazione elettrica dei segnali, imitando quanto si era già sperimentato con impianti ad illuminazione a gas, ottenendosi anche il vantaggio di differenziare le luci dei segnali da altre prossime e di richiamare, in modo particolare, l'attenzione del personale.

Tale sistema provoca però un forte consumo di lampade perchè i filamenti male sopportano le continue variazioni termiche, dovute alle pulsazioni di corrente.

Certamente più economico è il sistema che tende a limitare la durata dell'accensione al tempo strettamente necessario per la circolazione dei treni. I segnali vengono ad essere illuminati automaticamente, all'approssimarsi del treno, mediante la chiusura di circuiti inseriti su rotaie isolate o da contatti azionati dal treno stesso con dispositivi meccanici, elettro-magnetici e simili.

Questi sistemi richiedono batterie locali di accumulatori e presentano maggiori difficoltà nei dispositivi per controllare, in ogni momento, l'efficienza di tutto l'impianto.

Mentre l'assicurare la continuità della corrente, anche con accumulatori, è, come si è detto, una questione puramente economica, il controllare il regolare funzionamento delle lampade è un problema tecnico che è stato oggetto di studi ed esperimenti.

I diversi sistemi di illuminazione si possono schematicamente ridurre ai seguenti:

- a) Illuminazione con sorgente unica e lampade in serie;
- b) Illuminazione con sorgente unica e lampade in parallelo;
- c) Illuminazione con energia trasformata sul segnale;
- d) Illuminazione con batterie separate per ogni segnale.

a) Illuminazione con lampade in serie.

Le lampade da controllarsi situate sui segnali, sono in serie fra loro e con un indicatore di corrente presso la stazione. L'apparecchio indicatore può essere una lampada. Con questo indicatore è però difficile ottenere un controllo acustico in sussidio di quello ottico. È un controllo semplice ed economico, ma poco rigoroso, poichè non dà indicazioni senza speciali apparecchi in caso di derivazione a terra, deficienze di isolamento e corti circuiti quando la maggior intensità di corrente è compatibile colla resistenza delle valvole e delle lampade.

L'apparecchio indicatore, anzichè da una lampada, può essere costituito da un apparecchio amperometrico a massima e minima, rendendo facile l'inserzione di un richiamo acustico.

Tali apparecchi tarati sono però di delicata manutenzione e soggetti agli sbalzi di tensione della linea.

b) Illuminazione con lampade in parallelo.

Le lampade da controllarsi sono in parallelo fra di loro ed in serie con un apparecchio amperometrico tarato. Il sistema ha il vantaggio, su quello precedente, di ottenere l'indipendenza delle lampade in modo che lo spegnimento di una non provoca lo spegnimento di tutta una serie.

Permette la protezione con fusibili per ogni lampada in modo che eventuali corti circuiti locali restano isolati.

A tale sistema di illuminazione può applicarsi un dispositivo di controllo semplice e sicuro, costituito da una elettrocalamita differenziale a due avvolgimenti. In uno degli avvolgimenti di detta elettrocalamita circola la corrente di alimentazione di tutte le lampade da controllarsi e nell'altro avvolgimento circola, in senso contrario, la corrente di alimentazione di una lampada locale. Il numero dei giri degli avvolgimenti è inversamente proporzionale al numero delle lampade controllate e quindi l'elettrocalamita funziona nel solo caso di squilibrio per bruciatura di lampade, derivazioni, contatti, ecc.

Questo dispositivo non è sensibile a variazioni di tensione e per correnti alternate non presenta perdite per isteresi nel nucleo dell'elettrocalamita.

c) Illuminazione con energia trasformata sul segnale.

Ogni lampada è inserita sul secondario (bassa tensione) di un piccolo trasformatore collocato sui segnali stessi. I primari dei trasformatori sono in derivazione sulla linea di alimentazione.

Un dispositivo di controllo per questo sistema di illuminazione assai vantaggioso, pur richiedendo l'impianto di apposito ritorno per ogni gruppo di lampade, consiste nel collegare tutti i secondari dei trasformatori in serie fra di loro e sulla serie inserire una lampada come indicatore presso la stazione.

Quando brucia una lampada, l'impedenza del corrispondente secondario è tale da spegnere o quasi, la lampada di controllo.

d) Illuminazione con batterie separate.

Questo sistema, per il suo carattere speciale, richiede l'impianto di numerose batterie quanti sono i segnali o gruppi di segnali.

Viene adottato nei casi di segnali da illuminarsi automaticamente all'approssimarsi dei treni.

Il funzionamento viene controllato provocando, a mano, dalla stazione il contatto che deve fare il treno e verificando, poscia, l'accensione del segnale.

*

Indipendentemente dall'adozione di dispositivi collo scopo di controllare il normale funzionamento delle lampade, in pratica si deve evitare, per quanto è possibile, l'oscuramento completo del segnale, sia adottando lampade di massima durata, sia applicando ad ogni segnale almeno due lampade indipendenti.

Per le lampade è evidente che la resistenza meccanica del filamento deve essere elevata, perchè subiscono generalmente scosse violente provocate dalla manovra dei segnali.

I filamenti metallici a basso voltaggio sono convenienti, ma hanno il difetto della grande fragilità a freddo. I filamenti a carbone, anche a voltaggi normali, dal lato della resistenza agli urti e della durata hanno un vantaggio indiscutibile su quelli metallici.

Le lampade a carbone consumano però quasi il triplo di energia a parità di luce. Tuttavia, dove il costo dell'energia non è rilevante, il vantaggio della maggior durata e del minor costo della lampada può essere motivo sufficiente a far preferire il filamento di carbone a quello metallico.

Da questa breve rassegna sui diversi sistemi di illuminazione e di controllo si possono trarre alcune considerazioni d'ordine generale.

Confrontiamo i sistemi di illuminazione delle lampade.

Il sistema con batterie separate ha carattere del tutto speciale e non si presta a generalizzazione.

Quello con energia trasformata è di pratica e conveniente applicazione, specialmente dove le minori perdite di carico in linee di grande sviluppo compensano il maggior costo d'impianto. Con questo sistema si deve però rinunciare alla riserva con corrente continua.

Rimangono in questione, per la pluralità dei casi, i sistemi d'illuminazione con lampade in serie od in parallelo alimentate da un'unica sorgente. Consideriamo il caso speciale di quattro segnali con due lampade ciascuno contemporaneamente accese e supponiamo la possibilità dello spegnimento di due lampade qualsiasi nell'intervallo di tempo praticamente occorrente per la sostituzione.

Nel caso di lampade in serie (due serie di quattro lampade) sulle 28 combinazioni che si possono verificare, ne abbiamo 16 che provocano l'oscuramento di tutti e quattro i segnali. Nel caso di lampade in derivazione (8 lampade indipendenti) una sola delle 28 combinazioni provoca l'oscuramento di un segnale. Si aggiunga che la ricerca della lampada spenta di una serie può richiedere la prova di tutte le lampade della serie stessa con notevole perdita di tempo. È dunque preferibile il sistema di lampade in derivazione, su un circuito o su due circuiti (3 fili) distinti.

Recentemente vennero studiati ed esperimentati dispositivi per l'inserzione della seconda lampada di ciascun segnale (lampada sussidiaria) nel solo caso di spegnimento dell'unica lampada normalmente accesa.

Questo sistema, oltre dare una costante luminosità al segnale, evita il contemporaneo consumo delle relative due lampade per modo che, quando una di esse è alla fine della sua durata di funzionamento, l'altra si trova ancora all'inizio. Inoltre evita l'inconveniente che, per scariche atmosferiche, vengano spente tutte le lampade.

Per quanto riguarda il controllo dell'illuminazione elettrica dei segnali, il dispositivo di qualsiasi tipo, deve avere caratteristiche analoghe a quelle prescritte pel controllo delle posizioni di via libera e di via impedita dei segnali stessi.

Deve cioè essere ottico ed acustico e dare l'indicazione di qualsiasi irregolarità o guasto affinché il personale possa, in ogni caso, provvedere tempestivamente a garantire la sicurezza dell'esercizio.

Concludendo è da augurarsi che anche per l'illuminazione dei segnali ferroviari venga generalizzato l'impiego dell'energia elettrica, quale mezzo più moderno ed economico, come già è stato fatto per l'illuminazione delle stazioni, dei piazzali e dei treni.

Senphy.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Esperienze di trasmissione radio su onde corte

Dal consocio G. Salom, riceviamo le seguenti notizie sopra i risultati da lui ottenuti con una stazioncina di trasmissione radiotelegrafica a onde corte. Ben presto, è da augurarselo, il numero dei diletanti radiotelegrafisti si moltiplicherà in Italia come si moltiplicò all'estero, e trasmissioni di questo genere saranno agevoli e frequenti. Ci è parso tuttavia opportuno riportare lo scritto del Sig. Salom perchè è il primo che ci perviene e perchè riteniamo possa riuscire interessante per più d'uno dei nostri lettori.

Nello scorso mese di dicembre per speciale concessione del Ministero Poste e Telegrafi ho potuto eseguire dalla mia Stazione radiotelegrafica sperimentale di Venezia, esperienze di trasmissione radiotelegrafica a valvola su onde molto corte, e precisamente della lunghezza di duecento metri; l'esito delle quali è stato invero assai soddisfacente, poichè è stato possibile con soli 125 watt di potenza oscillatoria comunicare con stazioni corrispondenti situate a più di 1400 km da Venezia.

Dopo aver provato diversi schemi di circuiti oscillanti, tutti largamente usati in America, quali il Colpitt, l'Hartley, il «reversed feedback», mi sono particolarmente servito di quest'ultimo che oltre a presentare un maggior rendimento, mi permetteva anche di variare con molta facilità la lunghezza d'onda senza ricorrere a condensatori variabili in olio per alte tensioni.

La valvola oscillatrice usata in principio è stata una «S. I. F.» di 250 watt, accensione volt 5,5, ampere 6,6, con placca alimentata a 2300 volt, corrente alternata, 42 periodi, ottenuti da un trasformatore elevatore monofase in aria con primario a 220 volt derivati dalla rete stradale. La massima corrente d'aereo che ci è stato possibile ottenere da questa valvola, dopo opportune modifiche apportate al circuito oscillante, è risultata di 3 A. Col complesso trasmettente, di cui diamo lo schema dei circuiti nella fig. 1 durante la notte del 9 dicembre siamo riusciti a comunicare per oltre due ore, scambiando diversi messaggi, con la stazione radio inglese 2 H F situata a nord di Birmingham, cioè a circa 1500 km. da Venezia.

Nella notte precedente avevamo però di già comunicato con altre stazioni francesi, 8 B M (Lilla), ed 8 B F (Orleans), nonché con una olandese O A R, situata ad Amsterdam, e sempre su 200 metri d'onda.

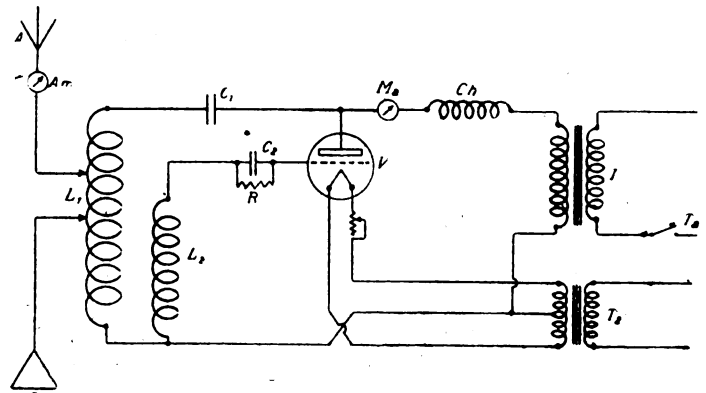


Fig. 1.

A = aereo; C = contrappeso; L_1 = bobina di placca; L_2 = bobina di griglia; C_1 = condensatore di griglia; R = resistenza di griglia; V = lampada trasmettente SIF 250 watt; T_1 = trasformatore 220/2300 volts; T_2 = trasformatore 220/7 volts; Ch = choker; Ma = milliamperometro; Am = amperometro termico d'aereo; Ta = tasto.

L'apparto trasmettente (vedi fig. 1) comprendeva come circuito oscillante: una bobina di placca, formata da 30 spire di filo di rame da 50/10 di mm avvolto in spirale di 20 cm di diametro, una bobina di griglia, interna alla prima e ad accoppiamento variabile con la medesima, formata da 25 spire di filo di rame di 30/10 di mm avvolto in spirale di 15 cm di diametro, ed un condensatore di placca a lastre di vetro, ad alto isolamento. Una bobina di arresto, intercalata tra il secondario del trasformatore ad alta tensione e la placca della valvola oscillatrice, impediva il ritorno dell'alta frequenza su quel secondario; un condensatore in mica di 0,001 microfarad, shuntato da una resistenza di 65 ohm, in filo di nickelina, inserito sul circuito di griglia, portava la valvola a funzionare nel punto più adatto della sua caratteristica. Inoltre un trasformatore 220/10 volt con presa equipotenziale

forniva la corrente alternata necessaria all'accensione del filamento della valvola.

Un amperometro termico in serie sull'aereo ci permetteva di controllare il rendimento del trasmettitore attraverso tutte le modifiche apportate al medesimo.

L'antenna che ha servito alle nostre esperienze, dopo svariati tipi successivamente provati e ricambiati, è rimasta costituita nel modo seguente: tubolare ad L con 6 fili disposti a prisma di un metro di diametro e della lunghezza di 14 metri, con discesa ad un'estremità di 16 metri, pur essa tubolare ma di minor diametro. Il conduttore d'aereo è del tipo R. Marina, cioè corda di rame da 30/10 di mm formata da 50 fili da 3/10 intrecciati.

Un contrappeso di 9 fili di 20 metri di lunghezza e disposti a ventaglio era steso sotto l'antenna a circa 10 metri di distanza da essa. La terra era derivata alla conduttura del parafulmine, all'acquedotto ed al termosifone. La cabina della stazione era situata all'ultimo piano del nostro fabbricato sul Canal Grande a circa 24 metri sul l. d. m.

Dal 10 dicembre in poi abbiamo sempre cercato di migliorare il rendimento del nostro trasmettitore, eseguendo su di esso modifiche suggeriteci dall'esperienza e basate sopra tutto sulla miglior intensità di ricezione comunicataci direttamente dai nostri corrispondenti.

Il 1° Gennaio 1924 la valvola oscillatrice SIF da 250 watt è stata sostituita con una «MARCONI» tipo MT4 — accensione V 15, ampère 7 — alimentata pur essa da corrente alternata a 42 periodi non rettificata, ma a 6000 volt ottenuti dalla rete stradale con un trasformatore elevatore monofase in olio.

Il circuito oscillante ha dovuto quindi subire alcune modifiche nei riguardi soprattutto dell'isolamento per l'aumentata tensione anodica. Le varie parti del trasmettitore sono state accuratamente isolate tra di loro con isolatori ad alta tensione ed il condensatore di placca sostituito con un altro di maggior capacità ed immerso nell'olio. La resistenza di griglia fu pure aumentata a 14000 ohm e derivata tra il filamento (presa equipotenziale) e la griglia della MT4. Lo schema generale di questo nuovo circuito è indicato nella fig. 2.

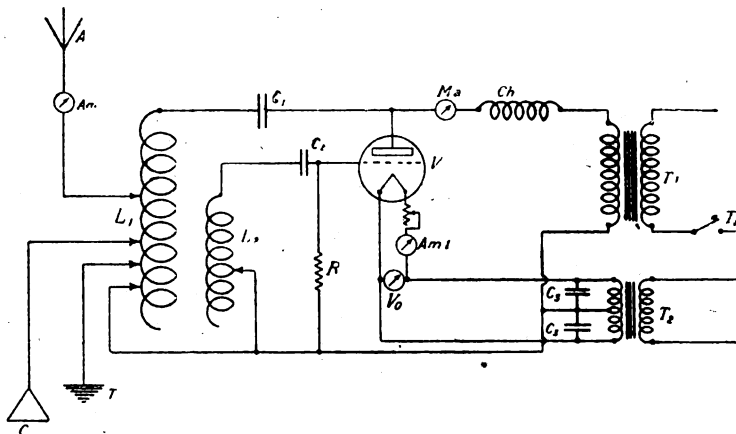


Fig. 2.

A = aereo; C = contrappeso; T = terra; L_1 = bobina di placca; L_2 = bobina di griglia; C_1 = condensatore di placca; C_2 = condensato di griglia; T_1 = trasformatore; Ch = choker; Ta = filo; V_0 = voltmetro filamento; V = valvola oscillatrice Marconi MT4; R = resistenza di griglia.

Con tale complesso abbiamo ottenuto dai 4 ai 5 A sull'aereo, senza punto sforzare l'accensione della MT4, con una corrente anodica di circa 150 milliamperè. In queste condizioni abbiamo comunicato ripetutamente con altre stazioni situate in Inghilterra (6 VP = 2 JO = 5 HZ = 5 DN =), in Francia (8 CZ = 8 AZ 8 DA =), in Danimarca 7BJ = 7 ZM = 7 QF =), in Olanda (O AB = OKX =) sempre su onda di 200 metri.

A Kirkcaldy (Scozia-Nord Inghilterra) a 2000 km da Venezia i nostri segnali sono risultati di forza 9 (fortissimi) ricevuti con due valvole ed aereo di una diecina di metri.

A Nottingham (Inghilterra), a 1400 km da Venezia, siamo stati ricevuti forza 7 (forti) su aereo a telaio con un ricevitore Flewelling ad una valvola; così pure a Marsiglia dove con un'antenna interna di tre metri e senza alcun collegamento colla terra i nostri segnali erano fortissimi.

Riassumendo i risultati conseguiti nelle nostre esperienze: abbiamo comunicato bilateralmente per più notti consecutive colle stazioni inglesi 2 HF = 5 DN = 2 FN = 5 MO = 5 AA = 2 ZT, francesi 8 BM = 8 BF = 8 AZ = 8 AH = 8 CZ =, olandesi O AB = OKX = O AR; mentre nostri messaggi circolari (CQ) sono stati intercettati dalle stazioni inglesi 5 KO = 2 GW = 2 NM

— 60 M — 2 KF — 5 VP — 61 Y — 6 WJ — 2 ABL — 6 TD — 5 FS — 5 RW — 5 CA — 5 WR — 5 HZ — 2 AGV — 5 LF — 5 AW — 6 ZX — 2 ON — 2 TX — 6 AA — 2 CZ, olandesi O PF — OYL e danesi 7 BJ — 7 QF — 7 ZM e da una trentina di stazioni sperimentali inglesi non contraddistinte da speciale indicativo di chiamata.

Nelle nostre comunicazioni bilaterali ci siamo sempre serviti di un ricevitore a due valvole di nostra costruzione, dotato di eccellente sensibilità e sintonia, del quale indichiamo il circuito nella fig. 3.

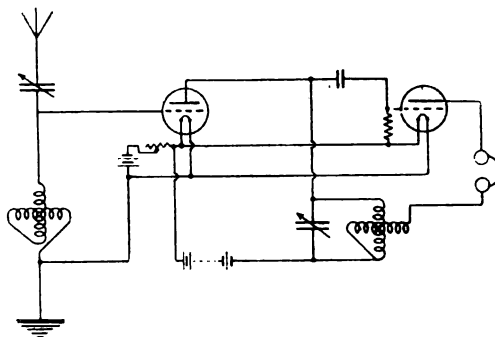


Fig. 3.

Ricevitore a due valvole.

Attualmente stiamo eseguendo esperienze su onde inferiori ai 200 metri e precisamente su lunghezze comprese tra 100 e 150 metri che in determinate circostanze possono avere a loro vantaggio una portata assai maggiore delle prime, a parità di altre condizioni.

Interessanti osservazioni abbiamo potuto eseguire nel corso di queste nostre esperienze sul noto effetto evanescente a cui sono soggette le onde corte, il «fading effect» degli inglesi. Abbiamo notato che esso raggiunge un massimo d'intensità nelle notti lunari e serene, facendo scomparire quasi ogni minuto le trasmissioni più deboli, mentre è invece poco accentuato nelle notti piovose o caliginose e del tutto insignificante poi sulle onde inferiori ai 160 metri.

Nel terminare questo breve resoconto delle nostre esperienze, che hanno realizzato per la prima volta uno scambio di comunicazioni senza fili su onde corte e con debolissima potenza tra l'Italia e le altre nazioni Europee, teniamo a ringraziare da un lato l'Amministrazione delle Poste e Telegrafi che ci ha rilasciato la concessione di trasmettere e dall'altro le numerose stazioni estere, principalmente quelle britanniche ed olandesi, che hanno voluto con cortese sollecitudine informarci della ricezione dei nostri segnali.

Venezia, 19 gennaio 1924.

GIULIO SALOM.

* *

Sul rifasamento delle reti.

Riceviamo:

Con interesse ho rilevato il contenuto della lettera dell'egregio Ing. Rodocanachi sul «Rifasamento delle reti» pubblicato nell'ultimo numero della Rivista. Credo opportuno interloquire supplendo a qualche involontaria lacuna (e di ciò non sarà certamente spiacevole l'egregio Ing. Rodocanachi) circa la costruzione di motori autosincroni ed asincroni sincronizzati. Alla rassegna delle costruzioni di tali motori eseguite all'estero, non sarà inopportuno aggiungere quanto si è fatto e si fa in Italia.

Ebbi la ventura, nel 1917, di essere messo a parte delle caratteristiche del primo motore Sartori dall'ideatore stesso e, secondo i suoi criteri, progettai il primo esemplare che fu oggetto di esperienze e deduzioni conclusive ed esaurienti. Ora, se è vero che l'ultimo tipo di motore chiamato «compensato» ideato dal chiarissimo Prof. Sartori al quale si riferisce l'Ing. Rodocanachi non presenta ancora — per ammissione dello stesso ideatore — tutti i requisiti per essere considerato un motore industriale, è altrettanto vero che le esperienze eseguite sul primo tipo di motore ne dimostrarono, oltre alla esattezza della concezione dal lato scientifico, anche le sicure ed indiscutibili possibilità industriali e che, se esso non è ancora adottato e costruito, ciò dipende da ragioni che esulano dal campo puramente tecnico.

Inoltre credo meriti di essere ricordato, per i risultati soddisfacenti ottenuti sotto i diversi riguardi, il motore autosincrono da me studiato e progettato, brevettato e costruito dalla Ditta Marelli di Sesto San Giovanni. Tale tipo di motore non differisce, nello statore, da un comune asincrono; il rotore invece si distacca dal tipo Danielson — per avere un avvolgimento bifase diffuso su tutta la periferia del tipo ondulato ed embricato, ed un avvolgimento ausiliario a spirale concorrente con una delle fasi dell'avvolgimento bifase — ed alloggiato nella stessa cava di questo, che, per lo scopo, hanno dimensioni appropriate

e diverse dalle altre. I collegamenti di uesti due avvolgimenti distinti facenti capo ad un collettore a cinque anelli, sono tali da permettere, a mezzo di un controller speciale, le seguenti combinazioni:

1) avviamento con introduzione di resistenze e marcia come asincrono, utilizzando solo le due fasi del bifase;

2) sincronizzazione e funzionamento come sincrónico: una delle fasi del bifase in serie con l'avvolgimento ausiliario forma il campo induttore, mentre la seconda fase del bifase, messa in corto circuito, funziona da ammortizzatore;

3) funzionamento come generatore sincrónico;

4) funzionamento come generatore asincrono con o senza eccitazione propria.

L'utilizzazione del materiale rotorico attivo non risulta inferiore a quella dei migliori tipi del genere, autosincroni od asincroni sincronizzati quali il Sartori, mentre la presenza del circuito ammortizzatore rende più stabile il funzionamento sotto variazioni di carico.

L'apparecchio di manovra è suscettibile di funzionamento automatico per la regolazione dell'eccitazione con l'applicazione di un regolatore; e, nell'assenza di questo, è reso possibile il funzionamento come asincrono nel caso in cui, per effetto di un forte sovraccarico istantaneo, il motore esca dal parallelo.

La coppia di avviamento non ha alcuna limitazione teorica; praticamente essa è però limitata dalle necessità di non far assumere alle macchine dimensioni e costi industrialmente non accettabili e di assicurare al motore sincrónico una larga «zona di funzionamento stabile» che, come è noto, aumenta — a parità di ogni altro elemento fondamentale (flusso, impedenza dell'avvolgimento indotto, ecc.) — con l'aumentare della riluttanza magnetica totale del circuito mentre, nell'espressione generale della coppia massima del motore asincrono, tale riluttanza fa parte del termine sottrattivo. Una uguale considerazione vale per la coppia sincronizzante che risulta in questo motore sufficientemente energica e capace di portare il rotore al sincronismo sotto il pieno carico.

Tali tipi di motori vengono costruiti normalmente per potenze oltre i 30-40 HP, con eccitatrice coassiale a tensione adeguata ed il loro funzionamento è reversibile (come generatori). Esemplari costruiti di 70 HP a 1500 giri, 50 periodi ed ultimamente di 250 HP a 1500 giri, 50 periodi hanno confermato perfettamente le previsioni, presentando un funzionamento regolare e rendimenti elevati. Oscillogrammi rilevati sul circuito statorico all'atto della sincronizzazione hanno mostrato il limitatissimo sbalzo di corrente, mentre quelli rilevati sul circuito ammortizzatore al brusco variare del carico hanno dato un'idea chiara della sua azione sincronizzante. Inoltre, a seconda della loro potenza e polarità, tali tipi di motori presentano un coefficiente di sovraccarico variante da 1,3 ad 1,5 circa.

Nel caso accennato dall'egregio Ing. Rodocanachi, di funzionamento puramente come condensatore e quindi con coppia resistente all'avviamento limitata all'inerzia della parte rotante ed alle perdite per attrito e ventilazione, credo non sia necessario ricorrere agli autosincroni propriamente detti, cioè a forte coppia di avviamento. Per potenze limitate a poche centinaia di kVA e per velocità elevate, come si convengono per economia di impianto, la comune costruzione del motore sincrónico, con induttore ad espansione polare massiccia (non laminata) serve ottimamente, utilizzando la coppia d'isteresi; per potenze rilevanti e masse rotanti considerevoli si ricorre al tipo con gubbia di scioltolo ausiliaria sull'induttore. La coppia di avviamento ottenibile con tensione ridotta e corrente assorbita limitata al valore normale è più che sufficiente per l'avviamento e la sincronizzazione della macchina.

Noto però che il consiglio di usare macchine bipolari non è, nella maggior parte dei casi, accettabile perchè i turbo risultano genericamente più costosi e di installazione più complessa che non le macchine più lente di uguale potenza; questo naturalmente quando trattasi di condensatori destinati solo a questo scopo.

Va infine aggiunto che, oltre ai tipi di autosincroni accennati nella lettera in parola, anche la Siemens e la A. E. G. costruiscono un loro tipo brevettato di motore.

Allo stato attuale della costruzione di questi tipi di motori credo che la loro adozione si presenti conveniente per unità di potenza non inferiore ai 40-50 HP; la presenza imprescindibile dell'organo generante corrente continua — sia esso distinto o facente parte intrinseca della macchina e dell'apparecchio di avviamento e regolazione — rende questi motori più delicati ed onerosi dei comuni asincroni. E sarà probabile, nei moderni impianti industriali, riscontrare l'installazione delle piccole unità di pochi HP del tipo asincrono comune, lasciando invece l'ufficio di rifasatore dell'intero impianto a qualche grosso motore autosincrono funzionante con adeguato anticipo di fase.

Grazie dell'ospitalità e distinti ossequi.

Milano, 5 febbraio 1924.

Ing. R. TOMASICCHIO.

* *

Funzionamento di più linee in parallelo.

Riceviamo:

A proposito della interessante Comunicazione degli ingegneri C. Castellani e G. Melinossi alla Sezione di Livorno dell'A. E. I. «Sul comportamento di più linee di trasmissione d'energia funzionanti in parallelo», pubblicata su «L'Elettrotecnica» del 5 dicembre u. s., credo non inopportuno rammentare come l'argomento stesso, con risultati analoghi a quelli cui giungono i colleghi e con effettiva applicazione ad un caso pratico, formò oggetto parecchi anni fa di un notevole lavoro del mio compianto amico, Ing. G. Anfossi «Sopra il comportamento di due linee trifasi funzionanti in parallelo» presentato alla Sezione di Genova dell'A. E. I. nel 1905 e completato nel 1906, in unione allo scrivente, con altro «Sopra alcuni diagrammi riguardanti il funzionamento di due linee trifasi in parallelo».

Senza nulla togliere al merito del contributo portato dal recente lavoro dei colleghi in aggiunta anche a quelli pure recenti dell'Ing. Dalla Verde e del Prof. Revessi sull'argomento, rammenterò come la trattazione dell'Ing. Anfossi (ella quale, più che non con quella del Prof. Revessi, presenta alcune somiglianze il lavoro degli Ingg. Castellani e Melinossi) si riferisse anch'essa sia alla ripartizione delle correnti secondo un rapporto costante, sia a quella dei carichi in funzione del cos ϕ del carico complessivo, sia al trasporto di sola energia reattiva o anche di energia di ritorno (corrente di circolazione) da parte d'una delle linee in parallelo; e specialmente come essa pure concludesse per l'utilità di induttanze addizionali per migliorare la ripartizione delle correnti e così ridurre le perdite della trasmissione. Inoltre di tali deduzioni veniva sperimentalmente verificata l'esattezza nel caso di una linea di trasporto dell'Acquedotto De Ferraris-Galliera, tra Isoverde e Pontedecimo, costituita da una terna a 5000 V in parallelo con altra a 25000 V ad essa collegata mediante trasformazione alla partenza ed all'arrivo; alla quale linea, che funzionò lungamente ed utilmente in tali condizioni, vennero appunto applicate allo scopo indicato, induttanze addizionali. Nel successivo lavoro dell'Ing. Anfossi e mio, vennero più particolarmente studiate, con procedimenti geometrici, la ripartizione dei carichi secondo il cos ϕ , la variazione delle perdite totali e quella da dare all'induttanza di regolazione quando sia raggiunta per una delle linee l'intensità massima, intendendo che la trattazione riguardasse sia due linee provviste entrambe o no di trasformatori, sia anche due trasformatori in parallelo con caratteristiche differenti. Se ben rammento, anche in tal caso vennero effettivamente adottate dall'Ing. Anfossi induttanze addizionali.

Il lavoro degli Ingg. Castellani e Melinossi, riprendendo l'argomento, mostra assai opportunamente l'estensione di simili trattazioni al caso di più linee in parallelo o di un anello con più alimentazioni ed erogazioni; e costituisce un utile contributo ad un problema che se (come «L'Elettrotecnica» faceva in proposito rilevare) dati i continui progressi dei sistemi di trasporto dell'energia elettrica, si presenta ora assai di frequente, non ha mancato di attirare già da tempo l'attenzione dei tecnici, e ciò in uno dei più antichi trasporti di forza del nostro paese.

Ing. GINO CAMPOS.

* *

Esposizione radiotelegrafica di Torino.

L'Ing. Palestrino, Presidente della Sezione di Torino, ci gira la seguente lettera:

Leggo nel n. 4 dell'«Elettrotecnica» di quest'anno, a pag. 87, il resoconto dell'Esposizione di radio tenutasi a Torino tra il 16 e il 26 gennaio u. s., e mi permetto fare rilevare a Lei, quale nostro Presidente, una inesattezza che mi riguarda con preghiera di volerne promuovere la rettifica:

1) Le macchine Hughes (e non Hugues come erroneamente stampato) che hanno servito all'Ing. Magni ed a me per le prove di trasmissioni radiotelegrafiche, mediante il registratore inventato dallo stesso Ing. Magni sin dal 1917 sono state costruite a Torino da quest'officina, che da oltre 25 anni è dedicata esclusivamente alla fabbricazione di apparecchi telegrafici celeri stampanti.

2) Le prove fatte alla presenza dei tecnici nel locale compartimento telegrafico sono felicemente riuscite; non mancano che particolari di dettaglio per le loro applicazioni pratiche.

Ringraziando con massimo ossequio.

Ing. CLEMENTE DIENA.

I Soci vitalizi o perpetui sono i più benefici della Associazione.

.. Sunti e Sommari ..

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

C. E. HORTON — Radiogoniometria a bordo di navi in ferro.
(The El., 13 luglio 1923, Vol. 91, N. 2356, pag. 32).

L'applicazione del radiogoniometro a bordo delle navi incontra sensibili difficoltà a cagione del numero e delle dimensioni rilevanti delle strutture metalliche perturbatrici, che si trovano in prossimità dell'apparecchio. Alcune cause di errore si attenuano o si eliminano del tutto ponendosi in posizione di simmetria; e questo è il motivo per cui il radiogoniometro è quasi sempre sistemato nel piano longitudinale della nave. Restano tuttavia in ogni caso altri sensibili errori, di cui la parte prevalente ha andamento quadrante, ossia un andamento periodico per cui i valori dell'errore subiscono due cicli completi di variazione, quando la direzione del segnale compie l'intero giro di 360° rispetto alla nave. La correzione di questo errore si fa talvolta modificando le dimensioni dei due aerei del radiogoniometro ed in particolare riducendo la superficie dell'aereo disposto nel piano longitudinale della nave in confronto con quella dell'aereo disposto nel piano trasversale. Ma si può anche usare un sistema di due aerei eguali e modificare convenientemente la struttura del radiogoniometro nel modo seguente. Le due spirali fisse di questo, aventi fra loro accoppiamento nullo, sono spostate una rispetto all'altra in modo da produrre due campi distinti. Il sistema mobile è composto di due bobine solidali e collegate in serie, mobili rispettivamente nel campo delle due spirali fisse e vincolate in modo che l'una sia perpendicolare alla propria spirale fissa quando l'altra è parallela alla sua e viceversa. Questo sistema è equivalente elettricamente al radiogoniometro normale, ma consente di variare l'accoppiamento di una spirale fissa rispetto alla sua bobina mobile, indipendentemente dall'accoppiamento delle altre due. Con ciò si ha evidentemente un mezzo per compensare gli errori a variazione quadrante.

La marina militare britannica ha ora parecchi radiogoniometri, i quali in luogo di dare il rilevamento della stazione trasmittente rispetto alla nave, danno direttamente il rilevamento geografico vero. Ciò è ottenuto rendendo mobile il disco graduato del radiogoniometro e collegandolo elettricamente con la rosa di una girobussola, come si fa per le ordinarie bussole ripetitrici; il disco conserva quindi un'orientazione fissa rispetto al meridiano geografico, comunque giri la nave, e su di esso si leggono i rilevamenti veri.

* *

CONDUTTURE.

G. DARRIENS e H. DESBARRES — Nuovo tipo di pali per linee elettriche. (Conferenza internazionale delle Grandi Reti Elettriche - 1923).

Gli Autori mettono in evidenza come ogni progresso in questo campo debba tendere a permettere, a eguali condizioni di sicurezza dell'insieme, di concentrare la maggior parte della spesa totale sui conduttori, che sono l'elemento essenziale della linea, diminuendo invece la parte di spesa relativa agli elementi secondari o subordinati, come sono i pali. Potendosi così usare conduttori più grossi, non solo si diminuiscono le perdite in linea, ma si raggiunge una maggior effettiva sicurezza rispetto alle cause accidentali di rottura.

I pali, cosiddetti elastici, ossia flessibili nella direzione della linea offrono già una soluzione elegante ma il loro impiego è limitato a campate non troppo grandi per le quali un piccolo spostamento della sommità dei pali basti a determinare variazioni di tensione e di freccia apprezzabili nelle campate adiacenti.

Gli AA. hanno voluto limitare la funzione dei pali normali di linea strettamente al sostegno della linea e alla resistenza agli sforzi trasversali, assegnando ai soli pali d'amaraggio la funzione di assicurare l'equilibrio della linea nel senso longitudinale.

I pali normali si trovano quindi ridotti a semplici cavalletti coi piedi convenientemente allontanati nel senso trasversale onde impedire il rovesciamento, e liberamente articolati a livello del suolo in modo da venire sottratti ad ogni sforzo da parte dei conduttori nel senso longitudinale.

In tal modo non solo si riducono al minimo le fondazioni, consistenti in due blocchi di calcestruzzo, e l'occupazione di terreno, ma si può anche diminuire il numero dei pali grazie al maggior valore della campata economica. Infatti, mentre coi pali ordinari il momento flettente alla base cresce più rapidamente che non l'altezza dei pali stessi, i cavalletti non hanno da sopportare che sforzi situati nel loro piano (provenienti dal peso e dal vento trasversale); ed eventualmente un momento di torsione per rottura accidentale di parte dei conduttori; momento che dipende dal modo di armamento, ma è indipendente dall'altezza dei cavalletti.

Si può anche arrivare a sopprimere per la maggior parte questo momento accidentale di torsione dando al supporto la possibilità di assumere uno spostamento che sottragga i montanti principali ad ogni sforzo non situato nel loro piano, e limiti l'effetto del momento di torsione alla parte superiore del cavalletto, quella cioè portante l'armamento.

Il tratto di linea compreso fra due pali d'amaraggio, consistente in n portate e $n-1$ cavalletti deve essere stabile, ossia tale che ogni de-

formazione deve aumentarne l'energia potenziale e tendere a riportare l'insieme alla posizione primitiva. Ciò equivale a dire che, astrazione fatta dall'elasticità dei fili, l'abbassamento del centro di gravità dei supporti deve essere compensato da un sollevamento almeno equivalente del centro di gravità dell'insieme dei conduttori.

Questa condizione che, viene ad assegnare un limite superiore al rapporto fra il peso dei supporti e quello della linea, in pratica si trova sempre soddisfatta, e non riesce quindi una condizione restrittiva.

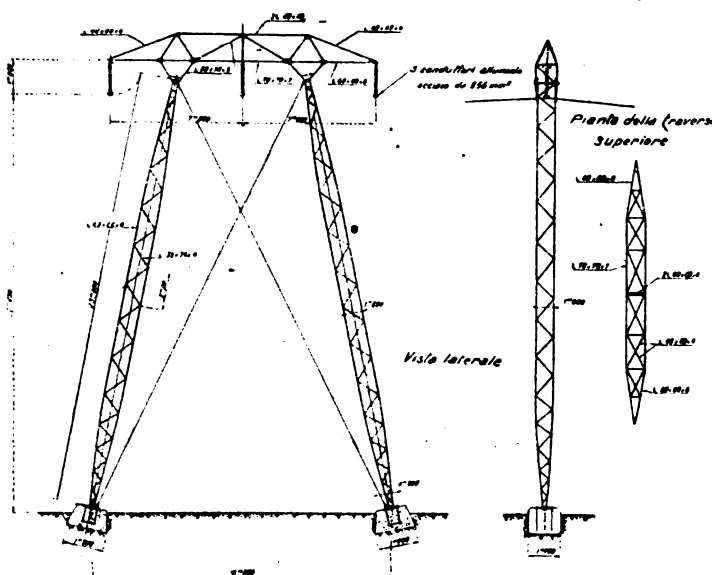
Assai più limitativa riesce invece la condizione della stabilità con vento longitudinale. I cavalletti, trasmettendo ai conduttori lo sforzo che subiscono, s'inclinano tutti nello stesso senso di una quantità che cresce progressivamente a partire dai pali d'ancoraggio, e trova il suo massimo nel punto di mezzo del loro intervallo. Invece la freccia ridotta al minimo nella prima campata adiacente al palo d'ancoraggio a monte, cresce gradatamente fino al suo massimo nella campata a valle; la tensione varia inversamente alla freccia.

Lo sforzo del vento sui cavalletti della metà a valle è quindi compensato dalla diminuzione di tensione nelle portate che li seguono, di modo che l'aumento massimo della tensione nella portata più a monte corrisponde solo a circa la metà dello sforzo sull'insieme dei cavalletti.

La condizione che questo sforzo complementare resti, sia per i pali che per i conduttori, entro i limiti imposti da altre ipotesi, come quella del massimo vento trasversale o della rottura totale dei conduttori, determina il numero massimo di campate articolate consecutive.

L'adozione dei cavalletti articolati non implica alcun maggiore sforzo né alcuna maggiore complessità costruttiva nei pali d'ancoraggio.

Riguardo all'ipotesi della rottura parziale dei conduttori, si dovrà caso per caso, considerare se convenga adottare un cavalletto rigido capace di resistere al momento di torsione o un cavalletto deforma-



bile capace di cedere in parte agli sforzi disimmetrici derivanti dalla rottura. In quest'ultimo caso mentre viene diminuita la tensione residua nei conduttori spezzatisi, viene aumentata, per la deformazione del palo, lo sforzo nei conduttori residui.

Per i pali di arresto gli AA. ritengono conveniente di costruirli come i cavalletti comuni, salvo rinforzarne la parte superiore, ancorandoli convenientemente a una distanza sufficiente nella direzione della linea.

Gli AA. sviluppano come esempio il calcolo di una palificazione per linea trifase a 220 000 V con tre conduttori d'alluminio-acciaio di 355 mm^2 . Questi sono montati nello stesso piano orizzontale, ciò che permette di ridurre al minimo l'altezza dei supporti e il momento alla base, e permette di non considerare l'eventualità della rottura di più di un conduttore.

Gli elementi della palificazione risultano dalla figura. La sollecitazione unitaria massima nei montanti si è limitata a $6,6 \text{ kg/mm}^2$.

I cavalletti risultano di due montanti articolati alla base e portanti superiormente una traversa pure articolata, e collegati da due tiranti in cavo d'acciaio da 180 kg/mm^2 di carico di rottura. Le articolazioni alla base sono costituite da calotte sferiche in ghisa bullonate al montante e poggianti su placche a cavità sferiche, fissate al blocco di fondazione.

Le ipotesi di carico più sfavorevoli tenute presenti nel calcolo furono: 1) vento da 120 kg/m^2 perpendicolarmente alla linea; 2) rottura di uno dei conduttori esterni. Quanto al vento nella direzione della linea, lo sforzo è sostenuto dai conduttori e il cavalletto non ha da resistere che allo sforzo di flessione indotto dalla pressione del vento sul cavalletto stesso.

La condizione 1) determina le dimensioni dei due montanti e le dimensioni verticali della traversa; la 2) determina le dimensioni orizzontali della traversa.

Colle dimensioni indicate in figura, la sollecitazione massima nel ferro nelle più sfavorevoli condizioni non sorpassa i 12 kg/mm^2 . Lo sforzo totale di compressione in un montante è di 5560 kg con una

sollecitazione unitaria nei montanti di $6,3 \text{ kg/mm}^2$ che avrebbe permesso anche l'adozione di angolari più piccoli. La traversa resiste agli sforzi derivanti dalla rottura di un conduttore, con un coefficiente di sicurezza superiore a 3. Il peso totale del cavalletto completo è di 2770 kg e potrebbe anche essere sensibilmente ridotto senza pregiudizio della sua resistenza.

La stabilità nel senso trasversale alla linea è largamente assicurata essendo il momento di rovesciamento massimo pari a 68000 kgm mentre il momento di stabilità dovuto al peso del cavalletto e dei conduttori risulta di 141000 kgm . Il blocco di fondazione è di metri $1,70 \times 1,70$ con una pressione sul terreno di $0,2 \text{ kg/cm}^2$.

Il montaggio dei cavalletti si fa a terra; il cavalletto viene poi eretto e ancorato provvisoriamente finché sia completata la tesatura dei conduttori fra i due pali d'ammarraggio.

La campata è di 400 m , con quattro cavalletti compresi fra due pali d'ancoraggio distanti due chilometri; il numero dei pali d'ancoraggio, come pure le loro dimensioni non sono superiori a quelli di una linea normale.

Gli AA. stabiliscono un confronto economico fra la linea descritta ed una costruita con pali comuni e campate di 250 m . Nel primo caso, occorrono per due chilometri di linea, quattro cavalletti ossia complessivamente 11200 kg di ferro, mentre con campate comuni di 250 m occorrerebbero sette pali con 30100 kg di ferro. Inoltre i blocchi di fondazione hanno per i cavalletti un volume di circa 6 m^3 mentre per i pali comuni occorrono circa 15 m^3 di calcestruzzo, ciò che porta pure una economia non disprezzabile.

Il costo per 100 kg sarà però più elevato per i cavalletti che nei pali comuni e gli AA. ammettono un raffronto da 180 a 130 .

Secondo i prezzi esposti dagli AA. sarebbe realizzabile una economia di circa 37000 franchi ogni due chilometri di linea, ossia un risparmio di circa il 20 per cento sul costo comune.

Gli AA. sviluppano anche la parte teorica del calcolo della resistenza e della stabilità dei cavalletti.

R. S. N.

* *

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

P. LEJAY — Contributo allo studio degli amplificatori a bassissima frequenza. (L'Onde électrique, N. 21, settembre 1923, pag. 521).

Come è noto gli amplificatori a bassissima frequenza ⁽¹⁾ sono ordinari amplificatori a resistenza nei quali i valori delle capacità di collegamento sono opportunamente aumentati. Un primo triodo raddrizza le oscillazioni di bassa frequenza che gli vengono comunicate e dopo di esso si hanno alcuni stadi di amplificazione, l'ultimo dei quali è costituito da un certo numero di triodi in parallelo, suscettibili di mettere in giuoco la potenza necessaria per azionare direttamente un rivelatore elettromeccanico (fig. 1).

I valori normalmente consigliati per le $R_1, R_2, \dots, r_1, r_2, \dots, C_1, C_2, \dots$ sono rispettivamente dell'ordine dei $2 \div 5 \text{ M}\Omega$, $50000 \div 100000 \Omega$ e $0,1 \div 2 \mu\text{F}$ a seconda della velocità di manipolazione.

Questi apparecchi sono in generale difettosi nei periodi iniziali e finali di funzionamento. Aumentando opportunamente la costante di tempo, con la scelta giudiziosa dei valori di cui sopra, si può fare in modo che tali difetti non si manifestino fra parola e parola, ma, specialmente quando gli stadi di amplificazione sono numerosi, il principio e la fine di ogni messaggio sono alterati.

La natura stessa dell'inconveniente fa supporre ch'esso sia dovuto ad una modificazione continua dello stato dell'apparecchio durante il funzionamento. Per mettere ciò in evidenza l'A. ha rilevato, mediante un milliamperometro registratore, i diagrammi di corrente anodica ad ogni stadio di amplificazione ed ha potuto così dare una interpretazione del fenomeno.

Supponiamo l'amplificatore pronto a funzionare e regolato in modo che la corrente anodica nel raddrizzatore e le correnti di griglia abbiano valori praticamente trascurabili. Allorché giunge un segnale il circuito anodico del raddrizzatore è percorso da corrente; ciò fa diminuire il potenziale di griglia del 1° triodo amplificatore e quindi anche la sua corrente anodica. La griglia del 2° triodo amplificatore è sottoposta allora ad accrescimento di potenziale ai quali corrispondono aumenti di corrente anodica e di corrente di griglia; se più segnali si susseguono, il valor medio di questa seconda corrente aumenta ed allora diminuisce il potenziale medio di griglia e quindi anche il valor medio di corrente anodica. Nel 3° triodo amplificatore si avrebbe invece tendenza ad una diminuzione di corrente di griglia, ma poichè abbiamo supposto che questa fosse già quasi nulla non si avranno effetti apprezzabili; nel quarto triodo si ripetono le condizioni già verificate nel 2° e così sia alternativamente per le amplificazioni di posto dispari e per quelle di posto pari.

Risulta allora spiegato il cattivo funzionamento iniziale dell'amplificatore poichè è chiaro ch'esso ha bisogno di un certo tempo per mettersi a regime; allorché i segnali cessano, si capisce poi come ai segni effettivamente trasmessi si aggiungano quelli derivanti dal successivo ritorno al valor normale delle correnti anodiche dei triodi di ordine pari.

⁽¹⁾ L'Elettrotecnica 5 febbraio 1921 vol. VIII n. 4 pag. 85 • Bol. R. T. vol. II pag. 14.

Da queste considerazioni deriva il rimedio proposto dall'A. e consistente nel diminuire le resistenze di griglia dei triodi pari dai $2 \div 5 \text{ M}\Omega$ ai $100.000 \div 200.000 \Omega$. Tali valori di R risultano sufficientemente piccoli per evitare un'apprezzabile variazione del potenziale medio di griglia e sufficientemente grandi per impedire che la derivazione costituita da essa resistenza (in parallelo con quella filamento griglia) diminuisca sensibilmente l'amplificazione.

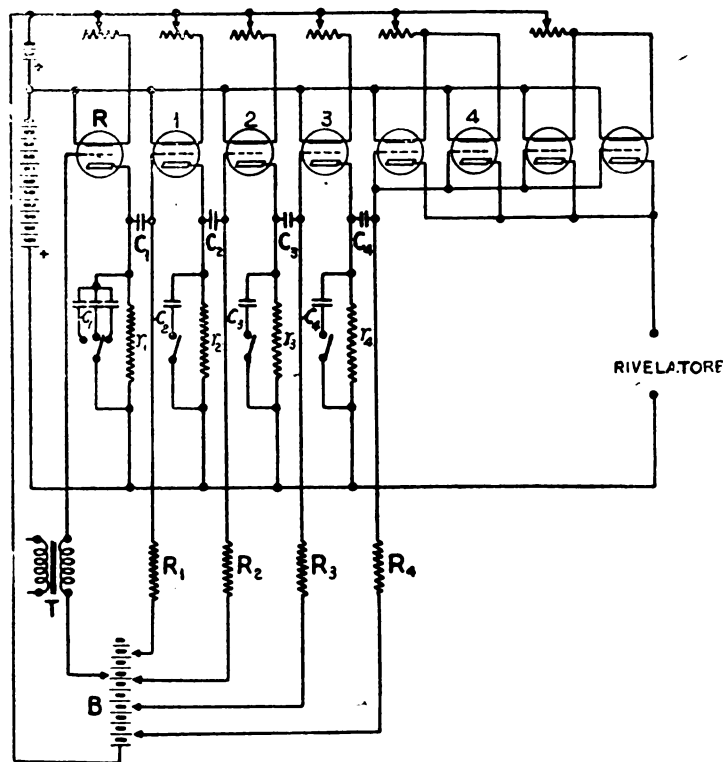


Fig. 1.

Non sarebbe prudente (e d'altronde non è necessario) ridurre anche i valori delle R dei triodi di ordine dispari. In tali condizioni, infatti, le griglie di due triodi contigui, che sono soggette a variazioni opposte di potenziale, verrebbero ad essere collegate da una resistenza complessiva dell'ordine dei $200.000 \div 400.000 \Omega$, la quale, con i due condensatori di collegamento e le due resistenze anodiche, formerebbe un circuito la cui costante di tempo sarebbe forse sufficientemente piccola per permettere l'innescarsi di oscillazioni di bassa frequenza.

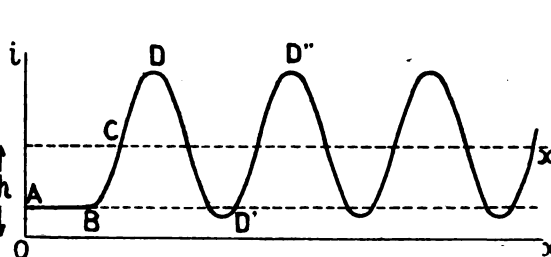


Fig. 2.

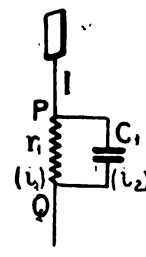


Fig. 3.

Dopo avere accennato ai buoni risultati ottenuti, l'A. dà la seguente spiegazione teorica del comportamento delle capacità shunt c_1, c_2, \dots delle quali è consigliato l'uso per evitare che l'amplificatore a bassissima frequenza reagisca su quello a bassa frequenza che lo precede. La griglia del triodo raddrizzatore è sottoposta, durante un segno telegrafico, a variazioni di potenziale sensibilmente sinusoidali e di frequenza acustica attorno ad un valor medio fortemente negativo. La corrente anodica sarà dunque poco diminuita durante l'alternanza negativa e considerevolmente aumentata durante la positiva; con sufficiente approssimazione potrà essere rappresentata dalla curva $A B C D D'$ (fig. 2), somma dell'aumento medio $A B C x'$ e di una variazione periodica $C D D' D''$. Ammettendo che questa variazione sia sinusoidale (il che equivale a considerare un solo termine, per esempio il primo, della serie di Fourier che analiticamente la esprime), si può porre (fig. 3)

$$I = A \sin \omega t + h \quad i_1 = \frac{v}{r_1} \quad i_2 = c_1 \frac{dv}{dt}$$

$$I = i_1 + i_2 = A \sin \omega t + h = \frac{v}{r_1} + c_1 \frac{dv}{dt}$$

da cui

$$v = K e^{-\frac{t}{r_1 c_1}} + \frac{A r_1}{\sqrt{1 + \omega^2 c_1^2 r_1^2}} \sin(\omega t - \varphi) + h r_1$$

dove v è la differenza di potenziale fra P e Q e $\tan \varphi = \omega c_1 r_1$.

Si vede allora che le variazioni di potenziale del punto P sono date dalla somma di un termine esponenziale tendente a zero e di un termine periodico che rappresenta oscillazioni della stessa frequenza di quelle comunicate alla griglia. L'ampiezza di tali oscillazioni, che evidentemente reagiscono su quelle impresse, viene dunque, per la presenza del condensatore, ridotta nel rapporto $\frac{1}{\sqrt{1+\omega^2 c_1^2 r_1^2}}$ il quale

può esser reso piccolo a volontà scegliendo opportunamente il valore di c_1 . Convien non spingere troppo questa riduzione per non accrescere il ritardo che il sistema introduce nell'azionamento del relais. Le capacità c_2, c_3, \dots hanno scopi analoghi, ma evidentemente risultano pressochè inutili se c_1 ha già sufficientemente ridotto le oscillazioni di bassa frequenza; poichè esse rendono meno brusche le variazioni di potenziale degli anodi, possono tuttavia contribuire ad evitare l'innescarsi di oscillazioni parassite. L'A., ha ad ogni modo, osservato che, anche con cinque stadi di amplificazione, le capacità successive potevano essere sempre soppresses senza danno. U. Ru.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

La trazione elettrica ad accumulatori negli Stati Uniti. (R. G. E., anno VII, T. XIII, N. 1, pag. 26).

Introduzione. — Si possono classificare nel seguente modo i veicoli ad accumulatori attualmente in uso:

- 1) Carri leggeri per distribuzione merci;
- 2) Autocarri;
- 3) Omnibus;
- 4) Vagoncini per officine e stazioni;
- 5) Ambulanze;
- 6) Vetture private da città ed anche da turismo;
- 7) Seggiole a motore per invalidi.

Di queste applicazioni sono le tre prime che sembrano le più estese presentando esse gran vantaggio in confronto agli altri mezzi di trasporto.

Le corse fatte in tali condizioni hanno sempre confermato la superiorità delle vetture ad accumulatori rispetto a quelle mosse da motori a scoppio.

Raggio d'azione. — Il raggio d'azione corrisponde alla distanza che può essere percorsa senza che gli accumulatori abbiano bisogno di ricambio. Esso raggiunge i 160 km per una vettura da turismo; 72 km per un piccolo autocarro da 500 a 1000 kg; 64 km per un autocarro da 2 tonnellate e, infine, 56 km per un camion da 3,5 a 5 tonnellate.

II. - Confronto con gli altri sistemi di trazione: risultati ottenuti.

Autocarri a benzina. — I due grafici (fig. 1 e 2) dimostrano in modo ben convincente l'economia realizzata nella trazione mediante accumulatori e così pure il rapido aumento del carico trasportabile con tale mezzo. Questi grafici vennero stabiliti da un'importante Società che utilizza, contemporaneamente, autocarri a benzina ed autocarri ad accumulatori elettrici. I costi sono calcolati comprendendovi tutte le spese (eccetto l'interesse del capitale) l'ammortamento della vettura, le assicurazioni ed i compensi al conduttore. Il costo della benzina ha variato da 8,5 centesimi di dollaro per gallone (litri 4,54 e cioè circa L. 0,45 per litro) nel 1915 fino a 21 centesimi di dollaro nel 1919, (L. 1,10 al litro), mentre il costo della corrente è diminuito da L. 0,43 (1,88 centesimi di dollaro) nel 1915 per kilowatt-ora a L. 0,38 (1,65 centesimi di dollaro) nel 1919.

Il consumo delle gomme dei cerchioni è minore nelle vetture elettriche che non in quelle con motore a scoppio.

Trazione animale. — Secondo uno studio francese comunicato nel giugno 1920, il paragone fra il costo (tutto compreso) del trasporto di una tonnellata per un chilometro dà i risultati seguenti che sono stabiliti pel caso in cui il costo di un kilowatt-ora sia di franchi 0,15, che un litro di benzina costi fr. 0,265 e che il vitto di un cavallo costi fr. 4.10 per giorno.

| | |
|---------------------|-----------|
| Autocarro elettrico | Fr. 1,41; |
| » a benzina | » 1,58; |
| Carro a cavallo | » 1,83. |

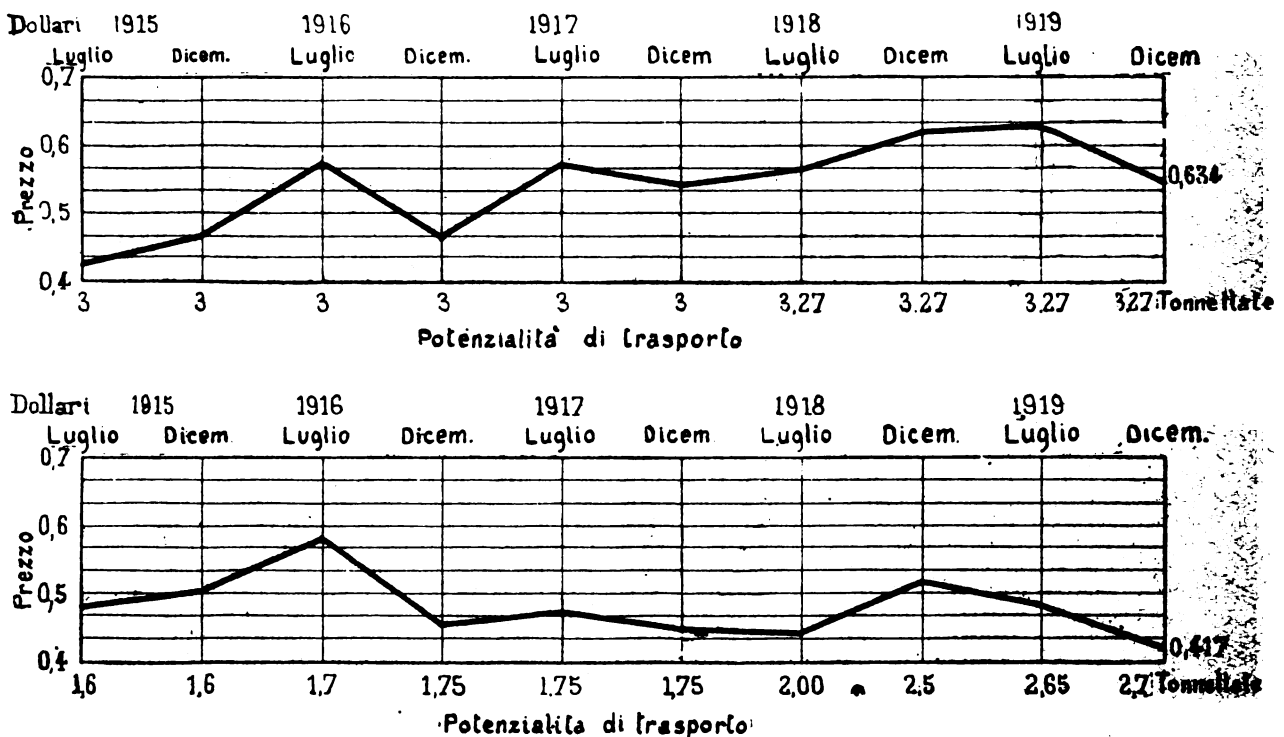


Fig. 1. — Costo del trasporto per tonnellata e per miglio (km 1600) con camion a benzina.

Fig. 2. — Come sopra, con camion ad accumulatore elettrico.

Si espongono qui sotto, unitamente ai vantaggi offerti da questo particolare sistema di trazione ed ai termini di paragone con gli altri, i punti principali interessati nella questione.

I. - Vantaggi della trazione mediante accumulatori elettrici.

Le vetture mosse da accumulatori presentano tre qualità principali: la facilità di condotta e di manutenzione, l'economia e la celerità. Il primo vantaggio è evidente.

L'economia realizzata è stimata, al minimo, al 20% se si fa il confronto con le vetture mosse con motori a scoppio. Si espongono più avanti le ragioni di tale affermazione.

L'aumento di velocità sembrerebbe assai meno evidente; esso non è, d'altronde, reale se non nel caso del traffico che si svolge nelle vie di una città popolosa e per una corsa interrotta da frequenti fermate, imposte o volontarie. In tal caso, invero, la facilità di manovra e la grande accelerazione del motore fanno sì che si ottengano valori elevati della velocità media.

Questi risultati dimostrano ancora il vantaggio dei veicoli ad accumulatori elettrici.

Nota. — L'influenza pressochè nulla della temperatura sulle vetture elettriche costituisce un altro vantaggio di tale sistema di trazione rispetto agli altri: i trasporti trainati da cavalli risentono dei freddi intensi e dei grandi calori. Gli autocarri a benzina risentono sovente dei freddi intensi che causano perdite di tempo nella messa in marcia).

III. - Organizzazione delle rimesse.

Va da sé che l'impiego generale delle vetture elettriche ad accumulatori richiede un'organizzazione speciale. Essa formò oggetto in America di uno studio particolareggiato per determinare le migliori condizioni d'esercizio, tanto per il cliente che se ne serve quanto per il proprietario che esercisce il «garage».

Si può immaginare l'impianto di uno o più «garages» come una

comodità che la stessa Società produttrice d'energia mette a disposizione dei propri clienti per la ricarica e la manutenzione degli accumulatori.

Per le grandi città l'organizzazione dei «garages» come industria a sé può essere preferibile. Dal punto di vista dell'importanza, un minimo di 60 veicoli è necessario affinché un «garage» possa realizzare dei benefici.

Occorre inoltre che il cliente prenda al «garage» gli accumulatori di ricambio che gli saranno affidati in modo da evitare discussioni nel caso che gli accumulatori funzionino male.

Il «garage» può allora incaricarsi della costante manutenzione delle batterie d'accumulatori date in affitto per una somma minima.

Il «garage» può organizzare anche dei luoghi, in punti convenienti, di rifornimento ove si possa fare il cambio di una batteria, così come si fa la rifornimento di olio o di benzina.

Si cita, come esempio, il «garage» di Chicago, organizzato secondo tali criteri. La vettura, senza batteria d'accumulatori è venduta a L. 34.155 (1485 dollari). La batteria è affittata in ragione di L. 145 (15 dollari) al mese più una tassa di L. 23 (un dollaro) per il ricambio di ogni batteria scarica.

Tale ricambio si fa in due minuti e mezzo, e cioè ben più prontamente che non il riempimento di un serbatoio a benzina.

Cinque stazioni di rifornimento dove si può fare il cambio degli accumulatori sono installate nella città.

Si vedono tutti i vantaggi di tal sistema che concede anche, nei periodi di non utilizzazione superiori ad un mese, il diritto di non pagare l'affitto degli accumulatori.

L'economia realizzata dal cliente non comperando in proprio gli accumulatori occorrenti, è del 20 %.

IV. - Studio del mercato - Mezzo di propaganda - Cooperazione fra costruttori e centrali produttrici.

La «National Electric Light Association» ha fatto uno studio particolareggiato delle possibilità di vendita per tutto il mondo. In tutti i paesi, dal più al meno, vengono utilizzate vetture elettriche ed una applicazione razionale di questo mezzo di trasporto ai bisogni particolari di ciascuna regione permette di prevedere un avvenire fiorente di una simile industria in Europa, America, Africa e Asia.

Fra i mezzi di propaganda per lo sviluppo dell'impiego di vetture elettriche, ne esiste uno particolarmente interessante e suscettibile di diventare molto efficace.

Infatti l'interesse dei distributori di corrente che cercano tutti i modi di generalizzare l'applicazione dell'elettricità, è evidentemente quello di collaborare coi costruttori di vetture elettriche. In una sola città degli Stati Uniti, tre società hanno, insieme, 444 vetture elettriche in servizio e l'incasso fatto dai distributori è stimato a 2.300.000 lire (100.000 dollari) per anno; la corrente è fornita a L. 0,46 (2 centesimi di dollaro) per kilowatt-ora.

Ogni distributore potrebbe designare un ingegnere specialmente incaricato di informare i clienti sui vantaggi della trazione per accumulatori. Tenendosi in relazione coi rappresentanti dei costruttori di vetture, potrebbe raggiungere più sicuramente lo scopo comune.

V. - Particolari vari.

Negli Stati Uniti sono compilati dei bollettini contenenti il prezzo della corrente per la carica degli accumulatori, la tensione di regime del motore, il numero di elementi costituenti le batterie, le dimensioni, la velocità di regime, il raggio d'azione normale. Degli studi sono stati fatti per facilitare il ricambio delle batterie di autocarri di fabbriche varie. Bisogna perciò fissare l'ingombro delle batterie, la disposizione degli elementi nella cassetta e la disposizione di queste, l'ubicazione e la polarità degli estremi, e, infine il metodo adottato per lo scambio delle batterie. Il modo nel quale si deve eseguire lo scambio è, in realtà, d'importanza capitale e devono essere tenuti presenti i seguenti particolari:

La batteria deve potersi cambiare da uno dei fianchi del veicolo: lo stesso telaio che serve di supporto deve poter essere conservato: si deve poter avere la possibilità di cambiare una sola cassetta nonchè di poter caricare od estrarre la batteria mediante una manovra unica. Il ricambio delle batterie deve essere rapido.

La questione della leggerezza, del piccolo ingombro complessivo, del prezzo e della semplicità devono ugualmente essere presi in esame. Infine bisogna poter isolare accuratamente la batteria contro il freddo durante l'inverno e ventilarla d'estate.

VI. - Legislazione.

Le imposte sulle automobili sono state elevate sempre maggiormente in ragione del rapido deterioramento delle strade causato da tal sistema di trasporto. Tuttavia lo Stato di Maryland, tenendo conto del fatto che gli autocarri elettrici sono destinati solamente al traffico urbano, ha promulgato una legge con la quale si diminuisce la tassa, per le automobili elettriche, del 50 %. Questa legge è in vigore dal 1° aprile 1918.

g. ve.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purché ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via S. Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

La prossima Conferenza dell'energia mondiale a Londra.

Per iniziativa della «British and Allied Manufacturers Association» e colla cooperazione delle Associazioni tecniche della Gran Bretagna e di altri Paesi, è stata indetta una Conferenza Internazionale il cui scopo è di esaminare tutto ciò che si riferisce alla produzione, distribuzione ed utilizzazione dell'energia sotto tutte le sue forme.

La Conferenza si riunirà a Londra in occasione dell'Esposizione dell'Impero Britannico dal 30 giugno al 12 luglio p. v. È già assicurata la partecipazione di venticinque Nazioni e altre stanno aggiungendosi. La Conferenza avrà cinque Divisioni: la 1ª è intitolata «Risorse di energia» e ciascuna Nazione partecipante presenterà a questa Divisione una memoria di carattere ufficiale che riassume tutte le risorse di energia del proprio Paese, nonchè ciò che si riferisce alla legislazione in materia. La Divisione 2ª si occuperà della «Produzione dell'energia» e conterrà sei Sezioni che si occuperanno rispettivamente della produzione idraulica, della produzione termica, della generazione a vapore, delle turbine a vapore e delle macchine a combustione interna. La Divisione 3ª che contiene due Sezioni si occuperà della trasmissione e della distribuzione di energia. La Divisione 4ª avrà per oggetto l'utilizzazione dell'energia e conterrà sei Sezioni che si occuperanno degli usi domestici, delle applicazioni elettrochimiche ed elettrosiderurgiche, dei trasporti per terra, per mare, per aria, e dell'illuminazione. Infine la 5ª Divisione si occuperà di argomenti di carattere generale, economico, finanziario e legale.

Come si vede il campo coperto è vastissimo.

Per l'Italia, dietro invito del Governo Britannico, il Ministero dei Lavori Pubblici ha da tempo nominato una Commissione per l'organizzazione dell'intervento italiano. Di questa Commissione è Presidente S. E. il Prof. Corbino, Vice Presidente l'Ing. Guido Semenza, e membri i signori Gr. Uff. E. Venezian, Ing. E. Vismara, Comm. F. Fusco, e i Presidenti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, del Comitato Elettrotecnico Italiano, dell'Associazione Nazionale Ingegneri, dell'Associazione Esercenti Imprese Elettriche.

La Commissione Italiana ha stabilito 17 temi che furono affidati a specialisti nei vari campi. L'Italia dunque parteciperà alla riunione in forma adeguata alla sua importanza e tale partecipazione servirà soprattutto ad illustrare ciò che il nostro Paese ha fatto in tutto il campo dell'utilizzazione delle energie naturali.

Diamo qui alcune norme per la partecipazione alla Conferenza. Per essere membri della Conferenza si debbono versare lire sterline 2. le quali danno diritto ad intervenire alle sedute e ad altri vantaggi relativi alla Esposizione in corso durante la Conferenza. Dopo la Conferenza vi saranno tre gite specialmente organizzate e contemporanee: la prima avrà per oggetto una visita industriale in Gran Bretagna, la seconda avrà per oggetto gli impianti idroelettrici e altre industrie interessanti in Svezia e in Norvegia, la terza si svolgerà in Francia, Italia e Svizzera. I dettagli di queste gite non sono ancora conosciuti.

Il Comitato di organizzazione della Conferenza prega coloro i quali intendono parteciparvi di volersi iscrivere colla massima sollecitudine essendo già fin d'ora difficile il procurare alloggi. Gli italiani che desiderassero iscriversi sono pregati di rivolgersi al Vice Presidente, Ing. Guido Semenza (Via Monte Napoleone, 39 - Milano) o al Comm. Avv. P. D'Angelo, presso il Ministero dei Lavori Pubblici a Roma, per ulteriori particolari e per perfezionare la loro iscrizione.

CONCORSI.

Concorsi a premi proposti dal R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere di Milano.

MEDAGLIE TRIENNALI. — Il R. Istituto Lombardo, secondo l'articolo 28 del suo regolamento organico, aggiudica ogni triennio due medaglie d'oro di L. 500 ciascuna, per promuovere le industrie agricole e manifatturiere: una destinata a quei cittadini italiani che abbiano concorso a far progredire l'agricoltura lombarda col mezzo di scoperte o di metodi non ancora praticati; l'altra a quelli che abbiano fatto migliorare notevolmente o introdotto con buona riuscita, una data industria manifattrice in Lombardia.

Termine di presentazione delle istanze: 31 dicembre 1924.

PREMI DI FONDAZIONE CAGNOLA. — Tema per il 1924: Metodi e strumenti pratici per l'esatta determinazione del coefficiente di conduttività assoluta interna dei corpi cattivi conduttori del calore, nelle ordinarie condizioni di temperatura. Esperienze e misure relative.

Scadenza 1 aprile 1924, ore 15.

Premio L. 2500 e una medaglia d'oro del valore di L. 500.

Tema per il 1925: Portare un contributo sperimentale alla risoluzione di problemi di carattere chimico mediante l'impiego dei metodi di esame dei cristalli o delle polveri cristalline coi Raggi X.

Scadenza 31 dicembre 1925, ore 15.

Premio L. 2500 e una medaglia d'oro del valore di L. 500.

PREMIO FONDAZIONE BRAMBILLA. — Concorso per gli anni 1924 e 1925: A chi avrà inventato o introdotto in Lombardia qualche nuova macchina, o qualsiasi processo industriale, o altro miglioramento, da cui la popolazione ottenga un vantaggio reale e provato.

Il premio sarà proporzionato all'importanza dei lavori che si presenteranno al concorso, e potrà raggiungere, in caso di merito eccezionale, la somma di lire 4000.

Scadenza 31 marzo 1924.

PREMIO DI FONDAZIONE KRAMER. — Tema per il 1925: Rassegna ed esame critico dei concetti fondamentali teorici e pratici coi quali vennero progettate e costruite le più importanti dighe di sbarramento dei bacini montani nell'ultimo ventennio.

Scadenza 31 dicembre 1925. Premio L. 4000.

BORSA DI STUDIO DELLA FONDAZIONE AMALIA VISCONTI TENCONI (Lire 1500) da conferirsi ogni anno a un giovane di nazionalità italiana, di scarsa fortuna e che, avendo già dato prova d'ingegno non comune, di rettitudine e buona volontà, si avvia agli studi in materia di elettricità industriale, prevalentemente per perfezionamento all'estero.

PREMIO DELLA FONDAZIONE ERNESTO DE ANGELI. — Premio triennale perpetuo per: invenzioni, studi e disposizioni aventi per iscopo la sicurezza e l'igiene degli operai nelle industrie.

Scadenza del concorso: 31 dicembre 1926. Premio L. 5000.

MOTORI ELETTRICI.

Un nuovo motore elettrico ad impulsione per il comando di apparecchi registratori. (L'Industrie électrique, n. 752, 25 ottobre, 1923). — Gli ingegneri del Laboratorio di aeronautica degli Stati Uniti hanno costruito un nuovo tipo di motore elettrico per l'azionamento degli apparecchi registratori impiegati nei servizi di fotografia aerei.

Il motore è costituito da due elettrocalamite di relai telefonici disposte una di fronte all'altra e agenti su di una armatura in modo da attirarla e da respingerla alternativamente dall'uno all'altro paio di poli quando le elettrocalamite vengano eccitate con corrente alternata. All'armatura sono adattati due arresti agenti in punti diametralmente opposti della ruota dentata come si può vedere nelle figure 1 e 2.

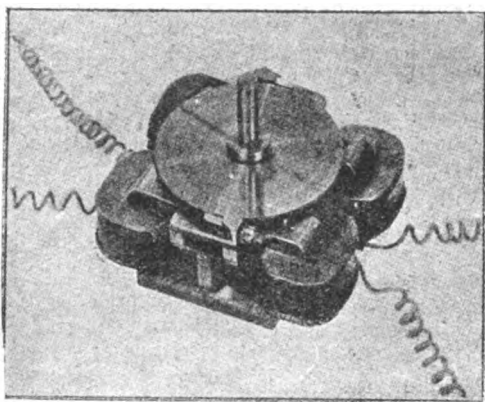


Fig. 2. — Pianta e sezione verticale del motore.

Le due elettrocalamite sono disposte verticalmente su di una carcassa orizzontale. L'asse, 1, della ruota è verticale; la ruota, 2, è attaccata dai due arresti 3 e 4 montati mediante le piccole squadre 5 alle estremità dell'armatura 6. Questa è montata su due molle piatte, 7, che la tengono, durante la posizione di riposo, a uguale distanza delle due paia di poli; 8 è la carcassa dell'apparecchio, 9 le bobine d'eccitazione, 10 i poli, 11 e 12 le due elettrocalamite.

Quando a queste viene applicata una corrente alternata l'armatura viene attirata da una delle elettrocalamite, per es., quella di sinistra. Con questo movimento il dente 3 fa girare la ruota mentre il 4 scivola sul dente col quale ingranava. Cambiando di senso il flusso, l'armatura viene portata verso l'elettrocalamita di destra, in questo caso è il dente 4 che fa girare la ruota e così di seguito.

L'armatura, la ruota e gli arresti sono congegnati in modo per cui è necessario un doppio movimento dalla posizione di riposo a sinistra e poi ritorno, di qui a destra e di nuovo nella posizione di riposo per fare avanzare la ruota di un dente. La ruota ha 240 denti, per farle fare un giro completo occorrono quindi 480 impulsioni.

L'intraferro fra l'armatura e le due paia di poli è di 0,2 mm. Durante il funzionamento esso varia da 0,2 a 0 il che corrisponde ad un intraferro medio di 0,1 mm di modo che l'efficacia del circuito magnetico è molto grande.

Il motore descritto misura 34,9 mm di lunghezza, 30,2 mm di larghezza e 22,2 mm di altezza e pesa circa 75 gr.

Lo sforzo magnetico varia fra 1150 gr. quando l'intraferro è nullo e 550 gr. quando è massimo. Scegliendo opportunamente le molle di sospensione dell'armatura si uguaglia lo sforzo a 850 gr. durante tutta la corsa.

In pratica le elettrocalamite non sono alimentate con corrente alternata ma mediante corrente continua inviata alternativamente nell'una e nell'altra per mezzo di un distributore azionato da un motorino a velocità costante che fa 720 giri al minuto, di modo che in ragione un'alternanza per giro, l'armatura del motore trasmette 1140 impulsioni al minuto alla ruota dentata e le fa compiere in questo tempo tre giri. Si può rallentare o accelerare la velocità di rotazione

del distributore in modo da far variare il numero di impulsioni da 0 a 16800 al minuto, il che corrisponde per la ruota dentata ad una velocità di rotazione variabile da 0 a 35 giri al minuto. Un unico distributore può venire impiegato per comandare la corrente di ecci-

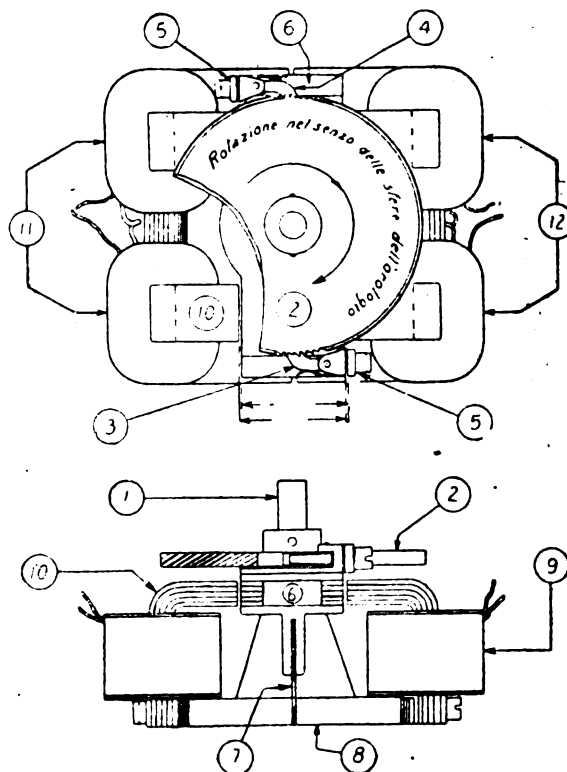


Fig. 1. — Vista d'insieme del piccolo motore elettromagnetico.

tazione delle elettrocalamite di un numero qualunque di apparecchi i quali funzionano così in sincronismo perfetto.

Il volume del motore descritto è solo di 200 cm³, il rendimento è dell'1 % e la potenza sviluppata è di 6×10^{-6} HP. g. g.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

La nuova stazione Radio di Torre Nuova (Roma). — La Telefunken Zeitung (N. 32-33, settembre 1923, pag. 89-91) riferisce che, a circa 25 km a levante da Roma, nell'ampia campagna che si stende verso i piedi dei contrafforti dell'Appennino, sorge, in vicinanza di Frascati, la piccola stazione ferroviaria di Torre Nuova. Questa località, fino ad oggi scarsamente conosciuta, sta per assumere una notorietà mondiale, perchè dà il nome ad un nuovo grande impianto radiotelegrafico. A ponente della stazione ferroviaria sorge esattamente il luogo dove sarà costruita la nuova stazione transcontinentale di « Torre Nuova ».

Sono già cominciate, sotto la direzione di geometri tedeschi, i lavori di assaggio del terreno per stabilire precisamente il punto che meglio si presta ad erigervi le fondazioni dell'edificio, la cui costruzione sarà quindi immediatamente iniziata. La costruzione della stazione è stata affidata dal Ministero delle Poste e Telegrafi alla Società Telefunken, e l'esercizio di essa è stato concesso alla Società Italo-Radio.

La stazione r. t. di « Torre Nuova » sarà adibita specialmente al traffico transatlantico, e si spera che già verso la metà del 1925 possa entrare in servizio: essa avrà un padiglione aereo sostenuto da sette alberi, ciascuno dell'altezza di m 210, secondo lo schema già in servizio a Kootwijk e in tutte le altre sue installazioni sarà all'altezza delle più recenti innovazioni portate dalla Telefunken nella tecnica delle grandi stazioni radio. L'impianto ricevente comprenderà una doppia antenna radiogoniometrica, e l'insieme del servizio di trasmissione, ricezione e successivo inoltrare dei telegrammi sarà disimpegnato da una Centrale, che sorgerà in Roma.

La Telefunken Zeitung promette di tenere regolarmente informati i lettori dello sviluppo dei lavori di questa stazione. F. Vi.

Abbonamenti per Laureandi Ingegneri

È aperto un abbonamento speciale all'*Elettrotecnica* per il corrente 1923 (annata completa) al prezzo ridotto di L. 40,— per gli studenti regolarmente iscritti all'ultimo anno della Scuola di Ingegneria del Regno.

Gli studenti che desiderano abbonarsi devono inviare cartolina vaglia all'Ufficio Centrale con una dichiarazione della Direzione o di un Professore della Scuola da cui risulti la loro qualità di Laureandi Ingegneri.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

Ing. ALESSANDRO ORSI. — *La T.S.F. per quelli che sanno e per quelli che non sanno.* - Un volume in brochure di pag. 270, formato 15,5 x 24 con 124 figure, 14 tabelle e 3 abachi. - Lib. Ed. Mantegazza di P. Cremonese, Roma, 1924 - Prezzo L. 16 (Numero medio di parole per pagina di testo 314).

Ecco un altro volume che mira ad esporre in forma piana quanto si riferisce alle radiocomunicazioni, descrivendo i dispositivi più usati, spiegandone il funzionamento e fornendo norme e dati per la costruzione degli apparati ricevitori.

Nella prima parte sono trattati i circuiti radiotelegrafici e le radiocomunicazioni in generale, nella seconda la trasmissione, nella terza la ricezione e l'amplificazione, nella quarta la costruzione degli apparecchi ricevitori. L'A. presuppone che i lettori siano già provvisti delle più elementari nozioni relative all'elettricità e l'esposizione, in generale molto chiara, lo è sufficientemente anche quando l'A. spiega il funzionamento di dispositivi complessi quali quelli per la modulazione radiotelefonica, il ricevitore a super-rigenerazione, il ricevitore a neutrodina, ecc. Le due ultime parti, che sono quelle per cui specialmente è stato scritto il volume, in quanto esso cerca di venire in aiuto ai dilettanti desiderosi di costruire da sé apparati adatti a ricevere i radiosegnali, sono le più estese. Soprattutto l'ultima è ricca di consigli, di dati, di esempi e di notizie, al corrente con gli ultimi progressi della tecnica delle radiocomunicazioni, cosicché si può ritenere che al volume non debba mancare il successo fra coloro ai quali è destinato.

La veste tipografica è buona, gli schemi sono numerosi e bene scelti; quattordici tabelle e tre abachi permettono di evitare la maggiore parte dei calcoli che deve fare chi voglia costruire un apparecchio.

* *

D'AQUINO. — *La Decomposizione delle righe spettrali per effetto del campo elettrico.* — Napoli, 1922 - Unione Tipografica Combattenti - Un volume di pag. 86 con 5 figure e 2 tavole, formato 17 x 24,5. Numero medio di parole per una pagina di stampa, 460 circa. - Prezzo L. 10.

L'emissione luminosa del sistema atomico, con la teoria dei quanti, viene spiegata mediante la variazione di energia che detto sistema subisce nel passare da una ad un'altra configurazione. In tal guisa, come ha supposto il Bohr, se W_A e W_B sono le energie del sistema nelle configurazioni A e B e se h è la costante universale del Planck, la frequenza della radiazione emessa in tale passaggio è data da

$$\nu = \frac{W_A - W_B}{h}$$

In conseguenza di tale semplicissima ipotesi, la meccanica è entrata nei domini dell'ottica fisica determinando nuove relazioni tra le righe dello stesso spettro e tra quelle di spettri diversi facendo intravedere ulteriori progressi. La memoria dell'A. è un riassunto di tutta la questione e in pari tempo un tentativo di volgarizzazione di essa, per quanto è consentito dalla natura altamente teorica, dell'argomento. In particolare l'A. si occupa del nuovo effetto scoperto quasi contemporaneamente nel 1913, dal Lo Surdo a Firenze e dallo Stark ad Aquisgrana con metodi sperimentali diversi. Quando l'atomo emettente una determinata radiazione luminosa si trova in un intenso campo elettrico, detta radiazione si scinde in numerose radiazioni più semplici, in guisa da aversi un fenomeno corrispondente a quello di Zeemann, che rivela l'azione del campo magnetico sull'emissione luminosa. Ma a differenza dell'effetto Zeemann, l'effetto Stark-Lo Surdo rivela notevoli differenze di decomposizione, sia qualitative sia quantitative tra riga e riga della stessa serie spettrale, dimostrando così che ogni riga deve avere un'origine diversa, un proprio sistema emettente.

L'A. espone quindi la teoria dei nuovi risultati raccolti in questo campo, teoria proposta dall'Epstein scolaro del Sommerfeld e particolarmente applicata all'atomo più semplice qual'è quello dell'idrogeno. Scrivendo le equazioni del moto dell'unico elettrone, che gira intorno al suo nucleo, nella forma canonica di Hamilton-Jacobi e integrandole dopo di aver trasformate le coordinate cartesiane in coordinate paraboliche, si dimostra che detto moto, quando l'atomo è posto nel campo elettrico, è del genere di quelli detti *condizionalmente periodici*, che presentano cioè il carattere delle curve di Lissajous. Risolto il problema meccanico con semplici ipotesi fornite dalla teoria dei quanti, si passa a risolvere il problema elettromagnetico e si riesce a calcolare teoricamente le componenti delle righe H per effetto del campo elettrico, in pieno accordo con le misure sperimentali fatte dallo Stark con potenti mezzi spettroscopici.

L'elenco dei singoli capitoli è il seguente: I. Introduzione; II. Prime ricerche e metodi sperimentali; III. Decomposizione elettrica delle righe H della serie di Balmer; IV. Ulteriori ricerche sulla decomposizione elettrica delle righe della serie di Balmer; V. Prime formule teoriche dell'effetto del campo; VI. Teoria di Epstein; VII. Intensità e polarizzazione delle componenti delle righe H : a) Principio di analogia del Bohr, b) Formole calcolate dal Kramers, c) Confronto

con i dati sperimentali; VIII. Differenze e analogia tra la decomposizione elettrica e quella magnetica delle righe H ; IX. Azione simultanea di un campo elettrico e di un campo magnetico sulle righe H ; X. Decomposizione elettrica delle righe dello spettro secondario dell'idrogeno; XI. Decomposizione elettrica delle righe dell'Elio; XII. Considerazioni teoriche sulla decomposizione elettrica delle righe dell'Elio; XIII. La decomposizione elettrica in alcuni altri gas; XIV. L'effetto del campo elettrico sulle righe di serie degli spettri dei metalli; XV. Decomposizione elettrica e larghezza delle righe spettrali; XVI. Recenti ricerche sulla decomposizione elettrica delle righe di assorbimento.

Il volume si chiude con un ricco elenco bibliografico e con un indice alfabetico delle materie e degli autori.

* *

A. BARBAGELATA. — *Macchine elettriche - Costruzione, funzionamento e prove.* — Parte seconda - Preliminari e generalità sulla prova delle macchine elettriche. - Un volume di pag. VIII - 115 con 109 figure; formato 25 x 18 (numero medio di parole per pagina di stampa 440) - 1924 - Libreria Editrice Politecnica - Milano - Prezzo L. 20 a Milano, L. 22 nelle altre città del Regno.

A distanza di poco più di un anno dalla pubblicazione del primo volume di quest'opera, destinata a trattare delle generalità sulle costruzioni elettromeccaniche, comparisce ora il secondo volume, che contiene le generalità sulla prova delle macchine elettriche.

Si comincia col trattare degli strumenti di misura industriale, della loro classificazione, dei loro caratteri generali, delle letture, della sospensione delle parti mobili, delle molle antagoniste, dei concetti di portata, sensibilità, errore, approssimazione ed ancora dello smorzamento e dell'aperiodicità degli equipaggi. Segue lo studio degli amperometri e dei voltometri a bobina mobile, elettrodinamici, termici, a induzione. Un capitolo a parte è destinato alla misura della potenza e ai wattometri, alla discussione degli errori, ai modi di inversione, sempre nei circuiti monofasi; laddove il capitolo successivo, assai più esteso è dedicato alla potenza nei circuiti trifasi ed alle misure relative, comprendendovi le definizioni e le misure per i sistemi non equilibrati e l'introduzione dei concetti relativi alle grandezze monofasi equivalenti.

Col capitolo quinto comincia, si può dire, la seconda parte del volume, nella quale si tratta dello scopo, del carattere e della classificazione delle prove sulle macchine, si descrivono e si discutono le prove di riscaldamento, si analizzano i metodi di prova a circolazione di energia e le così dette prove equivalenti e si esaminano in fine le prove di isolamento e di rigidità.

Le lodi che di quest'opera ci parve doveroso formulare in occasione del primo volume (1) debbono essere, noi riteniamo, pienamente confermate per questo volume secondo. Ad ogni passo si sente l'opera chiarificatrice dell'A., si sente la sua originalità, non ricercata ad arte, ma spontanea ed essenziale, perchè dovuta alla completa diretta rielaborazione personale della materia, all'esperienza veramente vissuta. Si trova in questo libro ed in larga messe quello che tante volte i giovani professionisti ci chiedono, perchè, come essi dicono, «quello che veramente serve, non si trova quasi mai nei libri». La ragione di tale frequente difetto sta, come è ben risaputo, in ciò che la maggior parte dei libri sono impasti più o meno perfetti di materia tratta da altri libri. Questo dell'A., per contro, introduce molta materia nuova, non ancora macinata e rimacinata nel ciclo chiuso degli altri trattati. E sono idee semplici, limpide, ordinate, esposte con l'aiuto di figure anch'esse originali, ben fatte e tutte evidentemente disegnate a bella posta per il libro. Le «considerazioni pratiche» che si ritrovano in ogni principale argomento e che vorremmo chiamare «considerazioni critiche» rivelano quella prerogativa che il Carlyle dice essere propria dell'eroe quale scrittore, danno cioè il gusto, al lettore non impreparato di trovar formulate, con chiarezza e con precisione, idee che egli aveva già da tempo concepite, ma che restavano in forma ancora confusa ed embrionale nella sua mente. E la riprova di tutto ciò sta nella mole ristretta del libro, limitato a ciò che è veramente utile, sfrondato da ciò che è accessorio e superfluo e talvolta dannoso, diversissimo anche in questo dagli zibaldoni di certa letteratura straniera.

Accuratissima sotto ogni riguardo la veste tipografica. G. V.

(1) L'Elettrotecnica, 5 ottobre 1922 n. 28, vol. IX, pag. 683.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

La Redazione si riserva di dare eventualmente più ampie notizie, in altra rubrica, dei lavori qui elencati.

Ing. GINO VERONESE. — *Relazione sopra una stazione idrometrica sperimentale per l'esecuzione di ricerche sul tempo di corrosione e sugli indici di scabrezza relativi ai canali di bonifica.* — Estratto dalla Pubblicazione N. 5 dell'Istituto Idrotecnico di Stra - Venezia Officine Grafiche Carlo Ferrari, 1923.

Co. GENERALE DI ELETTRICITÀ - Milano - Via Borgognone, 40. — *Descrizione del brevetto «Forster» per innesto elettromagnetico.* — Opuscolo di 8 pagine 21,5 x 26 cm.

- ANTONIO SELLERIO. — *Lampadine a luminescenza*. - Conferenza tenuta nell'Anfiteatro di Fisica della Università di Palermo ai soci della Società Univ. di Scienze Matematiche. — Estratto dalla Rivista « Archimede », organo della S. U. S. M. - Palermo, 1923.
- VINCENZO VERNERS. — *La termocompressione nell'industria*. — Estratto da « L'Industria », 1923 - Vol. XXXVII - N. 18 — Milano, Soc. Editrice « Unitas », Viale Monforte, 12.
- Ing. Prof. FRANCESCO MARZOLO. — *Le forze idrauliche della Carinzia*. — Bollettino mensile della Sezione di Padova dell'Associazione Nazionale degli Ingegneri ed Architetti, novembre-dicembre, 1923 - Società Cooperativa Tipog., Padova.
- PIRRO DEL GUASTA. — *Gli accumulatori elettrici* - Nozioni pratiche - Editori S. Lattes e C. - Torino-Genova, 1923 — Un vol. 12,5×19 cm., pag. 90; 34 figure e tabelle; numero medio di parole per ogni pagina del testo, 200 circa. — Prezzo L. 5 in Torino, L. 5,50 nelle altre città del Regno.
- Dott. MARIO BERETTA. — *Di un organico piano regolatore delle vie d'acqua di grande navigazione nell'Italia settentrionale*. — In atti del Congresso Nazionale della navigazione interna e dei porti. - Ravenna, Ferrara, Venezia. — Ottobre 1921. - Officine Grafiche Rodolfo Piccioni - Milano, Corso Venezia, 63.
- D. FRANCESCHELLI. — *Riscaldamento elettrico domestico e industriale*. - Memoriale e dati pratici per il costruttore e montatore elettricista - Manuale Hoepli - Milano, 1924 — Prezzo L. 15; pag. 250, figure 77.
- CHARLES BOILEAU. — *Un problema nazionale: L'électrification générale du territoire*. — Paris. — Edit. I. Tégni - 3 bis, rue de la Sabbière - 1924. — Un volume 14×22,5 cm., di pag. 160 con parecchie illustrazioni. - Numero medio delle parole per una pagina di testo, 200 circa. — Prezzo 10 frs.
- Dott. ETTORE MOLINARI. — *Trattato di Clinica generale ed applicata all'industria*. — Vol. I, Chimica inorganica - Parte prima - 5ª edizione riveduta ed ampliata con 229 incisioni e una tavola spettroscopica; formato 16,5×24 cm., pag. 680 con 228 illustrazioni. Numero medio delle parole per una pagina di testo, 350 circa

DECRETI, LEGGI E REGOLAMENTI

Norme per gli oli.

Con riferimento al testo pubblicato nel numero scorso, ricordiamo che esso dovrà essere ratificato dal Consiglio generale dell'A. E. I. nella seduta del 23 corrente. E quindi indispensabile che coloro che hanno qualche cosa da osservare in proposito trasmettano senza indugio le loro osservazioni all'Ufficio Centrale dell'Associazione.

* *

Decreto e Regolamento emanati in Francia per le Stazioni radiotelegrafiche e radiotelefoniche private.

Il continuo aumento delle radiocomunicazioni, che va di pari passo col rapido progredire della radiotecnica, fa sorgere la necessità che siano fissate per legge norme atte a regolare l'impianto e l'esercizio delle stazioni, sia perchè i Governi debbono essere garantiti che non si compiano operazioni pericolose per lo Stato, sia perchè la regolarità delle comunicazioni radioelettriche non venga impedita dai disturbi reciproci che le stazioni si arrecano.

A questo proposito è stato emanato in Francia, in data 24 novembre 1923, un decreto che mira a disciplinare l'uso della radiotelegrafia e della radiotelefonica per le stazioni private francesi. Si ritiene utile di riassumerlo qui, anche in relazione con quanto si sta facendo in Italia. Il decreto (che è pubblicato nel Journal Officiel de la République Française del 14 dicembre 1923) è preceduto da una relazione firmata dai ministri interessati. In tale relazione si afferma che la Commissione incaricata di studiare il problema è stata ispirata nel suo lavoro dal desiderio costante di favorire il progresso della scienza e della tecnica radioelettrica e di permettere al pubblico di trarne i maggiori vantaggi. La Commissione, cosciente degli interessi generali di cui il Governo deve avere cura, ha ritenuto che l'installazione e l'utilizzazione degli impianti radioelettrici privati meritino di essere incoraggiate il più possibile, tenendo però sempre presente che essi debbono funzionare senza danno del servizio delle stazioni pubbliche, senza disturbarsi fra loro e senza costituire un pericolo per la sicurezza dello Stato e la difesa nazionale. In alcuni paesi nei quali non esisteva alcuna limitazione per l'uso delle comunicazioni radioelettriche, in seguito a domanda dei medesimi possessori degli apparecchi, si è dovuta considerare la questione per rimediare agli inconvenienti derivanti dall'uso delle onde elettriche, fatto da parte dei privati senza ordine nè metodo. Per non dover prendere in seguito provvedimenti restrittivi, il Governo francese ha preferito di precisare senz'altro le regole che devono disciplinare l'installazione e l'uso degli impianti radioelettrici privati di ogni genere.

Il decreto è suddiviso in tre parti:

1. — *Stazioni private riceventi*. — Le stazioni che servono esclusivamente alla ricezione di comunicazioni senza carattere di corrispondenza particolare sono divise in tre categorie: a) quelle installate per audizioni gratuite dai dipartimenti, dai Comuni, dagli stabilimenti pubblici o di pubblica utilità; b) quelle installate da privati per audi-

zioni pubbliche o a pagamento; c) quelle che non sono destinate ad audizioni pubbliche o a pagamento. L'autorizzazione per l'impianto è concessa a tutti i cittadini francesi, che ne facciano richiesta rilasciando una dichiarazione conforme a un modello stabilito dal Sottosegretario delle poste e telegrafi. Se il richiedente non è cittadino francese occorre un'autorizzazione speciale come per le stazioni trasmettenti.

Le stazioni riceventi non devono causare alcuna molestia alle stazioni vicine, anche se sono adoperati apparecchi che mandano deboli correnti nell'antenna. L'Amministrazione delle Poste e Telegrafi è incaricata di esercitare il controllo ritenuto opportuno sulle stazioni private di ricezione. Per ogni complesso ricevente appartenente alla categoria b) il concessionario è tenuto al pagamento, per ogni apparecchio ricevente, di una tassa annuale che può essere al massimo di 200 franchi. Vi è l'assoluto divieto di intercettare comunicazioni dirette ad una particolare stazione sia privata, sia pubblica. La facoltà di ricevere comunicazioni particolari è subordinata ad una autorizzazione speciale da ottenersi come per le stazioni trasmettenti.

2. — *Stazioni private trasmettenti*. — L'impianto di stazioni radioelettriche sia soltanto trasmettenti sia trasmettenti e riceventi è subordinato ad una speciale autorizzazione rilasciata dal Sottosegretario delle Poste e Telegrafi, udito il parere di una apposita Commissione interministeriale. I Ministri degli Esteri, degli Interni, della Guerra e della Marina possono opporsi alla concessione, per ragioni inerenti alla sicurezza dello Stato o al normale funzionamento delle stazioni relative ai loro servizi.

Le stazioni radioelettriche private sono suddivise in cinque categorie: a) stazioni fisse da usarsi per comunicazioni private, b) stazioni mobili e stazioni terrestri corrispondenti con esse, da usarsi per comunicazioni private non disciplinate da disposizioni internazionali o interne, c) stazioni fisse per comunicare al pubblico notizie d'interesse generale; d) stazioni a scopo di esperimenti tecnici o scientifici; e) stazioni di dilettanti.

Tutte le informazioni di qualunque natura trasmesse dalle stazioni private sono sottoposte al controllo stabilito per la corrispondenza telegrafica privata. Per le stazioni della categoria c) il Sottosegretario delle Poste e Telegrafi deve stipulare una convenzione speciale nella quale sono fissate, d'accordo con i Ministeri competenti, le condizioni tecniche, amministrative e finanziarie dell'installazione e dell'utilizzazione dell'impianto. Le stazioni della categoria d) possono trasmettere soltanto temporaneamente, in giorni e ad ore stabilite, segnali per la regolazione degli apparecchi; le stazioni della categoria e) possono servire soltanto a comunicazioni utili per il funzionamento degli apparecchi, con esclusione di qualsiasi notizia. Lo Stato può, per i bisogni del servizio pubblico, utilizzare temporaneamente con personale suo e a sue spese le stazioni private.

Nelle domande intese ad ottenere la concessione dell'impianto di una stazione, che vanno formulate secondo un modello stabilito, devono essere indicati lo scopo dell'impianto, la natura delle comunicazioni progettate, la posizione della stazione, l'orario di funzionamento richiesto, le caratteristiche tecniche dell'installazione. I concessionari devono dichiarare inoltre di sottoporsi a tutte le disposizioni, riflettenti l'impianto e l'esercizio delle stazioni private, già esistenti o che siano stabilite in seguito. Le autorizzazioni possono essere rilasciate soltanto a chi possiede un brevetto di operatore radiotelegrafico o radiotelefonico da concedersi dopo esame o a chi si impegna a valersi, per la regolazione e il buon funzionamento degli apparecchi, dell'opera di un operatore brevettato. In una data regione il numero delle stazioni trasmettenti può venire limitato tenendo conto della possibilità di disturbo fra impianti vicini.

I soli tipi di onde per i quali può essere accordata la concessione sono le onde continue manipolate e le onde continue modulate dalla voce o dai suoni musicali. Le stazioni della categoria b) possono però essere autorizzate ad usare, per i servizi che possono rivestire carattere internazionale, tutti i tipi di onde ammessi dalle convenzioni internazionali.

La potenza ammessa per ogni stazione è proporzionata alla distanza da superare. Per le stazioni della categoria a) tuttavia essa non può essere maggiore di 400 W all'alimentazione e le onde usate devono essere comprese fra 150 m e 200 m. Se tali stazioni devono stabilire comunicazioni in località dove vi è popolazione agglomerata la potenza è limitata a 100 W e la lunghezza d'onda è compresa fra 125 e 150 metri. Per le stazioni della categoria b) è ammessa una potenza fino a 400 W e la lunghezza d'onda fra 150 e 180 metri. Per le stazioni della stessa categoria, che devono stabilire comunicazioni di carattere internazionale, le lunghezze d'onda sono stabilite in base alle convenzioni internazionali. Per le stazioni della categoria d) potenza e lunghezza d'onda sono fissate in ogni caso secondo lo scopo dell'impianto. Per le stazioni della categoria e) la potenza dell'alimentazione non può superare i 100 W e la lunghezza d'onda deve essere compresa fra 180 e 200 metri. Le caratteristiche tecniche, che entro i limiti suddetti devono essere stabilite dalla Commissione interministeriale prima citata in base allo scopo dell'impianto, sono ancora sottoposte ad eventuali restrizioni derivanti dalle esigenze dei servizi pubblici.

Sono proibite le emissioni modulate dalla parola che non siano in linguaggio chiaro ed in francese, e tutte le emissioni per mezzo di procedimenti speciali che non permettano la ricezione con apparecchi ricevitori di modello approvato dall'amministrazione delle Poste e Telegrafi.

L'Amministrazione delle Poste e Telegrafi esercita un controllo

permanente sulle stazioni trasmettenti private ed i suoi agenti incaricati del controllo hanno facoltà di entrare nelle stazioni.

Seguono le disposizioni fiscali alle quali deve ottemperare chi ha ottenuta la concessione.

3. — *Disposizioni comuni alle stazioni radioelettriche private di ogni genere.* — Fra tali disposizioni sono da ricordare le seguenti:

Lo Stato declina ogni responsabilità derivante dall'impianto e dall'esercizio della stazione privata. Le autorizzazioni accordate non costituiscono alcun privilegio e non possono impedire che autorizzazioni simili siano accordate ad altri. Le autorizzazioni sono concesse senza alcuna garanzia riguardo al disturbo proveniente dal funzionamento simultaneo di altre stazioni. Le stazioni non possono essere cedute a terzi. Le autorizzazioni sono revocabili dal Sottosegretario delle Poste e Telegrafi, senza diritto d'indennità al concessionario, in seguito a parere della Commissione interministeriale predetta e specialmente in alcuni casi specificati di inosservanza alle disposizioni del decreto o in caso di disturbi provocati al funzionamento dei servizi pubblici. Le stazioni, gli apparecchi e le installazioni possono essere provvisoriamente sequestrate dal Sottosegretario delle Poste e Telegrafi, quando la loro utilizzazione comprometta l'ordine o la sicurezza pubblica o la difesa nazionale o disturbi la corrispondenza radioelettrica.

Seguono due regolamenti in data 12 dicembre 1923 del Sottosegretario delle Poste e Telegrafi, il primo dei quali disciplina l'entrata in vigore del decreto e l'altro detta le norme per la concessione del brevetto di operatore radiotelegrafico. P. Bo.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Per l'organizzazione della Riunione Annuale.

CONSIGLIO GENERALE

Nei giorni 3 e 4 corrente si è riunita a Milano la Presidenza Generale dell'A. E. I. per esaminare molte questioni importanti attinenti allo sviluppo della Associazione, in previsione della prossima riunione del Consiglio Generale che verrà probabilmente convocato il 23 corrente a Bologna.

In particolare fu ampiamente trattato della Sede e dell'organizzazione della prossima riunione annuale, per la quale la nuova Presidenza ha in animo di adottare alcuni nuovi ed interessanti criteri suggeriti dall'esperienza del passato. Le proposte della Presidenza verranno sottoposte al prossimo Consiglio generale, dopo il quale potremo dare ampie informazioni ai lettori.

*

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

Il giorno 3 corrente si è riunito a Milano il Comitato Elettrotecnico Italiano, e la riunione riuscì assai numerosa.

L'Ing. Semenza, Presidente dimissionario, comunicò l'esito del recente referendum e cedette quindi la Presidenza al nuovo Presidente Prof. Luigi Lombardi.

Il Comitato si occupò quindi di tutti i lavori in corso coll'intenzione di intensificarli, in modo che il Comitato Italiano possa rafforzarsi sempre più nella buona posizione che ha già assunto nel campo internazionale. In particolare si è trattato del vocabolario (per il quale è pronto il testo in francese), dei simboli, della revisione norme macchine, norme olii, strumenti, cavi, della scala delle tensioni, ecc. ecc., e si è ampiamente discusso sulla opportunità di unificare la procedura per la pubblicazione delle Norme, di portata o di interesse solo nazionale che, perciò, rientrano nel campo d'azione dell'A. E. I.

Il Prof. Sartori che, come Presidente Generale dell'A. E. I. partecipava alla seduta del Comitato, si è riservato di portare la questione al prossimo Consiglio generale dell'Associazione.

*

La sera dello stesso giorno un numeroso gruppo di Soci convenne ad un amichevole banchetto al Campari per festeggiare la nomina dell'Ing. Guido Semenza a Presidente della Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Alle frutta l'Ing. Manfredi lesse le numerose adesioni pervenute, fra cui ricordiamo quelle di S. E. Carbone; dei Senatori Salmoiraghi, Conti e Mengarini; degli Onorevoli Benni e De-Andreis; dei Proff. Zunini e Motta, dell'Ing. Ponti, ecc.

Il Sen. Pirelli, il Prof. Sartori a nome dell'A. E. I.; il Professor Lombardi come Presidente del Comitato Elettrotecnico Italiano e l'Ing. Norsa come Vice-Presidente della Sezione di Milano, si compiacquero con felici parole della nomina del Semenza di cui ricordarono i meriti nel campo internazionale come in quello tecnico

italiano e misero in rilievo il lustro che la nomina dell'Ing. Semenza porta anche al nostro Paese.

L'Ing. Locatelli portò al Semenza il commosso saluto degli antichi compagni di scuola.

A tutti rispose argutamente il Semenza dicendo di non lasciarsi ingannare dagli eccessivi elogi tributatigli, analizzando il carattere tutto speciale dei lavori internazionali e inneggiando felicemente all'opera del Comitato Elettrotecnico Italiano ed all'avvenire del nostro Paese.

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

La sera di lunedì 25 e di venerdì 29 febbraio continuarono col solito affollamento, le riunioni per la discussione sui risultati della Conferenza di Parigi.

La sera del lunedì 25 fu interamente dedicata agli isolatori. L'Ing. Alessandri prendendo occasione da una comunicazione del Riddel alla Conferenza di Parigi, espose molti interessanti risultati di ricerche sue e dell'Ing. Carini, illustrandole con numerose ed interessanti proiezioni di microfotografie e conducendo così l'assemblea a vedere un po' dentro nella porcellana dell'isolatore. Naturalmente il testo della comunicazione dell'Ing. Alessandri verrà pubblicato integralmente.

Successivamente, lo stesso Ing. Alessandri riassunse e commentò le altre comunicazioni che si sono avute a Parigi sulla questione degli isolatori.

Alla fine, data l'ora tarda, dopo brevi osservazioni del Presidente Semenza e dell'Ing. Rebora, a cui rispose lo stesso Ing. Alessandri, fu tolta la seduta.

*

La sera del venerdì 29 fu invece dedicata alla *Regolamentazione per le grandi linee aeree*.

L'Ing. Manfredi riferì con molto ordine e chiarezza sulle Memorie presentate a Parigi dagli olandesi, dagli svizzeri, dai francesi e dai belgi; questi ultimi tendenti ad una regolamentazione internazionale delle grandi linee. L'Ing. Manfredi concluse illustrando e mostrando l'opportunità dell'ordine del giorno fatto approvare a Parigi dalla Delegazione italiana e già pubblicato sull'«*Elettrotecnica*», secondo il quale le poche Norme di carattere generale che possono logicamente orientare una regolamentazione internazionale furono deferite all'opera della Commissione elettrotecnica internazionale, di cui è attualmente Presidente l'Ing. Semenza.

Infine, l'Ing. Manfredi espose e commentò la situazione del nostro Paese nei riguardi della legislazione sulle Convenzioni elettriche.

Sulla spinosa questione seguì un breve scambio di idee, a cui parteciparono col Presidente, i colleghi Manfredi, Norsa, Carcano, Passerini e Valentini, e si concluse col deferire alla Presidenza l'incarico di fare opera presso la Presidenza generale affinché, mentre il nuovo Regolamento è in gestazione, l'A. E. I. possa far sentire autorevolmente la sua voce in proposito.

* *

SEZIONE DI BOLOGNA

Il 15 febbraio il Prof. Giuseppe Sartori, Presidente generale, ha tenuto una interessante comunicazione sulla Centrale con generatrice asincrona del Canapificio Turri a Pioppe di Salvaro.

Il conferenziere dopo aver accennato alle principali ragioni che fanno preferire i generatori asincroni sui sincroni che esigono, in casi come questo, personale specializzato, ha con nitide proiezioni illustrato l'importanza dell'impianto.

La domenica successiva, 17 u. s., un numeroso gruppo di soci della Sezione, presieduto dall'Ing. Giuseppe Amati, si è recato a Pioppe di Salvaro per la visita dell'impianto; la visita è riuscita delle più interessanti per la novità dell'applicazione e per la squisita signorilità con cui il proprietario, Cav. Salvatore Turri, ha accolto la comitiva.

La sera stessa di ritorno dalla gita, settantaquattro soci della Sezione si sono riuniti a banchetto alla Corona d'Oro per festeggiare il nuovo Presidente della Sezione, Ing. Comm. Giuseppe Amati e salutare il Presidente uscente, Ing. Aldo Righi. La massima cordialità ha regnato durante il pranzo ingentilito da numerose signore.

Numerosi i discorsi, numerosissime le adesioni, fra cui quella dell'Ing. Semenza, Presidente della Sezione di Milano, dell'Ing. Palestino, Presidente della Sezione di Torino, dell'Ing. Ascoli, Presidente della Sezione di Bari, del Prof. Puppini, Sindaco di Bologna, dell'Ing. Silva, dell'Ing. Rinaldi, del Prof. Amaduzzi, ecc.

*

Sottoscrizione per le onoranze ad Augusto Righi.

| | | |
|-------------------------------|------------------|--------------|
| | Somma precedente | L. 59.457,80 |
| Sezione di Roma dell'A. E. I. | » | 500,00 |
| Prof. Ugo Bordoni | » | 100,00 |
| Manlio Mazzocchi | » | 100,00 |

Totale complessivo L. 60.157,80

Catalogo dei periodici italiani e stranieri raccolti nella Biblioteca Centrale, sedente in Roma, elencati per ordine alfabetico del loro titolo

Il lavoro fatto, dal 1921 ad oggi, per la riorganizzazione della Biblioteca Centrale, ha avuto per primo scopo di colmare le numerosissime lacune nelle Collezioni dei periodici più affini al carattere della Biblioteca stessa, limitatamente alle annate meno remote. E per questa parte, dove non si è trattato di fascicoli o di annate esaurite, il lavoro può dirsi compiuto.

D'ora innanzi si proseguirà, per quanto sarà possibile, il completamento di tutte le Collezioni rimanenti.

Dal 1921 ad oggi si è attivato o riattivato il cambio con 37 periodici nazionali o esteri, recuperando in complesso un migliaio di fascicoli dei quali oltre 9/10 a titolo gratuito; e le pratiche per stabilire nuovi cambi verranno proseguite alacremente, affinché, nel più breve termine, la Biblioteca Centrale raccolga il maggior numero possibile delle pubblicazioni periodiche nazionali ed estere più importanti, sia nel campo della elettrotecnica, sia in quelli più affini.

Roma, dicembre 1923.

IL BIBLIOTECARIO CENTRALE
A. CANDELI

Periodici Italiani.

1. — ANNALI DI ELETTRICITÀ MEDICA E TERAPIA FISICA - Napoli.
La Collezione comprende le annate dal 1902 al 1914 (¹).
2. — ANNALI DELLA SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI ED ARCHITETTI ITALIANI - Roma.
La collezione comprende le annate dal 1903 al 1920.
3. — ANNUARIO DELLA SOC. CHIMICA DI MILANO - Milano.
La Collezione comprende le annate dal 1905 al 1908.
4. — ANNUARIO DEGLI STUDENTI TARENTINI - Milano.
La Collezione comprende le annate dal 1895 al 1901 e dal 1907 al 1908.
5. — ASSOCIAZIONE NAZIONALE DEGLI INGEGNERI ED ARCHITETTI ITALIANI - Bollettino della Sez. di Roma - Roma.
La Collezione comincia col 1922.
6. — ATTI DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI - Roma.
La Collezione comincia col 1899.
7. — ATTI DELL'ACCADEMIA DELLE SCIENZE, LETTERE ED ARTI DI ROVERETO - Rovereto.
La Collezione comprende le Annate dal 1908 al 1913 (¹).
8. — ATTI DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA - Milano.
Collezione completa dal 1897 al 1913. (Col 1914 gli «Atti» sono stati sostituiti da questo giornale «L'Elettrotecnica»; v. oltre, a questo titolo, al n. 18).
9. — ATTI DEL COLLEGIO DEGLI ARCHITETTI ED INGEGNERI DI MILANO - Milano.
La Collezione comprende le Annate dal 1898 al 1919.
10. — ATTI DEL R. ISTITUTO DI INCORAGGIAMENTO DI NAPOLI - Napoli.
La Collezione comprende le annate dal 1907 al 1917 (¹).
11. — ATTI DELLA SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI ED ARCHITETTI DI TORINO - Torino.
La Collezione comprende le annate dal 1903 al 1906; 1911 e 1912; 1914, 1916, 1917 e 1918.
12. — BILANCIO DELLE SOCIETÀ ITALIANE PER AZIONI - Roma.
La Collezione comprende le annate 1912 e 1913.
13. — BOLLETTINO UFFICIALE DELLA CAMERA DI COMMERCIO DI ROMA - Roma.
Vi è la sola annata 1907, incompleta (¹).
14. — BOLLETTINO DEL COLLEGIO DEGLI INGEGNERI ED ARCHITETTI DI NAPOLI - Napoli.
Vi è la sola annata 1904.
15. — BOLLETTINO DELLE SCIENZE MEDICHE DI BOLOGNA - Bologna.
La Collezione comprende le annate 1903 a 1919 (¹).
16. — BOLLETTINO DELLA SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI ED ARCHITETTI ITALIANI - Roma.
La Collezione comprende le annate 1903 a 1907.
17. — CONSIGLIO SUPERIORE DELLE ACQUE - ANNALI - Roma.
La Collezione è completa e comprende le annate dal 1919 al 1923.
18. — ELETTROTECNICA (L') - Giornale ed Atti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana - Milano.
Collezione completa, dal 1914 in poi.
19. — ESPERIMENTI ESEGUITI NELLO STABILIMENTO DI COSTRUZIONI AEREAUTICHE DEL GENIO A ROMA - Roma.
La collezione comprende le annate 1912-1913-1914 (¹).
20. — FORNO ELETTRICO (IL) - Roma.
La Collezione comprende le annate 1920 e 1921. - Colla fine dell'anno 1921, il periodico cessò le pubblicazioni.
21. — GAZZETTA CHIMICA ITALIANA - Roma.
Collezione completa a partire dal 1906.
22. — GIORNALE DELL'ASSOCIAZIONE DEGLI INGEGNERI ITALIANI - Bollettino locale, Roma.
La Collezione comprende i primi 10 fascicoli del 1921 (gennaio-maggio). - Col 29 maggio 1921 il periodico cessò la sua pubblicazione sotto questo titolo, assumendo quello di «Ingegnere Italiano». (Vedi a tale voce).
23. — GIORNALE DI CHIMICA INDUSTRIALE E APPLICATA - Roma-Milano.
La Collezione comincia col 1º gennaio 1922.
24. — IMPRESA ELETTRICA (L') - Rivista Tecnico-Economica - Roma.
La Collezione comincia col 1919.
25. — INDUSTRIA (L') - Rivista Tecnico Scientifica ed Economica - Milano.
Collezione completa a partire dal 1918.
26. — INDUSTRIA CHIMICA MINERARIA E METALLURGICA (L') - Torino.
La Collezione comprende le annate 1902 a 1917. Il volume del 1914 è incompleto (²).
27. — INDUSTRIA MECCANICA (L') - Milano.
La Collezione comincia col 1922.
28. — INGEGNERE ITALIANO (L') - Roma.
La pubblicazione ha avuto principio col giugno 1922.
29. — INGEGNERIA - Rivista Tecnica Mensile - Milano.
La pubblicazione si è iniziata col luglio 1922.
30. — INGEGNERIA FERROVIARIA (Già Rivista delle Strade Ferrate) - Roma.
La Collezione comprende le annate 1904 a 1913.
31. — METALLURGIA ITALIANA (LA) - Milano.
La collezione comincia col 1910.
32. — NUOVO CIMENTO (IL) - Pisa.
La Collezione comincia col 1898.
33. — POSTE, TELEGRAFI E TELEFONI - Roma.
La Collezione comprende le annate 1915, 1916 e 1917. L'ultima annata è incompleta perchè il periodico cessò le sue pubblicazioni, le quali furono riprese nel 1920 col titolo «Telegrafi e Telefoni». (Vedi a questo titolo).
34. — RASSEGNA MINERARIA, METALLURGIA E CHIMICA - Roma.
La Collezione comincia col 1905. Gran parte delle lacune esistenti nel 1921 si sono potute colmare, ma il recupero dei fascicoli qui sotto indicati è stato impossibile.
Anno 1906: manca 1 fascicolo;
» 1909: mancano 3 fascicoli;
» 1913: mancano 2 fascicoli;
» 1916: manca 1 fascicolo;
» 1920: manca 1 fascicolo.
35. — RENDICONTI DELL'ACCADEMIA DELLE SCIENZE FISICHE E MATEMATICHE DI NAPOLI - Napoli.
La Collezione comincia col 1895.
36. — RENDICONTI DEL R. ISTITUTO LOMBARDO DI SCIENZE E LETTERE - Milano.
La Collezione comincia col 1907.
37. — RENDICONTI DELLA SOCIETÀ CHIMICA ITALIANA - Roma.
La Collezione comprende le annate 1909 a 1918. Sono rimaste incomplete quelle del 1915, 1916, 1917 e 1918. Il completamento è stato impossibile. La pubblicazione cessò col 1918.
38. — REVUE INTERNATIONALE DE THÉRAPIE PHYSIQUE - Roma.
La Collezione comprende le annate 1901, 1902, 1903 (¹).
39. — RIVISTA DI ARTIGLIERIA E GENIO - Roma.
La Collezione comincia col 1903.
40. — RIVISTA INTERNAZIONALE DI TERAPIA FISICA - Roma.
La Collezione comprende le annate 1904 a 1910. Quest'ultima è incompleta (¹).
41. — RIVISTA MARITTIMA - Roma.
La Collezione comincia col 1903.
42. — RIVISTA DI POLITICA ECONOMICA - Roma. (Fino al 1920 ha avuto il titolo: «Rivista delle Società Commerciali»).
43. — RIVISTA DELLE SOCIETÀ COMMERCIALI - Roma.
(Col 1921 ha preso il titolo di «Rivista di Politica Economica»). La Collezione, com'è detto al numero precedente, comincia col 1912.
44. — RIVISTA DELLE STRADE FERRATE E DELLE TRAMVIE - Milano.
La Collezione comprende le Annate 1901, 1902, 1903. Col 1904 il periodico prese il nome di «Ingegneria Ferroviaria». (Vedi a tale titolo).

45. — RIVISTA TECNICA EMILIANA - Bologna.
La Collezione comprende le annate 1899 a 1905 (*).
46. — RIVISTA TECNICA DELLE FERROVIE ITALIANE - Roma.
La Collezione comincia col 1912.
47. — RIVISTA DEI TRASPORTI - Milano.
La Collezione comprende le annate 1910 a 1918 (*).
48. — SICUREZZA E L'IGIENE NELL'INDUSTRIA (LA) - Milano.
La Collezione comincia col 1922.
49. — TELEGRAFI E TELEFONI - Rivista Tecnica - Roma.
Pubblicazione iniziata col 1921. Si può considerare come la continuazione del periodico «Poste, Telegrafi e Telefoni», vedi n. 33, che cessò la sua pubblicazione nel 1917.
50. — TRAZIONE ELETTRICA (LA) - Roma.
Esiste la sola annata 1904.

Periodici stranieri.*

1. — ACADEMIE ROYALE DE BELGIQUE - Bulletin de la Classe des Sciences - Bruxelles.
La Collezione comincia col 1903. Mancano le annate 1915, 1916, 1917, 1918, del periodo della guerra, non pubblicate.
2. — AMERICAN ELECTRICIAN - New York.
La Collezione comprende le annate 1899 a 1905.
3. — AMERICAN JOURNAL OF SCIENCE - New Haven, Connecticut.
La Collezione comincia col 1903. Manca l'annata 1908, che è esaurita.
4. — ANNALES DES MINES - Paris.
La Collezione comincia col 1903. Mancano le annate 1915, 1916, 1917, non pubblicate a causa della guerra.
5. — ANNALES DES POSTES, TÉLEGRAPHES ET TÉLÉPHONES - Paris.
La Collezione comincia col 1922.
6. — ANNALES SCIENTIFICOS DA ACADEMIA POLYTECHNICA DO PORTO - Coimbra.
La Collezione comprende le annate 1905 a 1915.
7. — ANNALES DE LA SOCIEDAD SCIENTIFICA ARGENTINA - Buenos Aires.
La Collezione comprende le annate 1904 a 1914 e quella del 1920. Le annate 1906, 1907, 1909, 1910 e 1914 sono incomplete.
8. — ANNALES DE LA SOCIÉTÉ D'AGRICULTURE, SCIENCES ET INDUSTRIE DE LYON - Lyon.
La Collezione comprende l'annata 1905 completa, quelle 1906 e 1907 incomplete, e quelle 1914 e 1915 complete.
9. — ANNALES DES TRAVAUX PUBLICS DE BELGIQUE - Bruxelles.
La Collezione comprende le annate 1903 e 1904 e quelle 1906 a 1914.
10. — BEZUGS QUELLEN IN FÜNF SPRACHE AUS DER MECHANISCHEN INDUSTRIE - Berlin - Annuale.
La Collezione comincia col 1922.
11. — BULLETIN DE LA ASSOCIATION ARGENTINA DE ELECTROTECNICOS - Buenos Aires.
La Collezione ha principio col 1915.
12. — BULLETIN DE L'ASSOCIATION DES INGÉNIEURS ELECTRICIENS SORTIS DE L'INSTITUT MONTEFIORE - Liège.
La Collezione comincia col 1890. Sono incomplete le annate 1906, 1908, 1914.
13. — BULLETIN DE L'ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS.
(Vedi: Schweiz. Elektrotechnische Verein) - Zürich.
14. — BULLETIN OERLIKON - Oerlikon (Zurigo).
Pubblicazione mensile iniziata col 1° luglio 1921.
15. — BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BELGE DES ELECTRICIENS - Bruxelles.
La Collezione comincia col 1923.
16. — BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE BELGIQUE - Bruxelles.
La Collezione comprende le annate 1903 a 1914. Sono incomplete le annate 1903, 1904, 1907 e 1908.
17. — BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES ELECTRICIEN - Paris.
La Collezione comincia col 1898.
18. — BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE - St. Etienne.
La Collezione comprende le annate 1903 a 1915.
19. — BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE ROUEN - Rouen.
La Collezione comprende le annate 1903 a 1920. Sono incomplete le annate 1917, 1918, 1919 e 1920.
20. — BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE DE MARSEILLE - Marseille.
La Collezione comprende le annate 1903 a 1911.
21. — BUREAU OF STANDARDS (TECHNOLOGIC PAPERS; SCIENTIFIC PAPERS; CIRCULARS) - Washington.
La Collezione comincia col 1903.
22. — CENTRALBLATT FÜR ACCUMULATOREN - Berlin.
La Collezione comprende le annate complete 1903, 1904, e 1906 e quelle incomplete 1907 e 1908.
23. — COSMOS - Revue des sciences et de leurs applications - Paris.
La Collezione comprende le annate dal 1903 al 1914; quest'ultima è incompleta (*).
24. — DIGEST (THE) - Pubblicazione mensile della «INTERNATIONAL GENERAL ELECTRIC C.» di Schenectady N. Y.
La Collezione comincia col 1922.
25. — ELECTRIC ACCUMULATOR - London.
La Collezione comprende le sole annate 1906, 1907 e 1908. Di queste, è completa solo quella del 1907.
26. — ELECTRIC ENGINEER - London.
La Collezione comprende le sole annate 1903 a 1908.
27. — ELECTRIC RAILWAY JOURNAL - New York.
La Collezione comincia col 1923.
28. — ELECTRIC REVIEW - New York.
La Collezione comprende le annate 1899 a 1908.
29. — ELECTRICAL REVIEW - London.
La Collezione comincia col 1899. Manca l'annata 1910 (*).
30. — ELECTRICAL WORLD - New York.
La Collezione comprende le annate 1900 a 1907. Col gennaio 1923 si è riattivato il cambio.
31. — ELECTRICIDAD - Barcelona.
La Collezione comincia col 1919.
32. — ELECTRICIEN (L') - Paris.
La Collezione comprende le annate 1903 a 1910. Le annate 1906, 1907, 1909 e 1910 sono incomplete.
33. — ELECTRICITÉ (in lingua russa) - Pietrogrado.
La Collezione comprende le annate 1903 a 1911.
34. — ELECTRICITY - New York.
La Collezione comprende le annate 1903 a 1906.
35. — ELEKTRISCHE BAHNEN BETRIEBE - München.
La Collezione comprende le annate 1903 a 1914. Le annate 1906, 1909, 1910, 1913, sono incomplete.
36. — ELEKTRISCHE BETRIEB (DER) (Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen) - München.
La Collezione comincia col 1923.
37. — ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU - Wien.
Collezione completa dal 1907 a 1915. Col 1921 si è riattivato il cambio. Le annate 1907, 1914 e 1915 sono incomplete.
38. — ELEKTROTECHNIKER - Wien.
La Collezione comprende le annate 1903 a 1915. Le annate 1905, 1906, 1907, 1909, sono scomparse.
39. — ELEKTROTECHNIKER ANZEIGER - Berlin.
La Collezione comprende le annate 1903 a 1914. Le annate 1905, 1906, 1907, 1909 e 1914, sono incomplete.
40. — ELEKTROTEKNISH TIDSSKRIFT - Kristiania.
La Collezione comincia col 1903.
41. — ENGINEERING - London.
La Collezione comincia col 1903.
42. — GAZETTE DE L'ELECTRICIEN - Paris.
Si hanno le sole annate 1905 e 1908.
43. — GENERAL ELECTRIC REVIEW - Schenectady (New York).
La Collezione comincia col 1915.
44. — ILLUMINATING ENGINEER (THE) - London.
La Collezione comincia col 1908.
45. — ILLUMINATING ENGINEER (THE) - New York.
Si hanno le sole annate 1906 a 1911; quelle del 1907 e 1911 sono incomplete.
46. — INDUSTRIE ELECTRIQUE (L') - Paris.
La Collezione comincia col 1899.
47. — INDUSTRIE ELECTROTECHNIQUE (L') - Paris.
Si hanno le sole annate 1903, 1904 e 1905. Le due ultime sono incomplete.
48. — INDUSTRIE MINÉRALE (REVUE DE L') - Paris - St. Etienne.
La Collezione comincia col 1921.
49. — INDUSTRIE UND TECHNIK - Berlin.
La Collezione comincia col 1921.
50. — INGENIERIA (LA) - Buenos Aires.
La Collezione comincia col 1905. Sono incomplete le annate 1905 e dal 1907 al 1912.
51. — JOURNAL OF THE FRANKLIN INSTITUTE - Philadelphia.
La Collezione ha principio col 1903.
52. — JOURNAL OF THE AMERICAN INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS - New York.
La Collezione ha principio col 1897. Mancano le annate 1905, 1912, 1915, 1916, non recuperabili perchè esaurite.

(*) Si veggia l'Appendice, contenente la suddivisione dei periodici stranieri a seconda della nazionalità.

53. — JOURNAL OF THE INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS - London.
La Collezione comincia col 1908.
54. — JOURNAL OF THE SOCIETY OF ARTS - London.
La Collezione comincia col 1903.
55. — JOURNAL TELEGRAPHIQUE - Berne.
La Collezione comincia col 1904. Manca l'annata 1903, che non è stato possibile di trovare.
56. — KRIEGSTECHNISCHE ZEITSCHRIFT - Berlin.
Si hanno le sole annate 1903 e 1904 (¹).
57. — MARINE ENGINEERS - London.
La Collezione comprende le annate 1903 a 1910. Le ultime due sono incomplete (¹).
58. — MEMOIRES ET COMPTE RENDUS DES TRAVAUX (RESUMES). (Société des Ingenieurs Civils de France) - Paris.
La Collezione comincia col 1903. Manca l'annata 1905.
59. — MINING ENGINEERING - London.
La Collezione comprende le annate 1903 a 1915. Le annate 1906, 1908, 1909, 1910, 1913, 1914, 1915, sono incomplete (¹).
60. — MINUTES OF PROCEEDINGS OF THE INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS - London.
La Collezione comincia col 1902.
61. — MITTEILUNG ÜBER GEGENSTÄNDE DER ARTILLERIE UND GENIEWESEN - Wien.
La Collezione comprende le annate 1909 a 1913. Le annate 1907, 1911, 1913, sono incomplete (¹).
62. — MITTEILUNGEN DES K. K. TECH. MUSEUM - Wien.
La Collezione comprende le annate 1903 a 1905 e 1907 a 1911. Le annate 1908 e 1910, sono incomplete (¹).
63. — OESTERREICHISCHE EISENBahn ZEITUNG - Wien.
La Collezione comprende le annate 1903 a 1915. Le annate 1910 e 1915, sono incomplete (¹).
64. — ONDE ELECTRIQUE (L') - Paris.
La Collezione comincia col 1922.
65. — PAGE'S MAGAZINE - London.
Si hanno le sole annate 1903 a 1905 (¹).
66. — PHYSICAL REVIEW - Lancaster PA and Ithaca - New York.
La Collezione comincia col 1904. Manca un fascicolo in ognuna delle annate 1904, 1909 e 1922, perchè esauriti.
67. — PROCEEDINGS OF THE AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS - New York.
La Collezione comprende le annate 1903 a 1921. Quest'ultima è incompleta (²).
68. — PROCEEDINGS (THE) OF THE INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS - London.
La Collezione comincia col 1903.
69. — PROCEEDING OF THE UNITED STATES NAVAL INSTITUTE - Annapolis Maryland.
La Collezione ha principio col 1903. Manca l'annata 1919 che è esaurita.
70. — RADIO ELECTRICITÉ - Paris.
La Collezione comincia col 1922.
71. — RAILWAY AGE - Chicago.
La Collezione comprende le annate 1903 e 1904, e 1906 a 1908. Quest'ultima è incompleta (¹).
72. — REVISTA TELEGRAFICA - Buenos Aires.
La Collezione comincia col 1921.
73. — REVUE B. B. C. (Brow, Boveri e C.) - Baden (Suisse).
La Collezione comincia col 1921.
74. — REVUE D'ELECTRICITÉ - Lausanne.
Si hanno le sole annate dal 1903 al 1906.
75. — REVUE D'ELECTROCHIMIE ET D'ELECTROMÉTALLURGIE - Paris.
La collezione comprende le annate 1907 a 1914, quasi tutte incomplete.
76. — REVUE GÉNÉRALE DE L'ELECTRICITÉ - Paris.
La Collezione comincia col 1918.
77. — REVUE ITALO-BELGE - Bruxelles.
La Collezione comincia col 1922.
78. — REVUE PRATIQUE D'ELECTRICITÉ - Paris.
La Collezione comprende le annate 1903 a 1914. Quelle 1904, 1905, 1908, 1914, sono incomplete.
79. — REVUE TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE - Paris.
Si hanno le sole annate 1909 e 1910.
80. — SCHIFFBAU - Berlin.
Comprende le annate 1903 a 1908. Le due ultime sono incomplete (¹).
81. — SCHWEIZ ELEKTROTECHNISCHER VEREIN - Zürich.
(Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens). - La Collezione comincia col 1910.
82. — SCIENCES ABSTRACTS - London.
La Collezione comincia col 1903.
83. — SIEMENS ZEITSCHRIFT - Siemensstadt (Berlin).
La Collezione comincia col 1922.
84. — SITZUNGSBERICHTE DER MATHEMATISCHEN NATURWISSENSCHAFTEN - (Classe der Academie der Wissenschaften).
La Collezione comprende le annate 1902 a 1914. Quelle del 1910 e 1914 sono incomplete.
85. — LE TECHNICIEN (LE) - Bruxelles.
Si hanno le sole annate 1913 e 1914, incomplete.
86. — TECHNIQUE MODERNE (LA) - Paris.
La Collezione comprende le annate 1910 a 1914.
87. — TELEGRAFO ESPANOL (IL) - Madrid.
La Collezione comincia col 1921.
88. — TELEGRAPH AND TELEPHONE JOURNAL (THE) - London.
La Collezione comincia col 1922.
89. — TELEPHONE ENGINEER - Chicago Ill.
La Collezione comincia col 1922.
90. — TRAMWAY AND RAILWAY WORLD - London.
La Collezione comprende le annate 1903 a 1916. A partire dal 1917, l'Amministrazione del periodico ha interrotto il cambio.
91. — UNIVERSITY OF ILLINOIS BULLETIN - Urbana (Illinois).
La Collezione comincia col 1909 e va fino al 1916; è però incompleta (¹).
92. — USINES ELECTRIQUES - Paris.
Abbiamo le sole annate 1903 a 1907.
93. — VERHANDLUNGEN DER DEUTSCHEN PHYSICALISCHEN GESELLSCHAFT - Braunschweig.
La Collezione comprende le annate 1905 a 1915. Sono incomplete quelle 1905, 1906, 1909, 1915.
94. — VIE TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE (LA) - Paris.
La Collezione comincia col 1921.
95. — ZEITSCHRIFT FÜR BELEUCHTUNGSWESEN - Berlin.
La Collezione comprende le annate 1903 a 1915. Sono incomplete quelle del 1914 e 1915.
96. — ZEITSCHRIFT FÜR ELEKTROCHEMIE - Hall.
La Collezione comprende le annate 1903, 1907 e dal 1910 al 1915. Sono incomplete quelle 1905, 1906, 1907 e 1915.
97. — ZEITSCHRIFT FÜR ELEKTROTECHNIK - Wien.
Si hanno le sole annate 1900, 1901 e 1902.

APPENDICE

Suddivisione dei periodici stranieri a seconda della nazionalità.

| | | |
|--------------------------------|--------------|----------------------------------|
| Austria | Periodici n. | 37 — 38 — 61 — 62 — 63 — 97 |
| Belgio | " " | 1 — 9 — 12 — 15 — 16 — 77 — 85 |
| Francia | " " | 4 — 5 — 8 — 17 — 18 — 19 — 20 |
| | | 23 — 32 — 42 — 46 — 47 — 48 — 58 |
| | | 64 — 70 — 75 — 76 — 78 — 79 — 86 |
| | | 92 — 94 |
| Germania | " " | 10 — 22 — 35 — 36 — 39 — 49 — 56 |
| | | 80 — 83 — 84 — 93 — 95 — 96 |
| Inghilterra | " " | 25 — 26 — 29 — 41 — 44 — 53 — 54 |
| | | 57 — 59 — 60 — 65 — 68 — 82 — 88 |
| | | 90 |
| Norvegia | " " | 40 |
| Portogallo | " " | 6 |
| Repubblica Argentina | " " | 7 — 11 — 50 — 72 |
| Russia | " " | 33 |
| Spagna | " " | 31 — 87 |
| Stati Uniti | " " | 2 — 3 — 21 — 24 — 27 — 28 — 30 |
| | | 34 — 43 — 45 — 51 — 52 — 66 — 67 |
| | | 69 — 71 — 89 — 91 |
| Svizzera | " " | 13 — 14 — 55 — 73 — 74 — 81 |

(¹) Si tratta di un periodico la cui materia è poco affine col carattere della nostra Biblioteca. Per questa ragione non si sono ancora fatte pratiche per riallacciare il cambio coll'«*Elettrotecnica*».

(²) I tentativi fatti per completare la Collezione sono riusciti infruttuosi.

(³) Col maggio 1921, l'«*American Society*» ci tolse il cambio perchè il nostro periodico non è affine al suo.

(⁴) Da tempo sono in corso le pratiche per completare la collezione, ma finora non si è riusciti. In quest'anno (1923) si è ristabilito il cambio coll'«*Elettrotecnica*», ma i *Bulletins* dell'«*University*» giungono raramente, nonostante i nostri reclami.

(⁵) Si stanno facendo pratiche per avere l'annata che ci manca.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Progressi nella costruzione delle turbine.

La spiccata tendenza odierna, per le centrali idroelettriche, verso gruppi sempre più potenti e, relativamente, sempre più veloci — tendenza giustificata quasi esclusivamente da considerazioni economiche — urta spesso contro le limitazioni costruttive imposte al progetto delle turbine idrauliche. Non parliamo delle basse e bassissime cadute, per le quali sembrano oggi assai indebolite, se non del tutto tramontate, le speranze sorte pochi anni or sono di nuove disposizioni permettenti di conseguire valori elevatissimi per la velocità angolare caratteristica o specifica. Ma anche nel campo delle alte cadute, c'è tutta una zona di salti per i quali, mentre non è consigliabile il tipo Francis, determinati valori delle portate rendono costruttivamente difficile raggiungere un elevato numero di giri con le ruote Pelton, in cui un limite superiore è imposto dal rapporto fra il diametro della ruota e quello del getto. L'Ing. LO PRESTI ci dà oggi interessanti notizie sul nuovo tipo di Pelton a ruota fusa in un solo pezzo, da poco tempo adottato da una Casa costruttrice italiana, il quale permetterebbe appunto di diminuire il valore di detto rapporto aumentando la velocità angolare specifica della macchina. Per quanto l'idea di fondere in un sol getto ruota e pale sia stata essenzialmente suggerita da considerazioni meccanico-costruttive riguardanti l'attacco delle pale, da un punto di vista più strettamente elettrotecnico ci sembra che la possibilità di maggiori velocità angolari sia un pregio molto importante del nuovo tipo di costruzione, per il quale sarà interessante conoscere i risultati pratici di esercizio.

Per le Norme sui cavi.

Nell'ultima riunione del Comitato Elettrotecnico Italiano, di cui demmo notizia nello scorso numero, si è deliberato, fra l'altro, di accelerare la compilazione delle Norme per i Cavi, affinché il nostro Paese, che ha saputo così brillantemente affermarsi nella fabbricazione dei cavi stessi, possa anche prendere buona posizione nella redazione di quelle Norme internazionali che regoleranno un giorno, dal punto di vista tecnico, il commercio mondiale di tali prodotti. Ma le nuove norme dovranno anche rispondere ad un sentito bisogno di carattere nazionale, interno, stabilendo una tabella ufficiale delle intensità di corrente ammissibili nei casi per le quali ci si trova sovente oggi alquanto disorientati. Le esperienze che possano illuminare in proposito non solo agevoli: solo i costruttori hanno la possibilità di farle sistematicamente, come indubbiamente hanno fatto, e faranno. Ma, per quanto, ad onor del vero, i nostri tecnici del ramo rendano pubblici spesso i procedimenti ed i risultati di molte loro interessanti ricerche, è naturale che in generale i costruttori preferiscano tener per se le modalità se non le conclusioni pratiche delle loro esperienze. E dobbiamo quindi appoggiare l'invito che l'Ing. SELMO oggi rivolge agli ingegneri degli esercizi, di seguire il suo esempio, rendendo noti i risultati delle ricerche che, in proposito, avessero occasione di eseguire nei loro impianti. Si raccoglierebbe così un utile materiale sperimentale a complemento di quello predisposto dai costruttori, il quale renderebbe sempre più fondate ed autorevoli le conclusioni che al riguardo saranno riportate nelle future norme.

LA REDAZIONE.

□ □ CONTRIBUTO AGLI STUDI SULLA PORTATA DEI CAVI AD ALTA TENSIONE

LUIGI SELMO

La portata di un cavo è limitata a quella che corrisponde alla massima temperatura ammessa nell'isolante.

Ma una regola fissa per la temperatura massima dell'isolante dei cavi non esiste e si capisce la difficoltà di stabilirla poichè se si sa che nella costruzione dei cavi, fatto il vuoto, si immette la miscela a 110° C, se è noto che la carta comincia ad alterarsi a 140° C., se si conosce abbastanza bene la temperatura alla quale l'isolante viene distrutto, non si sa niente invece di quanto riguarda il suo comportamento nel tempo.

Un cavo dovrebbe avere una vita di almeno una ventina d'anni: si capisce dunque come le esperienze non possano essere basate che sull'esame di cavi già esistenti, funzionanti a caldo per un lungo periodo di tempo.

La cosa è complicata anche dal fatto che il tipo di costruzione con miscele impregnate ha variato molto, sicchè l'esame dei cavi antichi in realtà dà dei risultati abbastanza dubbiosi.

Per dimostrare che non esiste una regola fissa circa la temperatura massima, è utile ricordare brevemente quanto si è stabilito nei vari Stati principali:

Inghilterra: La « General Rules for wiring for the utilisation of Electrical Energy » fino dal 1902 fissava per carta impregnata una temperatura massima di 77° C. Il « British Standards Eng. Co » della Institution of Electrical Engineers nel 1905 fissò a 80° C la temperatura massima per la carta impregnata.

Stati Uniti: Le « Standardisation Rules dell'A. I. E. E. » fissano per i cavi in carta impregnata la temperatura di 85° — *E*, dove *E* rappresenta i kilovolt di esercizio.

Francia: È seguita generalmente la regola del Picou che fissa per i cavi interrati una sopraelevazione massima di 40° C, per cui, prendendo per 25° C la temperatura massima del terreno, si otterrebbe una temperatura massima ammissibile di 65° C.

Svizzera: Lo « Schweizerischer Elektrotechnischer Verein » dà come norma che la sopraelevazione massima di 40° C sull'ambiente si abbia per un carico doppio di quello assunto come normale, il che equivale a dire che le intensità normali sono riferite ad una sopraelevazione di 10° C. La stessa norma è stabilita dall'Association Française des propriétaires d'appareils à vapeur.

Germania: Il « V. D. E. » fissa per i cavi interrati una sopraelevazione massima di 25° C, che corrisponde a 50° C di temperatura massima ammissibile, supposta di 25° C quella massima del terreno.

Austria: L'« Elektrotechnischer Verein » ha dettato una tabella che differisce da quella del « V. D. E. » in quanto le portate sono inferiori per le piccole sezioni e le superano per le maggiori.

Italia: Non vi sono norme italiane. La nostra Associazione adotta le norme del « V. D. E. » tedesco. L'Ing. Soleri nel 1919 al Congresso di Trento aveva raccomandato alla nostra Associazione di prendere l'iniziativa per far eseguire delle esperienze allo scopo di stabilire regole più sicure, ma non consta che l'iniziativa abbia avuto seguito.

Del resto, anche se la temperatura massima ammissibile fosse stabilita, non è detto che sia poi in pratica possibile raggiungerla con sicurezza per la differenza nella conducibilità termica del suolo, la quale per essere differente da suolo a

suolo, può variare sensibilmente da punto a punto dello stesso cavo.

Dal rapporto della Commissione del « V. D. E. » che ha eseguito gli studi tecnici e sperimentali, che hanno concluso con le norme sopracitate per la Germania, risulta che i dati delle tabelle del « V. D. E. » corrispondono ad una resistenza specifica termica del terreno uguale a 50.

Contro questa ipotesi il Picou ha giustamente osservato che la resistenza specifica termica del suolo non è una quantità fisica definita, che per ogni natura di suolo se ne ha un valore particolare e che a tutto rigore si dovrebbero fare tante tabelle di intensità quante sono le differenti nature di suolo.

Tutte queste divergenze derivano dalla difficoltà di eseguire misure scientifiche corrispondenti alle pratiche condizioni di esercizio dei cavi.

Per questo possono essere di qualche contributo agli studi sulla portata dei cavi i risultati di misure industriali, eseguite in condizioni tali che le imprecisioni o gli errori restino in limiti tollerabili.

Una serie di queste misure si eseguì a Napoli su due cavi 3×150 mmq tipo settoriale, posati in un fascio di quattro cavi e funzionanti a 9000 volt. I quattro cavi essendo nella stessa trincea si influenzavano mutuamente e per avere dei dati esaurienti, anche dal punto di vista delle distanze da tenere tra un cavo e l'altro, si sarebbe dovuto caricarli tutti egualmente a un dato regime, condizione che non si poteva ottenere per i carichi più forti, per arrivare ai quali occorreva staccare parte dei cavi e concentrare l'ampereaggio totale sui rimanenti. La temperatura dei cavi si è dedotta da misure di resistenza, dalle quali si risaliva alla temperatura a mezzo di una preliminare taratura, che fu eseguita su uno spezzone di cavo lungo metri 2,207. Le misure sui cavi si sono fatte con due diversi metodi.

Col primo metodo, dopo aver tenuto un certo tempo un cavo sotto corrente lo si staccava e dopo aver posto in corto circuito due fasi ad un estremo veniva misurata all'altro estremo la resistenza ai capi delle stesse fasi con un galvanometro universale. Dalla resistenza, mediante la curva di taratura, di cui si è dianzi accennato, si ricavava la temperatura. Questa misura in sé riusciva molto esatta, tuttavia il tempo occorrente alle manovre di distacco e sezionamento, oltre quello perduto per le comunicazioni telefoniche e per eseguire le connessioni del galvanometro, era sufficiente perchè il cavo cominciasse a raffreddarsi e risultassero così alterate le misure. Il metodo diveniva poi scomodissimo quando si volevano seguire le variazioni di temperatura sul cavo, per constatare dopo quanto tempo si raggiungeva la temperatura di regime. Perciò si ricorse ad un secondo metodo e furono fatte delle misure con uno schema diverso che permetteva delle letture continue: si misurò cioè la caduta di tensione sul cavo in servizio mediante un voltmetro isolato da terra e connesso ai due capi di una fase del cavo studiato, usando come filo di connessione la fase uguale di un altro cavo, il quale perciò rimaneva sotto tensione ma non in carico. Facendo delle misure contemporanee di caduta di tensione e di intensità di corrente si aveva dal loro rapporto la resistenza istantanea del cavo e si poteva così seguirne passo passo la variazione di temperatura. Misure eseguite così sul primo cavo (esterno al fascio) e sul terzo cavo (interno al fascio) posti in eguali condizioni di carico hanno dato due valori diversi di temperatura, per il fatto che il primo cavo essendo l'esterno del fascio era a temperatura minore.

In queste misure si ritenne che un'ora e cinquanta minuti fosse il tempo impiegato per arrivare alla temperatura di regime, con un carico di 300 amp. che non si potè mantenere costante, ma che si può considerare come tale dal momento che la variazione di carico, da 280 a 325 amp., non ha superato il 15 %.

Da queste misure sarebbe risultato che con 300 amp. (2 amp. per mmq) la sopraelevazione di temperatura sull'ambiente nel cavo 3×150 mmq era di 62°C . In queste condizioni il cavo funzionava regolarmente. Passando invece ad una intensità di 350 amp., dopo pochi secondi la miscela delle cassette terminali cominciava a gonfiare e a riversarsi.

A questo proposito è opportuno notare che nelle cassette di giunzione che si sono aperte, in seguito ad un guasto, su di uno dei quattro cavi che aveva funzionato per più ore a 320 amp. la miscela era molle, nonostante che dall'alto della messa fuori servizio del cavo all'atto dell'apertura delle muffole fosse passata un'ora e mezza.

Questi risultati delle misure e questi fenomeni si sono ricordati perchè, in definitiva e assieme ad altri, potranno servire a qualche importante rilievo, malgrado non siano stati suf-

ficienti a far tirare delle conclusioni circa la portata di questi quattro cavi da 150 amp. perchè apparve ben presto che erano state trascurate numerose circostanze, le quali potevano falsare in modo sensibile la misura.

Senza dubbio una ricerca industriale non può basarsi che sopra una misura della resistenza ohmica del rame di una o più fasi, poichè nessun altro mezzo è a nostra disposizione per conoscere la temperatura del rame. Ora la misura della resistenza non può darci il valore della temperatura, ma solo la sua variazione da cavo freddo a cavo caldo, variazione certamente importante, ma che non basta per venire ad una conclusione per la quale occorre invece conoscere la temperatura massima.

Infatti ciò che importa in definitiva è di impedire che si arrivi ad una temperatura alla quale la carta isolante si abbrustolisca o la miscela di cui essa è impregnata possa rammollirsi passando dallo stato pastoso allo stato liquido con la conseguenza di alterarsi nelle sue proprietà isolanti o infine il piombo si deformi potendo in seguito al raffreddamento non riprendere più la forma primitiva. Questa temperatura massima non si può evidentemente ricavare dalle norme e dagli studi in materia, che si è visto essere così discordanti.

Ma qualunque fosse il valore scelto tra questi, occorreva poter valutare la temperatura massima del rame a cavo caldo e perciò occorreva conoscere una temperatura di partenza.

Si è pensato che lasciando il cavo fuori servizio per molte ore si poteva ritenere che assumesse la temperatura del terreno circostante e il problema si spostava quindi nel riuscire a misurare quest'ultima.

E così si è decisa una seconda serie di misure, che questa volta però si è eseguita su un cavo 3×60 mmq tipo rotondo funzionante a 9000 volt.

Per determinare la temperatura del terreno è stato scaricato il sistema di un termometro a mercurio immerso nel suolo, non solo per la difficoltà di lettura, quanto per il fatto che la sua posa alterava completamente le condizioni normali, e si è preferito invece costruire una coppia termoelettrica e con questa esplorare la temperatura nel sottosuolo.

Questa coppia si è costituita con 9 elementi rame-ferro e si è collegata ad un galvanometro a specchio. La saldatura esploratrice, protetta da un tubo di piombo si è collocata a fianco del cavo, oggetto delle misure, di fronte ad una cabina. In quel punto il cavo in esame è nella stessa trincea con altri due cavi e poco lontani sono altri otto cavi, sicchè quel punto può considerarsi come uno dei più sfavorevoli. La strada è in terra battuta.

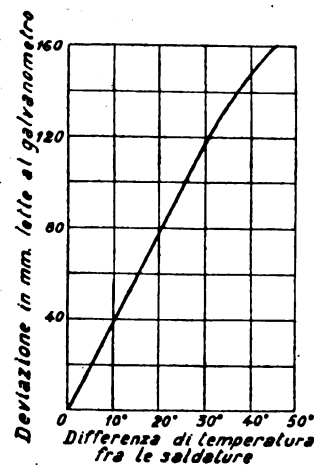


Fig. 1.

La figura I rappresenta la curva di taratura della coppia e dà, in funzione delle deviazioni del galvanometro, la differenza di temperatura fra le due saldature, essendo la saldatura più fredda a 15°C . La saldatura fredda era nell'interno della cabina e le si attribuì la stessa temperatura dell'ambiente misurata con un termometro di precisione a mercurio.

La figura II mostra il risultato delle misure eseguite e fa vedere che la temperatura del sottosuolo in quel punto si mantiene assai costante e intorno ai 16°C meno che nelle ore serali, in cui, risentendo con un certo ritardo il maggior carico del cavo, è salita a circa $19,5^\circ \text{C}$. La temperatura esterna variava frattanto fra 5° e 3°C .

Misure eseguite in giorni diversi hanno confermato che la temperatura del sottosuolo nelle ore di piccolo carico e con variazioni assai sensibili dell'ambiente esterno oscillava da

14,5 a 16° C. Questo fa ritenere che in estate il livello termico del suolo non subirà variazioni o le subirà in misura trascurabile; ad ogni modo questo fatto non aveva importanza per il caso che si studiava e probabilmente non ha importanza in alcuna rete di distribuzione, perchè il carico in estate è molto ridotto in confronto di quello della punta invernale.

Conosciuta la temperatura del sottosuolo, come si è accennato, si è attribuita la stessa temperatura al cavo oggetto delle misure, avendolo tenuto fuori servizio per 10-12 ore prima di iniziare il riscaldamento.

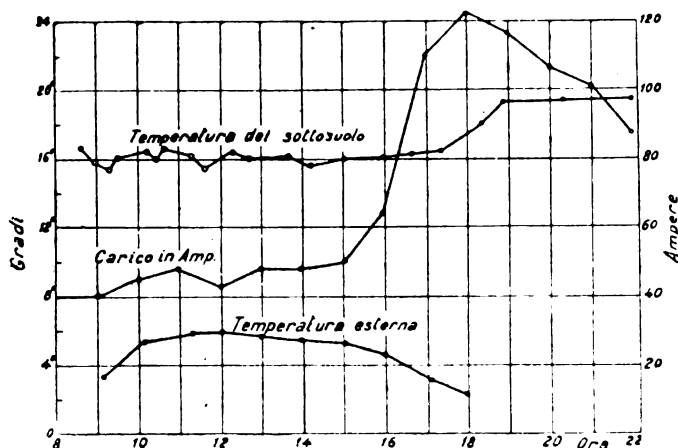


Fig. 2.

La misura consisteva quindi nel valutare l'aumento di temperatura dall'aumento della resistenza ohmica sul valore di partenza.

Le misure furono iniziate misurando con un galvanometro universale la resistenza di due fasi ad un estremo, avendo fatto un cavallotto all'altro estremo e ricorrendo in seguito al secondo metodo già descritto parlando della prima serie di misure. Messa in tensione il cavo e preso carico si fecero delle letture all'amperometro del quadro e si rilevò la caduta di tensione fra estremo e l'altro mediante un voltmetro 0=50 volt, usando come filo di ritorno la stessa fase di un altro cavo tenuto in tensione e non in carico. A determinati periodi si toglieva corrente e si misurava di nuovo la resistenza col galvanometro.

In questa misura si ebbero i seguenti inconvenienti:

- 1) Il carico era assai variabile specie a causa delle variazioni della tensione;
- 2) Voltmetro e amperometro, posti in locali differenti, non permettevano delle misure perfettamente sincrone;

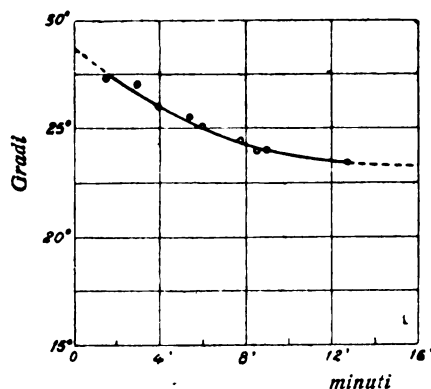


Fig. 3.

- 3) Le manovre necessarie per passare alla misura col galvanometro, implicando ordini per telefono fra gli estremi, davano luogo a non meno di 5-6 minuti di interruzione.

Ora in queste misure apparve, e nelle successive si vide ancor più chiaramente, che bastano pochi secondi di interruzione per raffreddare il cavo in modo sensibile e quindi non solo perdeva ogni valore la misura, ma era del tutto alterato il fenomeno del riscaldamento del cavo, che così non arrivava mai a regime.

Per ovviare ai primi due inconvenienti un altro giorno si ripeté la misura disponendo che una Centrale facesse servizio solo per i cavi che si provavano e mantenesse ferma la tensione. Si inserì poi un amperometro di precisione accanto al voltmetro in modo che le letture poterono essere assolutamente sincrone.

Per tener conto del raffreddamento del cavo nell'intervallo di interruzione occorrente alla misura si corressero i valori dedotti dal galvanometro mediante una curva di raffreddamento rilevata così: a misura finita si staccò il cavo e si seguì il decremento di temperatura nel tempo mediante ripetute misure di resistenza.

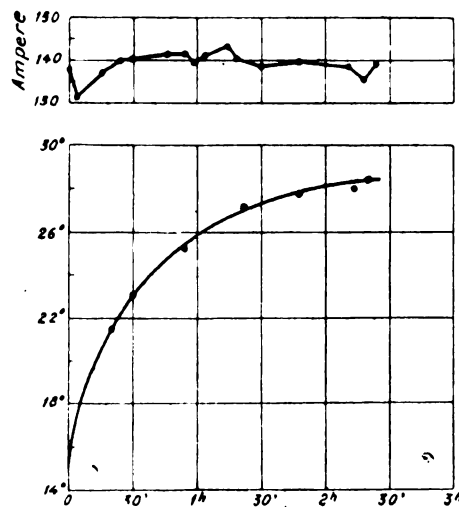


Fig. 4.

Questa curva riportata nella figura III extrapolata, ha permesso di risalire alla temperatura all'istante del distacco e ha permesso di correggere le temperature intermedie. Con tali correzioni si è tracciata la curva della figura IV nella quale i punti segnati sono quelli dedotti col galvanometro universale.

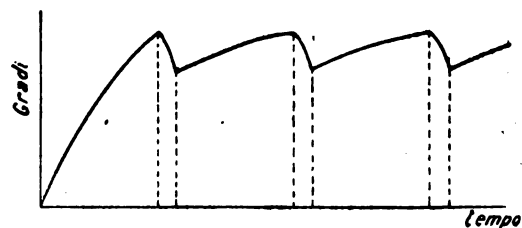


Fig. 5.

Le letture eseguite col voltmetro e amperometro non si poterono utilizzare perchè non avevano un'approssimazione sufficiente a seguire le piccole variazioni della resistenza.

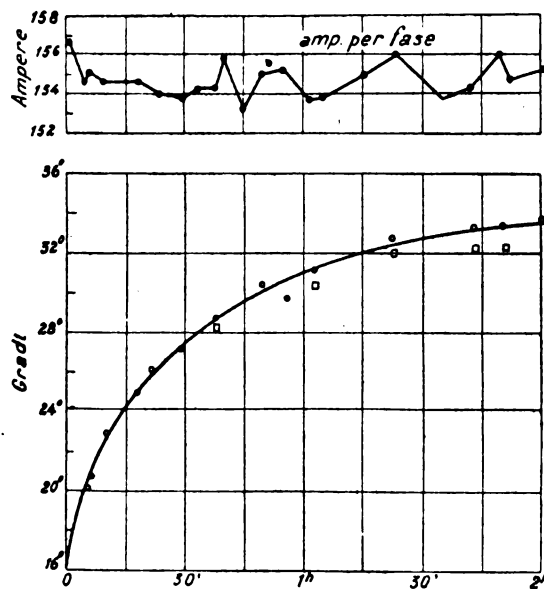


Fig. 6.

Il regime medio della corrente fu 140 amp. Il riscaldamento in due ore e mezza fu di 13° C sull'ambiente di 15° C. Le conseguenze che si dedussero da questa misura furono che:

- 1) Le letture amperometro-voltmetro fatte con la corrente

alternata e con un carico esterno non permettono di seguire con sufficiente approssimazione il fenomeno del riscaldamento;

2) Le interruzioni necessarie alle misure di resistenza col galvanometro producono un raffreddamento notevolissimo del rame. Se mediante la curva di raffreddamento si può sperare di correggere l'errore che ne risulta per la misura di resistenza,

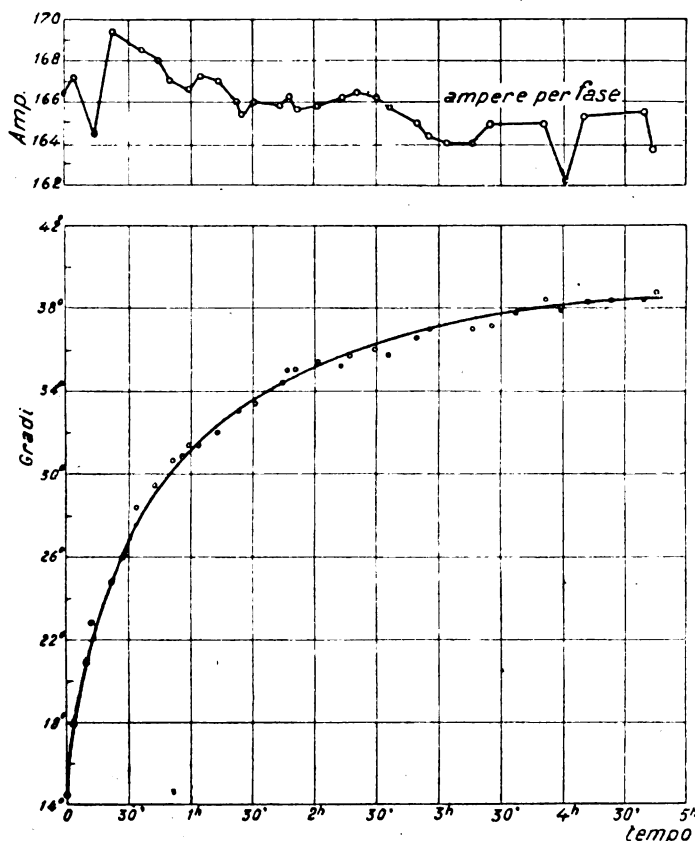


Fig. 7.

resta sempre impossibile ad evitare che la curva di riscaldamento venga alterata. Il fenomeno che si produce può qualitativamente indicarsi con una curva come quella della figura V., cioè può prevedersi che mentre il cavo in servizio continuo avrebbe seguitato a riscaldarsi, quando si interrompe la cor-

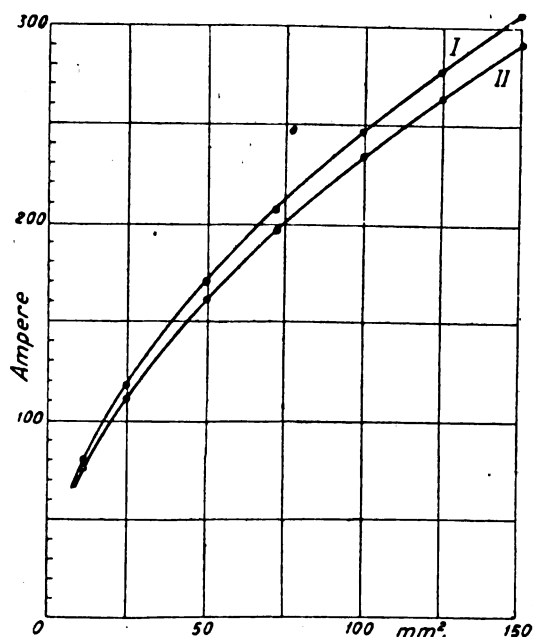


Fig. 8.

rente, anche ad intervalli lunghi, il cavo non si riscalda più oltre una certa temperatura e dà quindi l'illusione che sia arrivato a regime quando invece non lo è.

Per ovviare al primo inconveniente sarebbe stato necessario eseguire il riscaldamento con corrente a bassa tensione e possibilmente con corrente continua, per ovviare al secondo

occorreva ridurre al minimo le interruzioni o evitarle affatto.

L'aver adoperato fin allora la corrente alternata e l'alta tensione, dipendeva dall'essersi voluto mettere nelle stesse condizioni del cavo in esercizio, specialmente nei riguardi delle perdite di isteresi dielettrica, che si supponevano avere importanza nel riscaldamento del cavo. Per adoperare la corrente continua bisognava accertarsi che le perdite per isteresi fossero trascurabili.

A questo scopo si sono misurate con un wattometro le perdite del cavo in esame tenuto in tensione e non in carico e si è riscontrato che effettivamente tali perdite sono trascurabili. Si è misurata una perdita di 200 watt su km 2,380, che, di fronte alla resistenza ohmica ($0,65 \text{ ohm per fase} \times 150 \text{ amp.} = 97,5 \text{ V} \times 150 \text{ amp.} = 14,625 \text{ watt per fase}$) è dell'ordine dell'1,35 %. Ciò è confermato dagli studi eseguiti dal Soleri, dai quali si ricava appunto che nei limiti di temperatura in cui si sperimentava, e cioè sotto i 50° C , le perdite di isteresi non hanno importanza.

Appoggiandosi a tali risultati furono iniziate misure di riscaldamento a corrente continua a 500 volt, con le quali era possibile seguire con notevole esattezza la variazione continua con voltmetro e amperometro e ridurre a meno di un minuto la interruzione necessaria per il controllo mediante misura di resistenza.

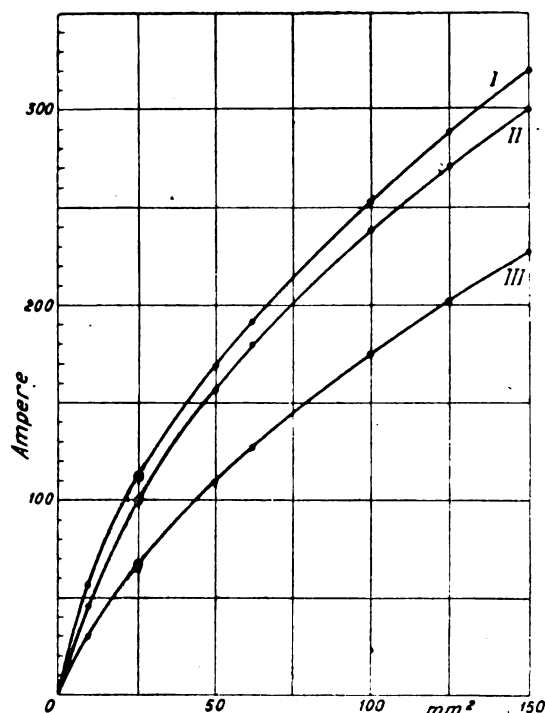


Fig. 9.

La figura VI riporta le misure eseguite adoperando corrente continua. Il regime medio di corrente fu 155 amp. I valori segnati con un punto sono quelli rilevati dalla lettura di voltmetro e amperometro; i valori segnati con un quadretto furono rilevati nelle interruzioni mediante confronto fra la resistenza del cavo (due fasi in serie) e due resistenze campioni. Le interruzioni si riuscì a ridurle a circa 40 secondi. Per quanto questo intervallo fosse breve si notò tuttavia che esso impediva l'ulteriore riscaldamento del cavo, il quale figurava così arrivato a regime dopo poco più di due ore, mentre non lo sarebbe stato in servizio continuo.

E poichè le letture amperometro-voltmetro si mostravano notevolmente in accordo con le misure di resistenza ed erano abbastanza precise da permettere di seguire l'aumento di temperatura, si decise di rinunciare alle misure di confronto e non dare più alcuna interruzione alla corrente. Con quest'ultimo sistema fu fatto il rilievo con un regime di 166 amp. riportato alla figura VII.

La curva di riscaldamento mostra qui benissimo come dopo cinque ore il cavo non era ancora arrivato a regime e conferma la rapidità del grande raffreddamento che si produce nelle interruzioni.

Ragioni di servizio impedirono di prolungare le misure oltre cinque ore, sicchè la curva non riuscì completa. Tuttavia essa permette ugualmente delle istruttive considerazioni.

La prima è che con 166 amp. di carico il cavo dopo cinque

ore non ha avuto un aumento di temperatura superiore a 24,5° C e non è ancora arrivato a 39° C.

La seconda è che in cinque ore il cavo non è ancora arrivato a regime e poichè il servizio di cavi per sola luce o per luce e forza motrice è, al carico maggiore, servizio essenzialmente serale con una punta che non supera le 3-5 ore e poichè il servizio di cavi per forze motrici diverse è un servizio di massimo carico per non più di otto ore, si può ritenere che una corrente di 166 amp. è certamente ammissibile per un cavo 3×60 mmq e molto probabilmente può senza danno essere aumentata.

La terza è che accidentali interruzioni di servizio, che durino anche soli tre minuti (meno non si fanno durare mai per dar tempo di rimettere i reostati dei motori in posizione dovuta) producono un raffreddamento notevolissimo del cavo.

Se confrontiamo ora le figure VIII della Società Pirelli e IX della Società Tedeschi, nelle quali le curve I e II danno rispettivamente le intensità di corrente ammesse nei cavi trifasi interrati per tensioni di esercizio fino a 3000 e fino a 10 000 volt, vediamo che le due tabelle si equivalgono e danno per un cavo 3×60 mmq una portata in servizio continuo di 180 ÷ 185 amp., ossia un dato che per essere riferito alla temperatura di 50° C concorda con quello delle misure di cui si è parlato.

Si dice riferito a 50° C perchè queste due grandi Ditte italiane ritengono che la temperatura massima ammissibile sia di 60° C, che tale temperatura sia la medesima per qualunque sezione e hanno determinato la sezione del rame in relazione ad una determinata intensità di corrente partendo da una temperatura massima ammissibile di 50° C in modo da lasciare un certo margine per sovraccarichi temporanei.

Nella figura della Ditta Tedeschi è segnata anche la curva III per cavi non interrati, curva che dà come ammissibile un carico dall'80 al 75 % di quello dei cavi interrati. Siccome non vi è ragione per non ammettere che anche questa curva sia calcolata con la stessa prudenza delle altre, bisogna pensare che la Ditta abbia inteso di riferirsi a cavi non interrati e in aria mossa. La questione è importante per il fatto che le Aziende Elettriche hanno i cavi in aria nelle cabine di trasformazione ossia in ambienti di difficile ventilazione e generalmente molto caldi. Si è notato che la differenza tra la temperatura esterna e quella dell'interno di una cabina non di rado è tale che, se nel cavo non si vuol superare la temperatura massima di 60° C, la portata deve ridursi, per il fatto del tratto di cavo allo scoperto in cabina, a circa i 2/3 della portata possibile con lo stesso cavo nei tratti interrati. E perciò si ritiene buona regola per i tratti allo scoperto adottare dei cavi di sezione maggiore.

A questo punto è anche bene ricordare che i tratti allo scoperto nelle cabine o su pali arrivano a delle cassette terminali, le quali, per economia di materiali o per economia di miscela, i costruttori, spinti da ragioni di concorrenza, hanno ridotto a limiti minimi. Lo stesso può dirsi anche per certi tipi di muffole di giunzione. E si sono avverati in non pochi casi degli sversamenti di miscela con conseguenti guasti delle cassette terminali e delle muffole di giunzione e relativi inconvenienti al servizio. Non vi è mai stata una economia peggiore, a causa della quale il limite dell'intensità di corrente è dato, non dal cavo, ma dalle cassette di giunzione e di estremità e in particolare da queste ultime.

Vi è infine la questione della posa dei cavi in fascio, per la quale si trovano diverse regole empiriche. In molte norme si trova indicato di ridurre la portata a 0,85 per due cavi nella stessa trincea e a 0,75 quando si tratta di tre o più cavi. Il Picou dice, quasi d'accordo con le altre norme, di ridurre la portata a 0,84 per due cavi nella stessa trincea, a 0,76 per tre cavi nella stessa trincea ma aggiunge di ridurre la portata a 0,55 per un grande numero di cavi. Una determinazione termometrica non sembra certo difficile ed anzi sembra facile fare una serie di rilievi prendendo dei pezzi di cavo, immergendoli nel terreno, caricandoli con una data intensità di corrente e saggiando poi con dei termometri come varia la temperatura nei tratti tra cavo e cavo. Naturalmente vanno eseguite molte serie di misure o mantenendo costante la distanza tra i cavi e variando da una misura all'altra l'intensità della corrente o viceversa mantenendo costante l'intensità di corrente e variando la distanza tra i cavi. Da quest'ultima in ogni caso dipende il coefficiente di riduzione. Da rilievi fatti si ha ragione di ritenere che per cavi posati nella stessa trincea alla distanza uno dall'altro di 40 ÷ 50 cm la portata non sia da ridurre, per cavi posati a distanza di 30 ÷ 35 cm la portata sia da ridurre a 0,85, per diminuirli a 0,75 quando la distanza sia di soli 15 ÷ 20 cm.

Pose in trincea a distanza minore non si usano per cavi ad alta tensione, ma è possibile, se i cavi fossero aderenti, che il coefficiente di riduzione scenda anche a 0,55.

Le misure che si sono riferite non permettono di trarre delle conclusioni in via assoluta, ma se tutti coloro che per ragioni del loro esercizio hanno avuto occasione di eseguire delle misure di portata di cavi volessero comunicare il metodo e gli schemi con cui le hanno eseguite e i risultati che hanno ottenuto, si potrebbero raccogliere dei dati dai quali si potrebbe arrivare certamente a deduzioni e norme sicure.

Napoli, gennaio 1924.

□ □ RUOTE PELTON MODERNE □ □

MICHELE LO PRESTI

Il montaggio delle pale di una ruota di Turbina Pelton sul disco della ruota mobile è sempre stato il problema più preoccupante per i costruttori, in quanto i valori enormi dello sforzo centrifugo che si genera anche per ruote di modeste dimensioni, obbligano a sistemi di collegamento robustissimi e quindi voluminosi, che finiscono poi a loro volta a dare sollecitazioni ingenti sul disco della ruota, che risulta perciò di dimensioni adeguatamente commisurate.

Il problema è complicato dal dover tener conto anche dell'azione martellante del getto d'acqua che richiede un perfetto collegamento periferico delle pale, tale da rendere l'insieme di tutte le pale assolutamente rigido nel senso della circonferenza; ciò che si ottiene di solito a mezzo di robuste chiavette che vengono disposte o radialmente, incastrate fra le costole di attacco, o assialmente in corrispondenza del margine del disco. Aggiungasi che, se il risultato di una perfetta sicurezza allo strappamento può essere ottenuto mediante la razionale collocazione degli organi di collegamento (quasi sempre robusti bulloni calibrati, conici o diritti, disposti assialmente), non altrettanto può dirsi del collegamento periferico, in quanto anche il più piccolo gioco iniziale o prodottosi nell'insieme di tutta la corona di forzamento, finisce molto spesso col dar luogo ad allentamento delle chiavette, per effetto delle deformazioni permanenti dovute al martellamento periodico, fenomeno talvolta seguito da ovalizzazione dei fori dei bulloni d'attacco, ciò che può anche compromettere la resistenza allo strappo.

Sui diversi modi di attacco delle pale Pelton al disco della ruota, del resto notissimi ai tecnici, lo scrivente si è diffusamente occupato nel suo trattato sulle Turbine Idrauliche ⁽¹⁾ nel capitolo dedicato alla costruzione delle turbine ad azione.

Gli attacchi più in uso sono: quello a doppia coda simmetrica con disco centrale, bulloni conici calibrati e chiavette radiali (v. op. cit. pag. 400-401) più diffuso in Italia ed adottato dalla Ditta Costruzioni Meccaniche Riva, e quello a codolo unico centrale a coda di rondine chiuso fra il disco ed una corona riportata con bulloni calibrati cilindrici e chiavette assiali, adoperato dalla Ditta Tosi per ruote di grande potenza (v. op. cit. pag. 402-403). ⁽²⁾

Altri sistemi di collegamento con coda unica dissimetrica o a coda di rondine senza bulloni e con tassello di chiusura (v. op. cit. pag. 376) sono pochissimo usati e non presentano realmente le garanzie dei primi.

Le necessità di collegamenti robusti, determinata come si è detto dagli alti valori dello sforzo centrifugo, sia per il considerevole peso delle pale che per la velocità periferica quasi sempre forte (quest'ultima talvolta aggravata dalla condizione di collaudo alla velocità di fuga, circa doppia della velocità normale), mette spesso in serio imbarazzo il costruttore, specie se un'altra caratteristica è richiesta come modernamente avviene quasi sempre: quella di voler raggiungere un alto numero di giri caratteristici, abbassando in conseguenza fino ai più piccoli valori il rapporto:

$$m = \frac{D_1}{d}$$

fra il diametro D_1 medio della ruota (tangenza) ed il diametro d del getto d'acqua effluente dal distributore.

Come è noto (v. dell'A. op. cit. Vol. I, pag. 111) il valore

⁽¹⁾ M. LO PRESTI: Le Turbine Idrauliche, Milano, 1922.

⁽²⁾ Di questo tipo l'A. si è anche occupato in uno studio precedente: «Unità Idrauliche di grande potenza», L'Industria 1921 N. 11.

ordinariamente assegnato dalla pratica al rapporto m sarebbe di: $m = 12 \div 15$.

Alcuni autori assegnano però ad m valori più alti e mentre Holl ⁽³⁾ scende fino a 9,4, il Waghembach ⁽⁴⁾ arriva fino al valore di 7,3.

Ciò corrisponde a valori realmente molto alti del numero dei giri caratteristici:

$$n_c = \frac{n}{H} \sqrt{\frac{P}{\sqrt{H}}}$$

la cui esaltazione rappresenta la più moderna tendenza per tutte le categorie di motrici.

Poichè infatti per le Pelton (v. op. cit. pag. 114) risulta:

$$\text{per un solo ugello } n_c = 237 \frac{1}{m}$$

$$\text{per due ugelli } n_c = 337 \frac{1}{m}$$

$$\text{per tre ugelli } n_c = 440 \frac{1}{m}$$

si avrebbero, in base al rapporto $m = 7,3$, i seguenti valori di n_c rispettivamente per 1, 2, e 3 boccali introduttori:

$$n_c = \frac{237}{7,3} = 32,5 \quad n_c = \frac{337}{7,3} = 46,2 \quad n_c = \frac{440}{7,3} = 60,3$$

Se tale possibilità di raggiungere così alti valori del numero di giri caratteristici appare dimostrata dall'esperienza in rapporto alla condizione di raggiungere soddisfacenti rendimenti, non altrettanto può dirsi per riguardo alla possibilità di realizzazione pratica di tali rapporti.

Infatti, già al di sotto di $m = 12$ il costruttore incontra difficoltà dovute al fatto che la distanza delle pale dall'asse è così piccola da rendere estremamente difficile lo sviluppo costruttivo dell'attacco della pala al disco.

Un altro fatto di capitale importanza viene ad aggiungersi poi alla limitazione del rapporto m nel rendere difficile la costruzione: quando la caduta e la portata totale da utilizzare sono tali che il numero di giri caratteristico risulterebbe troppo basso anche con tre ugelli su la ruota, ma d'altra parte non appare ancora conveniente l'applicazione di una Francis per alta caduta, il costruttore ricorre con vantaggio alla calettatura di due ed anche di tre ruote su uno stesso albero ⁽⁵⁾; ne risulta che le condizioni di appoggio e di lavoro dell'albero stesso sono tali da richiedere fortissimi diametri e notevoli spessori per il mozzo. Per modo che lo spazio che il costruttore ha a disposizione fra il mozzo stesso e la base delle pale per lo sviluppo dell'attacco viene a limitarsi notevolmente ed è assai più piccolo di quanto non indichi a prima vista il valore del coefficiente m .

In questi casi il costruttore, quando condizioni imposte lo obbligavano a mantenere in limiti così bassi il valore di m , doveva ricorrere alla forma di ruote con pale fuse insieme al disco. E, poichè crescono in tal modo le difficoltà di lavorazione accurata della superficie interna delle pale, si era obbligati a forme di pale irrazionali e diremo deformate che avvicinavano la Ruota Pelton più al tipo delle vecchie ruote a cucchiaini che non alla forma razionale moderna.

Molto opportuni sono apparsi quindi gli studi che in tal senso da qualche tempo una Ditta italiana ⁽⁶⁾ ha predisposti e che lo scrivente ha seguiti con interesse, studi che hanno portato ad un tipo di ruote Pelton speciali — delle quali in questa nota ci occupiamo — in cui le pale, di forma e caratteristiche per nulla modificate, sono in ogni caso ottenute di fusione insieme al disco.

Ciò permette, come vedremo, in tesi generale di avere una ruota perfettamente monolitica, con alleggerimento notevole delle masse sollecitate allo strappamento, diminuzione del peso delle pale a parità di dimensioni, diminuzione del peso statico della ruota completa, distribuzione delle sollecitazioni

perfettamente uniforme e di un solo tipo, eliminazione dei pericoli di allentamento periferico, ecc., ed in particolare di poter raggiungere valori bassissimi del rapporto m senza gli inconvenienti cui sopra accennammo.

La fig. 1 illustra in modo evidente la forma delle nuove ruote, ottenute di fusione per tasselli, per il caso di una ruota normale con mozzo montato su albero passante. Il mozzo è munito di due dischi a e b simmetrici rispetto al piano mediano normale all'asse che contiene lo spigolo della pala. Quest'ultima, che come si vede è di forma perfettamente normale, è collegata al mozzo per mezzo delle solite nervature radiali n' e n'' che qui sono rappresentate però da prolungamenti decrescenti in tutti i sensi dei due dischi della ruota a e b ; una robusta nervatura c trasversale è disposta come mostra la sezione $A B$, sul prolungamento del corpo centrale della pala e si interna nella incavatura fra i due dischi per una profondità conveniente (nella fig. 1, diametro 740 mm).

La lavorazione alla fresa della superficie interna delle pale e dello spigolo del coltello avviene agevolmente senza essere costretti ad aumentare il passo delle pale oltre i limiti di massimo rendimento idraulico del getto d'acqua.

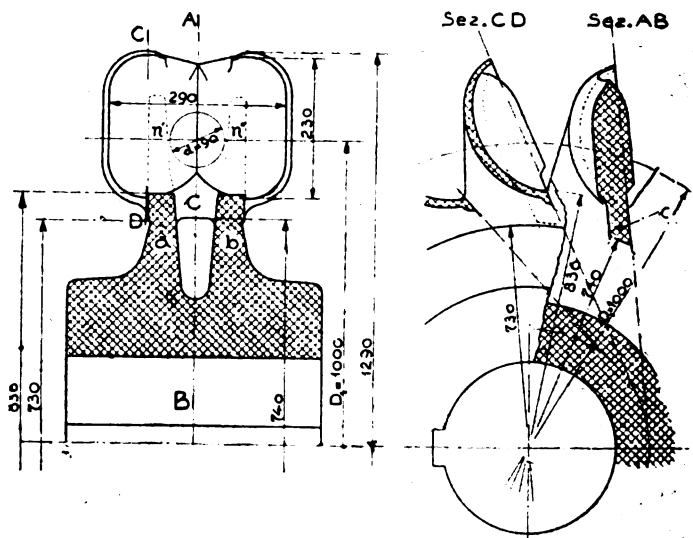


Fig. 1.

La fig. 1, relativa ad una ruota costruita, è appunto un esempio caratteristico, in cui, pur non essendo il rapporto m molto basso, l'impossibilità di sviluppare i collegamenti è determinata dal grande diametro dell'albero. La turbina completa ($H = 275$ m) è costituita da due ruote con due boccali ciascuna, in modo che la portata totale di 1750 l/1" si suddivide in ragione di 438 l/1" per ogni boccalio. Il diametro del getto risulta di mm 90 e quello medio della ruota di mm 1000. Il rapporto m è:

$$m = \frac{1000}{90} \approx 11$$

realmente non molto basso. Ma in dipendenza alla calettatura di due ruote e alla impossibilità di piazzare un sopporto intermedio, il diametro dell'albero assume il valore di 280 mm, effettivamente fortissimo per una ruota di 1000 mm di diametro. La figura mostra chiaramente come per tutto ciò riuscirebbe impossibile sviluppare fra le pale e l'asse uno qualunque dei consueti sistemi di attacco di pale riportate.

Ma, come accennammo, il vantaggio è generico e cioè non solo relativo a questo caso specifico di piccoli valori di m ; in altre parole la costruzione di simili ruote si presta favorevolmente in tutti i casi e cioè anche in quelli in cui non osti il piccolo rapporto alla costruzione consueta con palette riportate, in quanto in ogni caso i valori del peso statico e delle sollecitazioni dinamiche risultano diminuiti e non di poco ed i coefficienti di lavoro del materiale hanno una distribuzione di carattere continuo e in grandezza e in direzione.

Nella figura 2 illustriamo il confronto fra una ruota di turbina di grande potenza ottenuta sempre col sistema detto di fusione unica, posta a confronto con la forma che avrebbe assunto il dettaglio costruttivo nel caso di pale riportate col sistema con codolo centrale a coda di rondine.

La figura è riferita ad un caso di ruota montata a sbalzo sulla flangia dell'albero dell'alternatore (caso non infrequente per le Pelton).

⁽³⁾ HOLL: Campo di applicazione delle Turbine moderne. (Zeit f. das Ges. Turbinenwesen, 1908, pag. 213).

⁽⁴⁾ ERN. REICHEL WAGEMBACH: Prove di Turbine Pelton ed a cucchiaini. Zeit d. Ver. d. Ingenieure, 1913, pag. 441.

⁽⁵⁾ V. op. cit., pag. 116.

⁽⁶⁾ La Ditta Franco Tosi di Legnano, consorzata, per quanto riflette la costruzione delle Turbine Idrauliche, con la Soc. An. Ind. «San Giorgio» di Sestri Ponente.

I dati per cui la ruota è stata costruita sono:

$$H = 460 \text{ m} \quad Q = 1700 \text{ l/1''} \quad n = 420$$

I particolari di attacco del disco portapala al mozzo sono stati mantenuti identici per comodità di raffronto.

Già a prima vista si nota come la forma A con le pale di fusione è molto più snella e certamente più razionale per riguardo alle sollecitazioni indotte nel disco.

Il confronto fra i pesi statici porta già a questo risultato:

Peso della pala Caso A, kg 80 — Caso B, kg 130 (70 per la pala e 60 per il codulo).

Peso del disco Caso A, kg 3200 — Caso B, kg 4000.

Peso complessivo (n. 20 pale) Caso A, kg. $3200 + 80 \times 20 =$
= kg 4800 — Caso B, kg $4000 + 130 \times 20 =$ kg.6600.

è nè di uniforme resistenza, nè di spessore costante, l'analisi si presenta peraltro estremamente difficoltosa, mentre i risultati ottenuti coi metodi esposti dal Caufourier, che lo scrivente ha provato ad applicare, non sembrano attendibili per le molte ipotesi arbitrarie di calcolo che vengono adottate (⁶).

Tuttavia il disco può essere perfettamente calcolato come solido di uniforme resistenza, a parità di quanto si fa nella turbine a vapore, ponendo la equazione del profilo nella forma di iperbole secondo la:

$$x y^a = \text{cost.}$$

dove y è il raggio generico ed x lo spessore assiale.

Nel caso del disco della fig. 2 basterà peraltro rendersi conto del valore della sollecitazione σ_a assiale e tangenziale

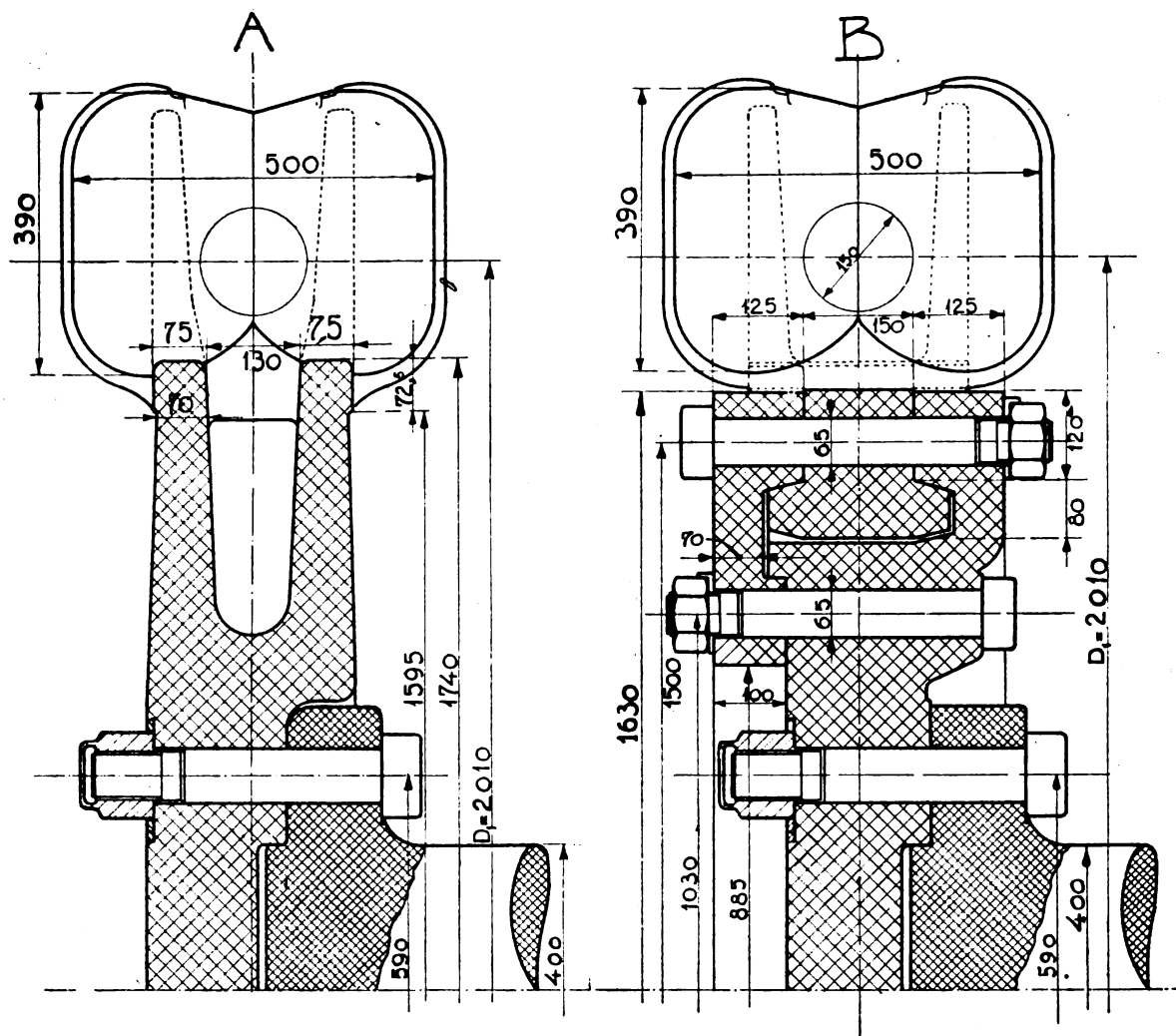


Fig. 2.

Si ha cioè già dal punto di vista statico un minor peso del:

$$\frac{6600 - 4800}{6600} \approx 0,27 = 27 \%$$

risultato non indifferente a tutti gli effetti.

Per riguardo alle sollecitazioni del materiale ricaviamo quanto segue:

Caso A (fig. 2). — La sollecitazione è di un solo tipo ed è cioè quella del doppio disco, che può essere analizzata con uno dei soliti sistemi usati per il calcolo delle ruote di turbine a vapore (⁷).

Nel nostro caso specifico, data la forma del disco che non

nella sezione immediatamente sotto l'anello di contorno di uno dei dischi, mentre è chiaro che i valori di σ varieranno in modo continuo avvicinandoci all'asse, almeno fino al raggio R_0 che limita la parte modificata, secondo una curva di σ che si potrebbe esattamente determinare solo nel caso di profilo iperbolico o, come nel caso particolare ($\alpha = 0$), costante.

(⁶) Diviso il disco in n anelli concentrici di spessore costante, presentanti così $n-1$ superfici cilindriche di separazione, nonché 2 superfici estreme (una esterna ed una interna; quest'ultima nel caso che esista un foro centrale), la teoria perviene a due equazioni in σ_r e σ_t , per ciascuna superficie di separazione, nonché una equazione per ciascuna superficie estrema. Si hanno così $2n$ equazioni, di cui ognuna porta due costanti, uguali per ogni gruppo di due; il numero delle incognite è così $2n$.

Partendo da una delle superfici estreme in cui è noto il valore di σ_t , si può risolvere il sistema, ed, individuate le costanti, determinare i valori di σ_r e σ_t in tutti i punti del disco.

Il procedimento è sufficientemente approssimato quando le variazioni di spessore non sono troppo forti; ma diviene nettamente inesatto se, come nel nostro caso, a variazioni di spessore forti e discontinue si aggiunge una asimmetria di alcune regioni del disco rispetto al piano normale all'asse passante per lo spigolo delle pale.

(⁷) Cfr. BELLUZZO: Le turbine a vapore. Milano, 1923.

PRUDON: Génie Civil, 24 maggio 1923.

PIGEAUD: Annales des Ponts et Chaussées, 1923. F. II, pag. 359.

STODOLA: Turbine a vapore. (1906).

CAUFQUIER: Le calcul des disques tournants. Génie Civil, 5 gennaio 1924.

Riferendoci a quanto esposto dal Prof. Belluzzo (op. citata) (*) si ha:

$$\sigma_a \left(1 - \frac{1}{m}\right) = \frac{\delta}{g} \omega^2 R^2 + \frac{p_a R}{s_x} - \frac{R s \sigma_a}{s_x b}$$

dove i simboli sono riferiti alla fig. 3 ed alla fig. 2 per le dimensioni, ed è:

$s_x = 72,5$ mm (nel caso specifico spessore effettivo);

$s = 70$ mm;

$b = 75$ mm;

$R = 833$ mm;

$\delta = 7700 \times 10^{-9}$ kg/mm³ il peso specifico del materiale (acciaio);

$g = 9810$ mm/sec² accelerazione di gravità;

$m = \frac{10}{3}$ l'inverso del coefficiente di Poisson,

ω e p_a rispettivamente la velocità angolare e la pressione centrifuga unitaria calcolate come avanti.

Posto il diametro del baricentro G della pala al raggio $R_b = 1040$ mm (10) e dato il peso della pala in kg 80 e calcolando la sollecitazione per la velocità di fuga (condizione estre-

La forza centrifuga di una pala è allora:

$$f_A = \frac{P}{g} \omega^2 R = \frac{80}{9,81} \times 94,2^2 \times 1,04 = 75600 \text{ kg.}$$

E poichè la superficie esterna della corona è al diametro di 1740 mm ed ha una larghezza totale di 150 mm (doppia della corona unica), mentre il passo periferico risulta di:

$$\frac{1}{20} \times \pi \times 1740 = 274 \text{ mm.}$$

la pressione unitaria p_a è:

$$p_a = \frac{75600}{150 \times 274} = 1,91 \text{ kg/mm}^2$$

Sostituendo tutti i valori nella formola per σ_a si ha:

$$\sigma_a = \frac{s_x b}{R s} \frac{1}{1 - \frac{1}{m}} \left\{ \frac{\delta}{g} \omega^2 R^2 + \frac{p_a R}{s_x} \right\} = \frac{72,5 \times 75 \cdot 10}{833 \times 70 \cdot 7} \left(\frac{7700}{9810} \times 10^{-9} \times 94,2^2 \times 833^2 + \frac{1,91 \times 833}{72,5} \right) = 3,56 \text{ kg/mm}^2$$

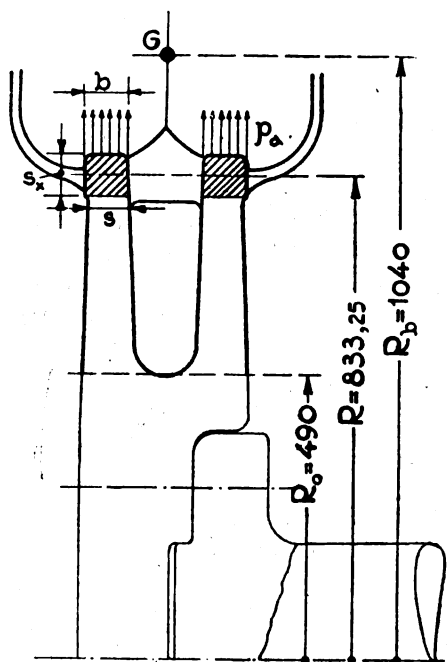


Fig. 3.

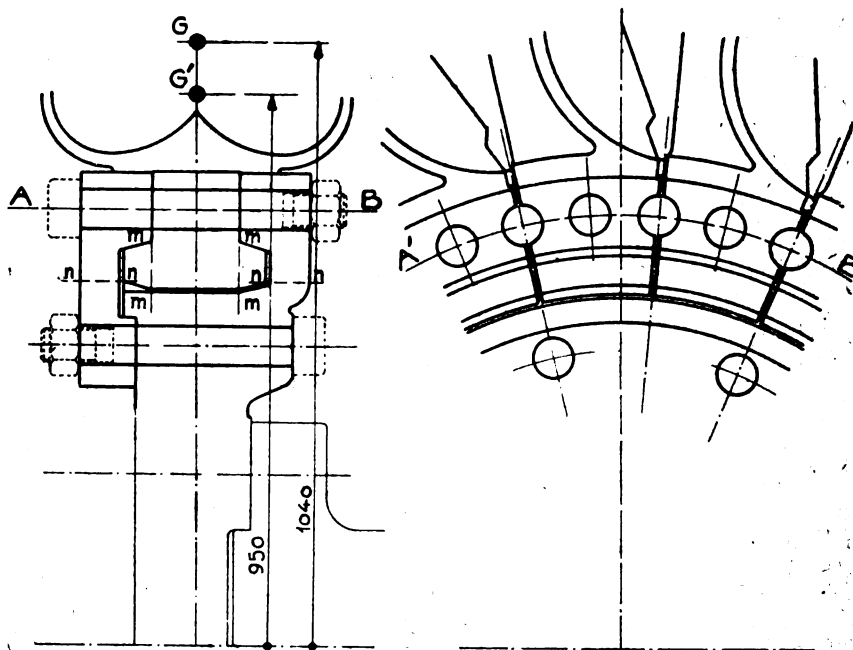


Fig. 4.

ma e non raggiungibile in pratica), si ha, per $H = 460$ m, la velocità periferica massima teorica:

$$v_e = \sqrt{2gH} = 94,7 \text{ m/l}''$$

che al diametro medio $D_1 = 2010$ mm dà un numero di giri massimo teorico;

$$n = \frac{60 \times 94,7}{\pi \times 2010} = 900 \text{ giri}$$

ed una velocità angolare:

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = 94,2$$

(*) Anche questa relazione discende da una ipotesi semplificativa: l'uguaglianza delle sollecitazioni σ_a radiale e tangenziale. Per rendersene conto basta osservare che la relazione astrae totalmente dalla forma (e perciò dalle caratteristiche di resistenza) del disco. Ma finché la corona è tale, cioè non ha una dimensione radiale troppo grande rispetto a quella assiale, la teoria esatta dimostra la buona approssimazione del procedimento e cioè in ultima analisi la legittimità dell'assunto di partenza.

(10) Viene considerata la parte che è fuori dei dischi e cioè i due cucchiaini, le nervature in prolungamento dei dischi e la nervatura trasversale. Si suppone che il baricentro sia a metà altezza e ciò in considerazione del fatto che gli spessori più forti della zona più vicina all'asse vengono compensati dal volume di pala compreso nei dischi. Tenendo conto delle nervature radiali, tale compenso non si raggiungerà in effetto, ma il considerare il baricentro più lontano è condizione peggiorante e quindi di maggior sicurezza.

sollecitazione bassissima se si tien conto che si tratta di acciaio fuso e più che altro che il calcolo è stato condotto per una velocità di fuga assolutamente teorica e cioè più che doppia della velocità di rotazione, mentre la pratica assegna un valore che è circa di 1,8 volte quella di lavoro.

Caso B (fig. 2 e 4). — Qui i valori degli sforzi aumentano non solo, ma le sollecitazioni sono di vario genere e non più distribuite (nei bulloni, nelle chiavette, nel disco, nel codolo, ecc.): si moltiplicano cioè le sezioni di pericolo.

Come abbiamo visto la intera pala pesa kg 130 di cui 70 dovuti alla pala propriamente detta e 60 al codolo. Agli effetti del calcolo della sezione A-B la parte di pala posta al di fuori di questa sezione è stata determinata in kg 88 ed il suo baricentro a 1000 mm dall'asse. Onde la forza centrifuga corrispondente risulta:

$$f_B = \frac{88}{9,81} \times 94,2^2 \times 1,00 = 79800 \text{ kg.}$$

Inoltre la forza centrifuga che sollecita l'intera pala (raggio del baricentro 950 mm) raggiunge il notevole valore di:

$$f_B = \frac{130}{9,81} \times 94,2^2 \times 0,95 = 112000 \text{ kg.}$$

Analizziamo le sollecitazioni più preoccupanti riferendoci alla fig. 4.

1) Tensione nella sezione A-B (A'-B')

L'area della sezione essendo di:

$$\left(\frac{1}{20}\pi \times 1500 - 2 \times 65\right) \times 150 = 15750 \text{ mm}^2$$

risulta:

$$\sigma_t = \frac{79800}{15750} = 5,06 \text{ kg/mm}^2$$

2) Recisione secondo le sezioni *m-m*.
L'area della sezione è qui:

$$2 \frac{1}{20}\pi \times 1310 \times 80 = 32900 \text{ mm}^2$$

per cui:

$$\sigma_r = \frac{112000}{32900} = 3,41 \text{ kg/mm}^2$$

3) Tensione secondo le sezioni *n-n*.

Per semplicità si considerano il disco e l'anello racchiudenti il codulo divisi in settori come i coduli stessi; ed a parziale compenso di questa ipotesi semplificativa non si tien conto delle sollecitazioni indotte dalle forze centrifughe proprie del disco e dell'anello.

La sezione resistente totale è:

$$2 \frac{1}{20}\pi \times 1250 \times 70 = 27500$$

per cui:

$$\sigma_t = \frac{112000}{27500} = 4,07 \text{ kg/mm}^2$$

4) Tensione nei bulloni di collegamento.

Inclinazione delle superfici di contatto:

$$\text{tg } \alpha = \text{tg } 12^\circ = 0,212$$

Componente tangenziale:

$$f'_B \text{ sen } \alpha = 112000 \text{ sen } 12^\circ = 23300 \text{ kg}$$

Che ripartita su tre bulloni (interessando nella resistenza anche quello più basso di unione fra l'anello ed il disco) dà per ciascuno:

$$\text{kg. } 7770$$

La tensione sul nocciolo della vite ($2'' \frac{1}{2}$, diametro minimo 55 mm.) risulta:

$$\sigma_t = 3,2$$

sollecitazione prudenziale per non aver tenuto conto della tensione iniziale del serraggio a fondo.

5) Compressione sulle chiavette per effetto del solo getto (apertura).

In funzione della velocità:

$$c_t = 0,98 \sqrt{2g \cdot 460} = 93 \text{ m/l}''$$

e per la portata $Q = 1700 \text{ l/l}''$, lo sforzo martellante risulta:

$$F = \frac{1700}{9,81} \cdot 93 = 16100 \text{ kg.}$$

Lo sforzo sulle chiavette si ottiene moltiplicando per il rapporto fra i bracci di leva della forza e della reazione sulla chiavetta, riferiti all'asse del bullone centrale di collegamento, ritenendo, come deve essere, che i bulloni di margine non lavorino nella catena di forzamento periferico. Risultata:

$$f = 16100 \frac{255}{85} = 48300$$

e quindi sulle chiavette di mm. 30×300 una sollecitazione unitaria di compressione:

$$\sigma_c = \frac{48300}{30 \times 300} = 5,37 \text{ kg/mm}^2$$

Tralasciando altre verifiche più minuziose (come ad esempio quelle secondarie di deformazione delle chiavette e conseguenti, ecc.) si vede però già chiaramente dagli esempi esposti come, sia dal punto di vista statico che da quello dinamico, come dal punto di vista della uniformità delle sollecitazioni del materiale, la soluzione con la ruota fusa rappresenta real-

mente quanto di più razionale si possa immaginare. Cosa del resto che è perfettamente generalizzabile.

La fig. 5 illustra un altro tipo di ruota sempre con pale di fusione del solito sistema, costruita qui per asse passante ma con disco riportato sul mozzo, caratteristica resa conveniente in questo tipo per evidenti ragioni di ricambio, ma tuttavia preferita oggi dai costruttori, ogni volta che sia possibile, anche per le ruote normali a pale riportate.

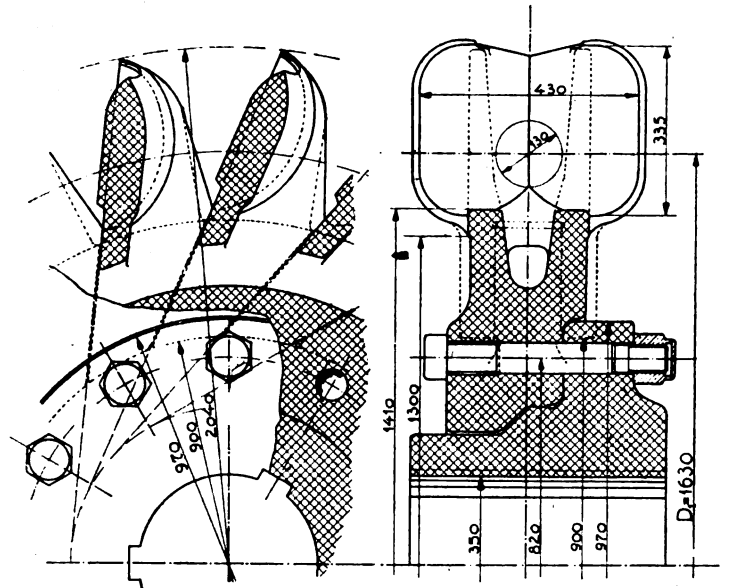


Fig. 5.

Lo scrivente ha qui tentato la possibilità di confronto con una ruota a pale riportate (analogamente a quanto fu fatto per la ruota della fig. 4) riferendosi però questa volta, date le dimensioni, al tipo più comune di attacco con doppio codulo esterno e simmetrico al disco. Senonchè tale confronto è stato reso impossibile dalla circostanza, chiaramente emergente dalla figura, della difficoltà di razionale sviluppo dei due attacchi successivi (pale al disco e disco al mozzo); circostanza questa dovuta ad un rapporto m tuttavia piccolo ($m = \frac{1630}{130} = 12,5$).

Non solo, ma anche a voler rinunciare a questa importante caratteristica e cioè a voler costruire il disco in un sol pezzo col mozzo, si dovrebbe qui rinunciare al passo periferico corrispondente a 20 pale, che risulta idraulicamente il più conveniente, per la impossibilità di alloggiamento dei due bulloni conici di attacco. La sezione normale all'asse, della stessa fig. 5, mette in evidenza questo fatto, essendo state in essa segnate con punteggiate le dimensioni periferiche del codulo per 20 pale.

Bisogna concluderne che non solo anche in questo caso di rapporto medio la soluzione con pale fuse si presenta certamente più vantaggiosa per tutte le esposte ragioni di minor peso statico, minori e più razionali sollecitazioni, ecc., ma che rinunciandovi bisognerebbe anche rinunciare a due caratteristiche importanti, l'una di carattere costruttivo e di manutenzione, l'altra di carattere teorico.

*

Nessuna difficoltà di fonderia si incontra nella esecuzione pratica, cioè nella fusione di simili ruote, ottenuta con un sistema a tasselli; le ruote fuse che lo scrivente ha avute a disposizione, presentano una perfetta omogeneità di materiale, nessun difetto di fusione, una esatissima e costante distanza periferica fra le pale, ecc.

Diremo anzi di più, e cioè che dal punto di vista della bontà del getto fuso la soluzione qui esposta costituisce un ulteriore e non indifferente progresso della tecnica, forse anche di portata superiore a tutti gli altri vantaggi descritti.

È noto come una delle difficoltà della fusione di ordinarie pale Pelton a codulo unico o doppio che sia, è dovuta al fatto delle brusche variazioni di spessore fra il cucchiaino e le nervature di attacco, variazioni che non si possono attenuare perchè pacificamente ciò influirebbe nello stesso senso a tutto danno della resistenza (aumento dello spessore del cucchiaino = aumento della sollecitazione unitaria; diminuzione dello spessore delle nervature = aumento della sollecitazione unitaria) variazioni di spessore la cui letale influenza sulla com-

pattezza del getto per non uniforme raffreddamento delle masse è ben nota ai tecnici in generale ed ai tecnici di fonderia in particolare.

Il fenomeno è stato sempre preoccupante, e, specie nel caso di codulo centrale come quello della fig. 2 B, frequentemente in corrispondenza della zona centrale più vicina all'attacco delle pale si sono constatate mancanze di omogeneità del materiale.

Questa grave difficoltà di fusione risulta eccellentemente superata con la soluzione qui esposta, in quanto nelle ruote con pale di fusione descritte la differenza di spessori risulta molto attenuata, specie per la soluzione dei due dischi laterali, mentre il prolungamento di questi fino a costituire le nervature di sostegno attenua fortemente l'inconveniente determinante, che è quello del preraffreddamento della superficie del cucchiaino.

La pratica conferma in modo preciso le suddette considerazioni, risultando come si è detto i getti perfettamente omogenei, compatti, senza soffiature, ecc.; ciò è stato constatato in sede di esperienze preventive anche mediante sezioni.

La fotografia della fig. 6 mostra una ruota con disco riportato su albero passante mediante flangia forgiata in un sol pezzo con l'albero stesso. La fotografia è presa dal lato del giunto a flangia dell'alternatore. Il collegamento del disco all'albero è ottenuto con 10 bulloni passanti a dado cieco e mordente assiale di bloccaggio. Sulla superficie concava delle pale si scorge nettamente la traccia della lisciatura ottenuta mediante una piccola mola a smeriglio.

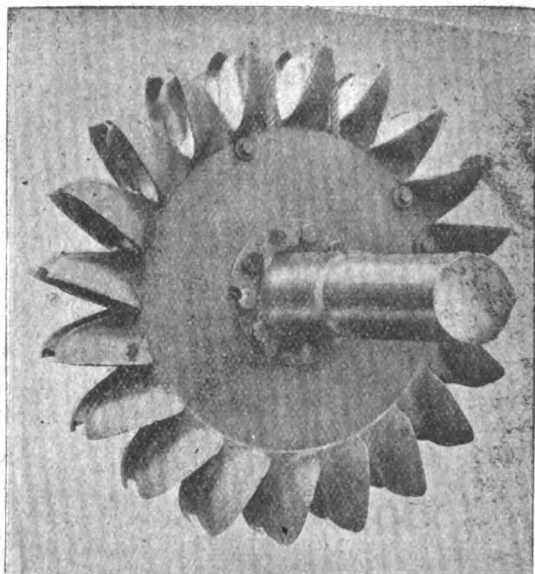


Fig. 6.

La fotografia della fig. 7 mostra la stessa ruota vista dal lato del sopporto estremo. Presso la base delle pale si notano le masse di equilibramento costituite da rondelle e mordenti.

*

Alla soluzione della ruota fusa si può fare (e si farà certamente) una sola obiezione: quella che si renderà in tal modo impossibile il ricambio di una pala nel caso di guasto e necessaria quindi la sostituzione di tutta la ruota.

Tale obiezione, specialmente se posta a confronto dei reali vantaggi che la nuova soluzione apporta come abbiamo visto da tutti i punti di vista, ha, a parere dello scrivente, scarso valore pratico per le seguenti ragioni:

1) Il caso di consumo di una sola pala si verifica molto raramente in pratica e meno si verificherà nel caso delle nuove ruote descritte, in cui la fusione in unico getto garantirà meglio la uniformità di resistenza del materiale all'opera corrosiva dell'acqua. Una volta che tutte le pale dovessero essere ricambiate, il maggior costo del disco (che fra l'altro presenterebbe certamente necessità di riparazioni specie nei fori dei bulloni di attacco, in generale sempre leggermente ovalizzati dopo lungo uso) non può essere influente, compensato come è ad usura del minor costo di lavorazione di tutti i piani di aggiustaggio, bulloni, centrature, chiavette, ecc.

2) Il caso di rottura di una pala per ragioni intempestive è talmente raro in pratica che esso non può infirmare un sistema di ruota che presenta così grandi vantaggi di costo e di razionalità, mentre anche questo caso il cambio di una sola pala

necessita sempre in pratica tali riparazioni a tutto l'assieme della catena di pale, specie per il serraggio periferico, da essere forse discutibile se non convenga il cambio di tutta la ruota.

Diremo in più come, anche in questo disgraziatissimo caso, la tecnica moderna fornisce sistemi di riparazione con saldature autogene che potrebbero essere efficacemente usati in tale evenienza, mentre anche se la riparazione dovesse non risultare perfetta, l'influenza di una sola pala accomodata agli effetti del rendimento idraulico della turbina diviene sicuramente imponderabile.

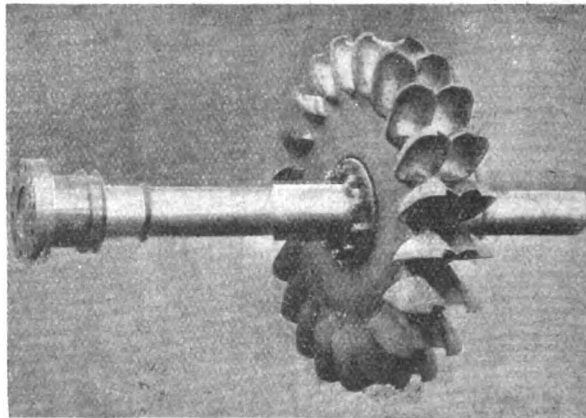


Fig. 7.

3) La facilità con cui può essere prospettata in ogni caso una soluzione di disco riportato su mozzo, come quello indicato nella fig. 5, limitando così al minimo il peso della girante, fa sì che anche in caso di sostituzione della ruota questa non rappresenti che una parte del complesso della girante stessa.

Ci sembra in conclusione che i vantaggi di questo sistema siano reali e non indifferenti per: diminuzione di peso statico, uniformità di resistenza che come abbiamo detto si può spingere fino ad una vera uniformità numerica adottando profili iperbolici; diminuzione di sollecitazioni e loro limitazione di numero e qualità, eliminazione del problema del concatenamento periferico fin qui ottenuto in modo discutibile con chiavette assiali o radiali che siano; minor costo della girante per minor peso ed essenzialmente per aver diminuito al minimo le lavorazioni di aggiustaggio, montaggio, ecc.; maggiori garanzie di buona fusione, ecc.

La soluzione studiata e che oggi ci risulta definitivamente adottata, ci sembra quindi veramente ottima e razionale, e come tale destinata a sicura applicazione pratica.

□ □ DIMOSTRAZIONE MEDIANTE LA TEORIA DEL POTENZIALE DI UNO DEI TEOREMI FONDAMENTALI DELL'ELETTROTECNICA □ □ □ □ □ □

SCIPIONE R. TREVES

È noto che la funzione potenziale elettromagnetica, cioè quella funzione, le cui derivate rappresentano a meno del segno le componenti dell'azione esercitata da una corrente circolante in un dato circuito chiuso sopra un polo magnetico unitario positivo, posto in un punto qualunque dello spazio, è data dalla formola

$$V = k \int \frac{1}{r} ds$$

dove s è una superficie arbitraria avente per contorno il dato circuito, n ne è la normale positiva, e r è la distanza variabile di un elemento di circuito dal polo magnetico. Il fattore k , che dipende dalla corrente i e dal sistema di unità di misura, si può uguagliare senz'altro a i , quando si ricorra al sistema elettromagnetico.

La funzione V si presenta dunque come la funzione po-

tenziale di una lamina magnetica di momento costante; e così infatti deve essere per la equivalenza esistente tra lamina magnetica e spira di corrente.

Ora dalla teoria generale delle funzioni potenziale di distribuzioni newtoniane è noto ⁽¹⁾ che tali funzioni si riducono in sostanza a tre tipi principali, che, detto s o S la superficie o lo spazio, in cui è distribuita la massa agente, n la normale positiva a s , r la distanza variabile del punto potenziato, sono:

$$A = \int_s g \frac{ds}{r}$$

$$B = \int_s h \frac{dS}{r}$$

$$C = \int_s k \frac{\partial}{\partial n} \frac{1}{r} ds$$

Queste funzioni si dicono rispettivamente funzioni potenziale di superficie, di spazio e di doppio strato; e dalla classica formola di Green risulta che esse verificano ordinariamente le seguenti equazioni:

$$A_n - A_{n'} = 0; \quad \frac{\partial A}{\partial n} + \frac{\partial A}{\partial n'} = -4\pi g; \quad \Delta_1 A = 0$$

$$B_n - B_{n'} = 0; \quad \frac{\partial B}{\partial n} + \frac{\partial B}{\partial n'} = 0; \quad \Delta_1 B = -4\pi h$$

$$C_n - C_{n'} = 4\pi k; \quad \frac{\partial C}{\partial n} + \frac{\partial C}{\partial n'} = 0; \quad \Delta_1 C = 0$$

dove n' è la normale negativa (cioè la normale esterna, se con n si è indicata la normale interna), e con l'apporre gli indici n o n' si è voluto indicare il valore della funzione sulla superficie agente o limitante la massa agente, dalla parte dell'una o dell'altra normale. Al solito il simbolo Δ_1 rappresenta l'operatore di Laplace

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

Pertanto la funzione

$$V = i \int_s \frac{1}{r} ds$$

che è una funzione potenziale di doppio strato dovrà soddisfare alla relazione

$$V_n - V_{n'} = 4\pi i \quad (1)$$

la quale esprime che facendo passare la superficie s per un punto fisso P dello spazio e percorrendo a partire da un punto molto vicino a P e da una certa banda di s una linea qualunque che concatenandosi col circuito giunga di fronte al punto di partenza, si passa dal valore iniziale V_n al valore

$$V_n = V_{n'} + 4\pi i.$$

Eseguendo un nuovo giro attorno al circuito, la funzione V subisce un nuovo aumento di $4\pi i$; cioè questa quantità è un modulo di periodicità della funzione V , la quale a differenza delle altre funzioni potenziali newtoniane non è più ad un valore, ma è invece polidroma, assumendo in ogni punto dello spazio infiniti valori, differenti fra loro per multipli del modulo. Dalla (1), ricordando che il campo è in valor assoluto la derivata della funzione potenziale, risulta subito la formola fondamentale dei circuiti concatenati

$$\int H dl = 4\pi i$$

che appare in tal modo come una diretta conseguenza della polidromia della funzione V . A questa formola si giunge d'ordinario per altre vie che non richiedono la conoscenza della teoria generale delle funzioni potenziale di distribuzioni newtoniane, tali procedimenti sono assai meno semplici di quello qui indicato.

Torino, gennaio 1924.

⁽¹⁾ Cfr., ad esempio, BETTI, Teoria delle forze newtoniane, (Pisa, Nistri, 1879) ovvero POINCARÉ, Théorie du potentiel newtonien, (Paris, Carré et Naud, 1889).

LETTERE ALLA REDAZIONE

Fulminazione e respirazione artificiali.

La lettera dell'Ing. Bolognini (5 febbraio 1924, vol. XI, N. 4, pag. 83) ci ha procurato numerosi scritti sull'inesauribile argomento degli effetti fisiologici della corrente elettrica. Riteniamo superfluo far posto a una casistica di dubbia utilità e ci limitiamo a stralciare quanto segue da una delle lettere pervenuteci, la quale conferma il fatto, del resto notissimo, dei miracoli che può operare la respirazione artificiale.

Spett. Redazione de «L'Elettrotecnica»,

A proposito della lettera dell'Ing. Bolognini comparsa nel N. 1 c. a. e riguardante gli effetti fisiologici della corrente elettrica, anzi della scossa elettrica, non riesco a vedere delle vere e proprie confutazioni alle affermazioni senza dubbio troppo categoriche del Professor Janneck dell'Università di Berna.

La scossa elettrica non uccide. Va bene. Ma quale scossa? In quali condizioni?

Credo che ogni elettricista — chi è senza peccato — scagli la prima pietra — chi più e chi meno (come sa bene l'Ing. Muschka di Trieste, che ha avuto la non comune fortuna di poter raccontare nel N. 25 del 1923 un non piacevole caso personale), abbia subito la corrente elettrica. Ben pochi però sono in grado di stabilire le conseguenze del proprio caso personale se si fosse verificato in circostanze leggermente diverse — basta un'inezia! — e se si fosse prolungata una emozione così eccezionale.

Evidentemente in tema di scosse siamo un po' indietro.

Ho sempre pensato — perchè così mi hanno insegnato — che sia necessario distinguere, anche in questo genere poco allegro di fenomeni, la corrente alternata dalla continua.

Anche gli Americani la pensano così. Da tempo non praticano più l'elettrocuzione mediante corrente alternata. Hanno riscontrato appunto che i sottoposti alla sedia elettrica subivano all'esecuzione una specie di paralisi cardiaca, un arresto della funzione del gran simpatico, che comanda le funzioni automatiche del cuore, dei polmoni, ecc. Ed in ultima analisi i condannati venivano colpiti da sincope e — secondo accreditate ipotesi — morivano di asfissia in perfetta lucidità di mente. Perciò, nei riguardi della corrente alternata, si hanno le stesse convinzioni tanto a Berna quanto oltre Oceano. Ma la sedia elettrica ora va a corrente continua e non si è ancora avuta una dimostrazione di inefficacia di questo sistema.

Intanto la narrazione di casi particolari potrebbe riuscire utile solo se ci si sentisse in grado di trarre delle conseguenze.

Io comincio con lo spezzare una lancia in favore del Professor Janneck.

In una sera del luglio scorso in Civitanova Marche, bella e placida cittadina del Piceno, la quiete poetica del luogo pittoresco in cui mi trovavo fu rotta dalle grida angosciose sempre crescenti di una folla terrorizzata che si agitava in una via laterale, facendo ressa sull'ingresso di una modesta abitazione. Mi precipitai da quella parte e mi trovai di fronte ad un corpo inerte, disteso in terra, che aveva tutte le parvenze e tutte le caratteristiche di un cadavere: fisionomia contratta, assenza di pulsazioni e di respiro, ecc. Mi dissero che si trattava di corrente elettrica. L'avevano trasportato lì fuori — in istrada — in attesa di un medico, che poi non sarebbe arrivato in tempo.

Incominciai subito a praticare con tutte le regole la respirazione artificiale. L'operazione fu lunga, penosa, dovetti lottare anche con me stesso per vincere la ripugnanza istintiva che mi veniva al pensiero di costringere un cadavere a dei grotteschi atteggiamenti.

Dopo un'alternativa angosciosa di speranze e di scoraggiamenti, ebbi la memorabile consolazione di veder rianimarsi, riprender vita, l'infelice (dopo circa 10'). Riacquistò subito l'uso della favella che inaugurò col pregarmi di non farlo morire.... Lo rassicurai, tentai di placare il suo spavento.

Si trattava di un falegname, più volte padre, che, per adattare una lampada alle esigenze del suo lavoro, era stato attaccato ai fili della luce per un quarto d'ora, così dichiarò l'interessato.

In ogni modo si tratta di una tensione alternata di 125 V, e il contatto avvenne con un dito che rimase carbonizzato scoprendo due falangi per aver fatto probabilmente corto circuito tra fase e neutro. Il terreno era umido (bottega senza pavimento).

Come stabilire limiti regolamentari quando si confronti questo caso con quello dell'Ing. Muschka?

G. BRUNO ANGELETTI.

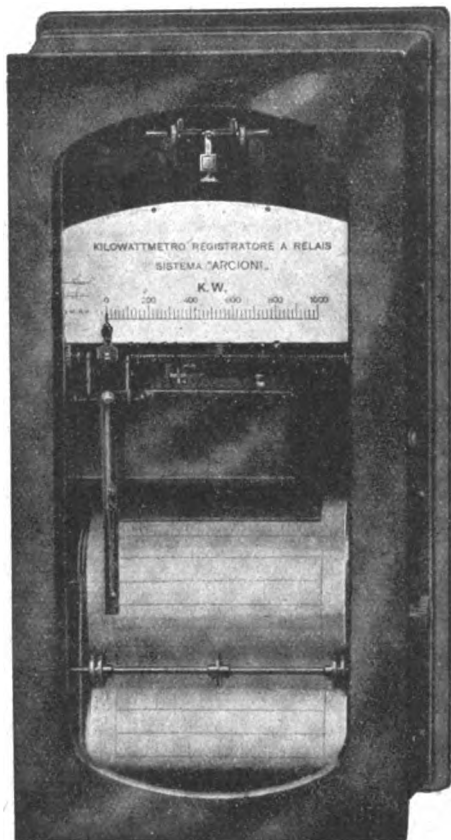
LA NOSTRA INDUSTRIA

In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali.

Nuovo wattmetro registratore a relais, sistema « Arcioni ».

Sono ben noti i felici risultati derivati dall'applicazione del relais e del servomotore agli strumenti elettrici registratori, e particolarmente ai wattmetri elettrodinamici.

L'Ing. Vittorio Arcioni, che ideò anni addietro il primo registratore a relais, a tutti noto, ha ora fatto costruire dalle Officine Costruzioni Elettriche, già Biasca, un nuovo tipo di wattmetro a relais che conservando le caratteristiche essenziali del vecchio apparecchio, presenta alcune interessanti novità e particolarità che ne rendono l'impiego più facile e meno delicato.



L'apparecchio di misura vero e proprio è ancora un wattmetro elettrodinamico doppio, senza ferro, nel quale però le bobine sono disposte come in una bilancia di Lord Kelvin, ma con l'asse di oscillazione verticale. L'asse appoggia inferiormente sopra una pietra dura, mentre, superiormente, è solo guidato. La punta inferiore dell'asse e la pietra sono facilmente ricambiabili.

I contatti che, comandati dal wattmetro, regolano il funzionamento del servo motore, e che sono forse la parte più delicata di simile strumento a relais, presentano molte particolarità interessanti. Prima di tutto sono portate sulla parte anteriore dell'istrumento, in modo da poter essere con tutta facilità ispezionati. La superficie dei contatti fissi può essere pulita durante il funzionamento, mentre tanto i contatti fissi quanto i mobili possono essere rapidamente ricambiati senza bisogno di nessun utensile.

Tutto il sistema è particolarmente robusto, cosicchè può essere maneggiato anche da mani inesperte senza alcun pericolo per l'apparecchio di misura.

Il servomotore è del tipo a induzione, il che costituisce senza dubbio un notevole vantaggio, ed è completamente racchiuso in una cassetta e costruito in modo da non richiedere assolutamente alcuna manovra o sorveglianza. Esso funziona con una intensità di corrente di 0,02 ampère che è assai importante per la buona conservazione ed il buon funzionamento dei contatti. La trasmissione del movimento alla penna e all'indice avviene con una vite e si può facilmente correggere la posizione relativa della penna e dell'indice.

L'ampiezza del diagramma è di mm 130.

Lo svolgimento della carta è ottenuto per frizione, cosicchè non si richiede che la carta stessa abbia la foratura laterale finora impiegata.

L'istrumento è alto complessivamente 515 mm; largo 270 e profondo 190.

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

LESLIE N. CRICHTON — Un nuovo relais per sezionare automaticamente le reti di distribuzione. (J. A. I. E. E., agosto 1923, pag. 793).

L'articolo descrive un nuovo tipo di relais costruito in modo che la rapidità del suo intervento in caso di un incidente sulla linea, è proporzionale alla distanza fra il guasto ed il relais, cosicchè il primo a scattare è sempre il relais più vicino al guasto stesso. Si raggiunge così lo scopo che di solito si cerca di ottenere mediante relais di direzione e di sovracorrente messi a punto per ritardi diversi; metodo questo laborioso e non sempre del tutto soddisfacente in reti complesse.

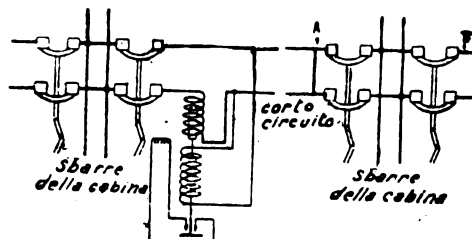


Fig. 1. — Tratto di rete con l'applicazione di un relais elementare.

Uno schema molto semplice è quello di figura 1, dove sono indicati due avvolgimenti, uno di corrente e l'altro di tensione, agenti in modo differenziale sui contatti del relais. Gli avvolgimenti sono proporzionati in modo che, per quella particolare sezione di linea al quale il relais è applicato, l'avvolgimento di corrente giunga a superare appena la contraria azione di quello di tensione quando avvenga un corto circuito all'estremità più lontana della sezione di linea.

Se il guasto si verifica più lontano, l'avvolgimento di tensione è più attivo e il relais non agisce; se il corto circuito si verifica entro la sezione protetta dal relais e più vicino a questo, il relais agisce con maggiore energia. Questo schema elementare ha due difetti: la sua azione è affetta da ogni eventuale resistenza nel corto circuito e inoltre esso non è capace di distinguere fra un guasto che avvenga subito prima o subito dopo di una sottostazione (punti 4 o B di fig. 1). Lo schema fondamentale di fig. 1 venne perciò modificato.

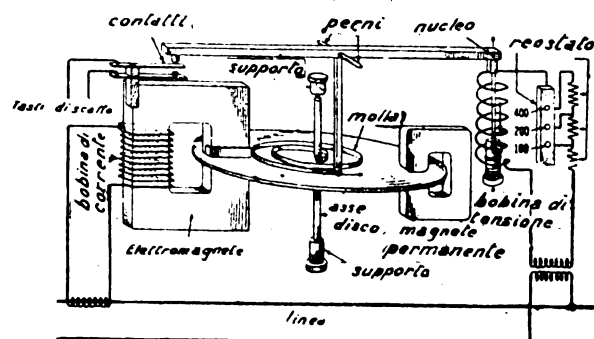


Fig. 2. — Disposizione schematica del relais.

In figura 2 è rappresentato schematicamente il nuovo relais. Esso è del tipo ad induzione: il disco è messo in rotazione dalla bobina di corrente appena questa raggiunge un valore sufficiente, ed è frenato da un magnete permanente cosicchè la sua velocità si può ritenere approssimativamente proporzionale alla corrente. Il movimento del disco mette in tensione una molla a spirale piana che è fissata ad un estremo all'asse del disco, e, all'altro estremo ad una leva fulcrata nel mezzo e che porta da una parte i contatti del relais e dall'altra il nucleo della bobina di tensione. Quest'ultima agisce in opposizione a quella di corrente.

Finchè la bobina di tensione è inattiva basta un leggero spostamento del disco perchè i contatti vengano a chiudersi; se invece essa è eccitata bisogna che la molla venga tesa fino a un certo punto ciò che, essendo il disco frenato, richiede un certo tempo.

Evidentemente per una data tensione E nella bobina di tensione, il tempo necessario alla chiusura dei contatti riesce inversamente proporzionale alla corrente nella bobina di corrente; viceversa per una data corrente I il tempo sarebbe direttamente proporzionale alla tensione E . È facile ricavare da queste due relazioni che $T = E : I = Z$, ossia il tempo è proporzionale alla impedenza ossia alla distanza fra il relais e il corto circuito verificatosi.

La realizzazione pratica di questo schema incontra parecchie difficoltà specialmente in dipendenza del fatto che, durante il guasto il relais deve esser capace di discriminare fra differenze di tensione molto piccole, mentre deve poter sopportare con continuità l'elevata

tensione del funzionamento normale. La bobina è assai piccola e le perdite ammontano a circa 8 W; si è provveduto a munire di alette di refrigerazione la scatola richiudente la bobina, come è indicato in figura 3.

La bobina distingue nettamente fra una tensione nulla e il 5 % della tensione normale. Il nucleo è fatto con acciaio speciale a ritenuta praticamente nulla; esso è di piccola sezione in modo da raggiungere la saturazione anche a basse tensioni applicate alle bobine ottenendosi così che la spinta su di esso sia proporzionale alla tensione applicata. Ogni cura è stata presa per ridurre al minimo le resistenze passive d'indole meccanica.

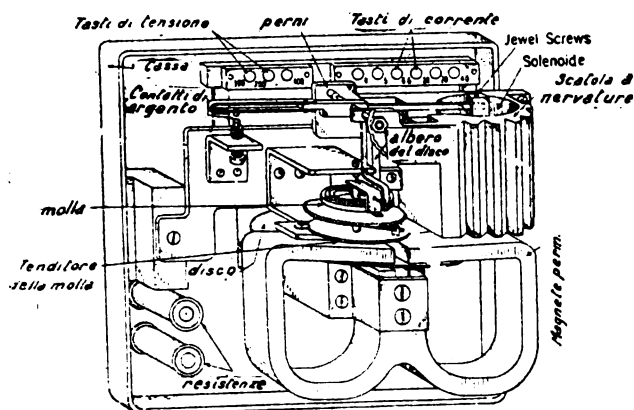


Fig. 3. — Disposizione costruttiva del relais.

La figura 4 rappresenta le caratteristiche di tempo dei relais in funzione della distanza del guasto. In essa la punteggiata orizzontale segna il massimo tempo che dovrebbe essere richiesto per far agire un relais. Infatti, ad esempio nello schema di rete di figura 5, se avviene un guasto in X, il relais A si può ritenere agisca in 0,1 secondi; l'interruttore scatta in circa 0,25 secondi; basterebbe quindi che il relais B non entrasse in azione prima che quello A abbia avuto il tempo di staccare il tronco difettoso, ossia non prima di 0,35 secondi. Raddoppiando per prudenza questo tempo si può ri-

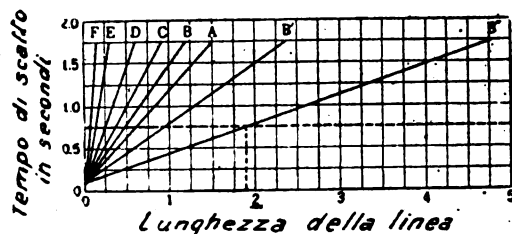


Fig. 4. — Curve caratteristiche di tempo del relais.

tenere 0,70. La differenza di tempo fra due relais è dovuta alla differenza di tensione fra essi, differenza che deve essere di almeno 5 % perchè si verifichi la discriminazione fra i due relais.

Se si tratta di un corto circuito presentante una certa resistenza, questa viene ad aumentare il tempo di scatto dei relais ma ciò non ha grave importanza perchè la resistenza stessa del corto circuito rende questo meno subitaneamente pericoloso pel circuito.

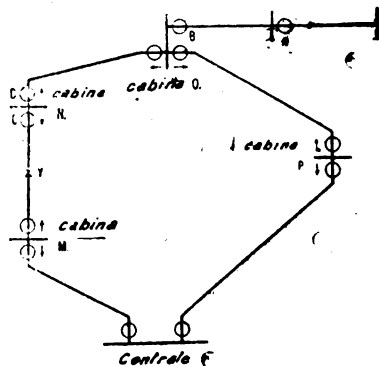


Fig. 5. — Schema di applicazione dei relais.

Per la messa a punto dei relais si osservi che se il comportamento ad esempio secondo la curva B di figura 4 è troppo lento, basta ridurre a metà le spire della bobina di corrente perchè si riduca anche a metà la tensione necessaria perchè il relais agisca nello stesso tempo, ossia si riduca a metà la distanza, ottenendosi così il funzionamento secondo la curva D e così via. Viceversa mettendo delle resistenze in serie colla bobina di tensione in modo da ridurre a metà la corrente, si otterrebbe il funzionamento secondo la curva B' e così via. Con questi semplici dispositivi si può adattare il relais a funzionare opportunamente per linee di lunghezza variabile fra 1 e 40.

La unità di distanza adottata in figura 4 dipende dalle caratteri-

stiche del circuito, cosicchè si richiederebbero calcoli laboriosi per determinare l'opportuno montaggio dei relais. Questi calcoli vengono evitati mediante tabelle o diagrammi da fornire dal costruttore dei relais.

Nel caso di corti circuiti che avvengano fra due conduttori di un sistema trifase, bisogna, perchè il relais agisca nel modo opportuno, che la bobina di tensione sia alimentata colla tensione a Δ . Invece nel caso di corti circuiti fra filo e neutro a terra, occorrerebbe che la bobina fosse alimentata colla tensione stellata.

Nei sistemi con neutro a terra occorrono perciò due distinti sistemi di relais.

Riferendosi ancora a figura 5, si vede come nel caso di un corto circuito nel punto X, entrambi i relais C e D della sottostazione N avrebbero la stessa tensione e la stessa corrente e farebbero perciò entrambi scattare i loro interruttori. Perciò i relais vengono completati con un dispositivo a direzione, costituito da un elemento wattme-

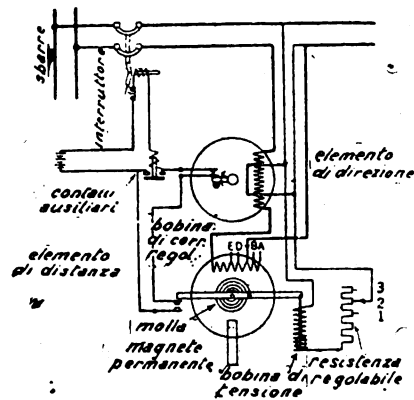


Fig. 6. — Disposizione schematica del relais con dispositivo a direzione.

trico disposto come è indicato in figura 6 e che non altera in nulla la messa a punto e il montaggio dei relais.

È interessante però osservare che praticamente è risultato che non si può inserire l'elemento wattmetrico come un ordinario wattmetro. È risultato necessario connettere l'avvolgimento in serie di esso in modo che esso utilizzi la corrente stellata (quella di un filo di linea) e connettere l'avvolgimento in derivazione in modo che sia alimentato dalla tensione a Δ del sistema, di 30° in ritardo sulla corrente.

R. S. N.

* *

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

Ing. L. TAGLIAFERRI — Studi per perfezionare la tecnica della costruzione e dell'esercizio dei forni metallurgici. (La Metallurgia Italiana, ottobre 1923, pag. 532).

L'A. riferisce circa i perfezionamenti ai forni elettrici per acciaio, da lui studiati e attualmente realizzati nelle Acciaierie Ansaldo di Cornigliano. Essi hanno di mira la semplificazione delle manovre, la maggiore sicurezza e regolarità di esercizio, l'incremento della produzione con la massima economia di elettrodi ed energia.

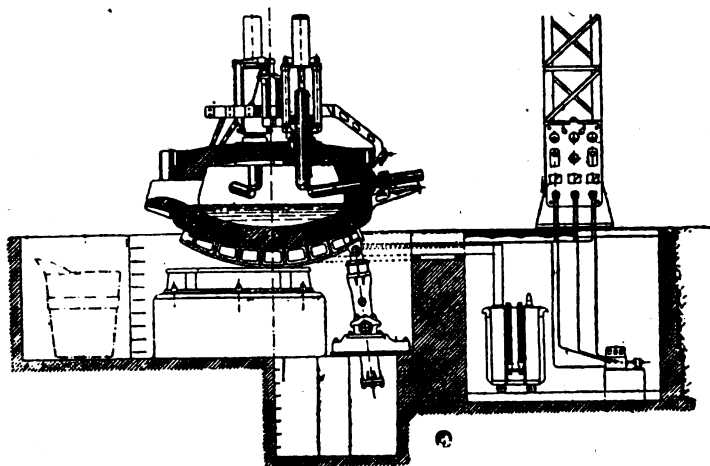


Fig. 1.

La manovra degli elettrodi è dovuta a un sistema a pressione d'olio. Questo è aspirato e pressato nel tubo che fa capo al distributore a mano, a quello automatico e all'accumulatore idraulico. Il distributore a mano è un rubinetto a tre vie, di semplice funzionamento, il cui indice segna «via aperta», quando funziona il regolatore automatico. Questo è fondato sul sistema amperometrico brevettato Thoma, per il quale, variando l'intensità di corrente nel conduttore dell'elettrodo, si sposta un pistoncino che, in caso di incremento, permette l'immissione dell'olio nel tubo di alimentazione dei

cilindri di regolazione, e quindi fa sollevare l'elettrodo, il cui sostegno è collegato al pistone rispettivo, ciò che, a tensione costante, fa ridurre l'intensità; e, in caso di diminuzione, fa scaricare l'olio, così che l'elettrodo scenda finché la corrente non sia al valore giusto. In confronto al sistema di regolazione a motore, quello così realizzato ha grandissima sensibilità, permettendo la massima elasticità nello spostamento degli elettrodi; la reazione è direttamente legata all'azione e l'intervento non subisce quindi i ritardi che si hanno coi motori. Questo regolatore, la cui sensibilità giunge a circa $\pm 1\%$ della corrente normale, è costruttivamente molto semplice.

Per migliorare l'esercizio, l'A. ha installato degli elettrodi ausiliari, connessi alla carcassa metallica del forno e al neutro del trasformatore (cioè alla terra); nei forni circolari trifasi essi sono radiali e inclinati (fig. 1). All'inizio della fusione, l'arco scocca fra essi e gli elettrodi principali corrispondenti, e si stabilisce all'intensità voluta; intanto si fanno le aggiunte alla carica, dirigendo l'arco a piacere, mediante lo spostamento, a mano, degli elettrodi ausiliari; quando la carica è semiliquida e non c'è più pericolo d'inconvenienti, si ritirano gli elettrodi ausiliari e gli archi scoccano tra quelli principali e il bagno. Si evita, così, il fatto che, non adescandosi spesso l'arco, a causa di impurità nella carica, si finisca col premere su di essa, nella manovra, l'elettrodo, che si spezza, e si elimina l'inconveniente che, quando la carica è molto massiccia, l'adescamento dell'arco provoca corti circuiti tali da far scattare gli automatici o rompere gli elettrodi nelle giunzioni. In alcuni casi di leghe speciali, poi, è bene non far scoccare l'arco contro la carica; inoltre, mediante l'elettrodo ausiliario, si può riparare a caldo il rivestimento del forno, proiettando l'arco in direzione opportuna. Sono interessanti i dati della seguente tabella, relativa a forni Ansaldo, trifasi, a 100 o 58 volt fra fase e neutro, in cui si sfrutta, secondo i bisogni, il cambiamento delle connessioni triangolo e stella dei trasformatori (durante la carica e fusione, primario a triangolo e secondario a stella; durante l'affinaggio, ambedue a stella).

| Portata del forno kg | Potenza del trasformatore kVA | Intensità media in A. | Consumo medio in kWh per T di carica | |
|-------------------------|----------------------------------|--------------------------|---|---------|
| | | | fredda | liquida |
| 250 | 200 | 1000 | 1000 | 350 |
| 500 | 350 | 1500 | 950 | 350 |
| 1000 | 700 | 2000 | 850 | 300 |
| 2000 | 1000 | 3000 | 800 | 260 |
| 3000 | 1200 | 3500 | 700 | 230 |
| 6000 | 1900 | 6500 | 650 | 170 |
| 10000 | 2700 | 9500 | 620 | 110 |
| 15000 | 3500 | 15000 | 600 | 105 |
| 20000 | 4100 | 20000 | 580 | 100 |

La figura 1 riproduce l'impianto di un forno da 20 tonn., eseguito cercando di disporre le condutture così da ridurre le perdite al minimo.

Il problema del consumo degli elettrodi ha attirato anche lo studio dell'A., che ha ricavato il diagramma in fig. 2. Tenendo pre-

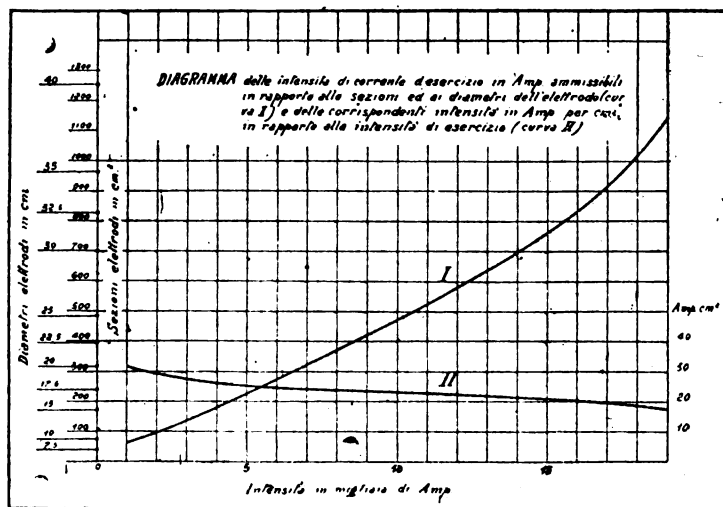


Fig. 2.

sente, poi, il fatto che il consumo dipende anche dall'ossidazione prodotta dall'aria che circola nel forno, egli ha fatto in modo che il dispositivo di regolazione sia a perfetta tenuta per i gas che si sviluppano e che gli orifici d'entrata degli elettrodi, pur evitando le guarnizioni poco sicure, siano a chiusura stagna. La perdita di tempo, per la manovra degli elettrodi, che, prolungando la durata della fusione, favorisce le perdite di energia e il consumo di quelli, è ridotta al minimo, mediante riduttori differenziali nei tubi di alimentazione del regolatore, così da rendere il sollevamento dell'elettrodo molto più rapido della discesa.

L'A. promette altri dati di esercizio, appena pronto un forno da 15 tonnellate che si costruisce presso la sua Società, per conto di una delle maggiori Acciaierie tedesche.

e. m. a.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

P. P. ECKERSLEY — Recenti progressi della radiotelegrafia in Duplex. (Wireless World, 6 gennaio 1923, Vol. XI, N. 177, pag. 455).

L'A. premette che col termine radiotelegrafia in duplex intende riferirsi non soltanto a quei sistemi di radiotelegrafia, coi quali è possibile contemporaneamente trasmettere e ricevere, ma anche e più generalmente a tutti i sistemi di radiotelegrafia, che consentono lo scambio, sia pur non simultaneo, di comunicazioni nei due sensi tra due stazioni corrispondenti. Esaminate quindi le cause, per cui è tanto più difficile realizzare la radiotelegrafia in duplex in confronto all'ordinaria telefonia a filo, principalmente perchè nella radiotelegrafia il rapporto fra la potenza messa in giuoco dal trasmettitore e quella sufficiente ad azionare il ricevitore è all'incirca 10 000 volte maggiore, che nella telefonia a filo, l'A. accenna alle diverse soluzioni, che fino ad oggi ha avuto il problema di eliminare o almeno

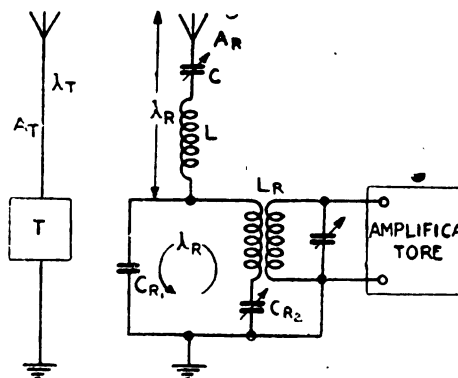


Fig. 1.

compensare l'effetto del trasmettitore locale sul ricevitore, discutendone, sulla scorta di una serie di esperimenti da lui compiuti, i risultati pratici.

Tali diverse soluzioni possono tutte essere riportate ad uno dei tre metodi seguenti:

1°) Impiegare degli aerei trasmettenti a radiazione intermittente e limitata al solo periodo in cui si parla al microfono. Questo metodo non permette che una mediocre riproduzione della parola, e, come l'A. aveva già avuto occasione di rilevare in esperimenti precedentemente compiuti (1), non rappresenta una buona soluzione del problema.

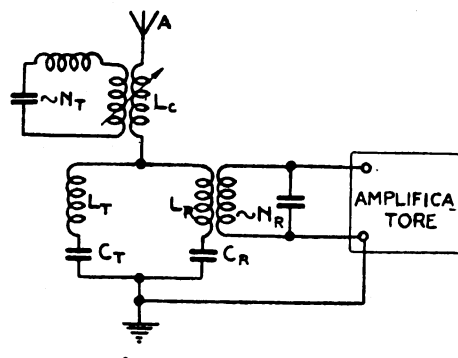


Fig. 2.

2°) Ricorrere ad apparati ricevitori di così acuta selettività da non essere quasi influenzati dal trasmettitore locale. Con questo metodo è indispensabile usare due differenti lunghezze d'onda per i due apparati di trasmissione delle due stazioni corrispondenti, e qualche utile risultato è stato raggiunto dall'A. per piccole potenze, per quanto l'applicazione di questo metodo risulti in pratica piuttosto limitata. A renderla più agevole, giova efficacemente l'uso di due diversi aerei, di cui uno per la trasmissione A_T e l'altro per la ricezione A_R (figura 1), rispettivamente sintonizzati per le due lunghezze d'onda di trasmissione λ_T e di ricezione λ_R , e ciò insieme coll'uso di un circuito d'arresto, in serie coll'aereo ricevente, per le oscillazioni forzate indotte dal trasmettitore. Esse, attraverso il condensatore C_R , dovrebbero scaricarsi alla terra senza influenzare l'amplificatore. Nelle condizioni sperimentate dall'A., i due aerei verticali, sorretti dal pennone di un albero alto circa 10 m, erano distanti fra loro m 1,50: lo scarto fra le due lunghezze d'onda di trasmissione e di ricezione era

(1) P. P. ECKERSLEY: Alcuni esperimenti di radiotelegrafia in duplex sugli aereoplani, L'Elettrotecnica 25 gennaio 1921, Vol. VIII n. 3 pag. 57 e Bollettino R. T. n. 13 pag. 8.

del 15 % : la corrente sull'aereo trasmettente circa 0,5 A : la capacità del condensatore C_R , circa 0,003 μF : l'amplificatore-ricevitore era costituito da un'autodina e da due valvole amplificatrici a bassa frequenza. L'A. ha notato, tuttavia, che, indipendentemente dalle difficoltà pratiche di regolazione del circuito ricevente, l'uso del circuito d'arresto riduce la sensibilità del ricevitore.

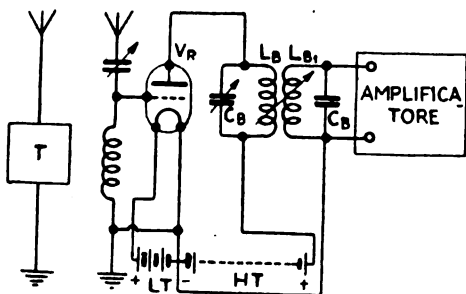


Fig. 3.

In una seconda serie di esperimenti, l'A. si è valso dello schema indicato in fig. 2, che deriva direttamente dal precedente, colla sola variante, che si ha un unico aereo sia per la trasmissione, sia per la ricezione. Il circuito $L_C L_T C_T$ è sintonizzato per la lunghezza

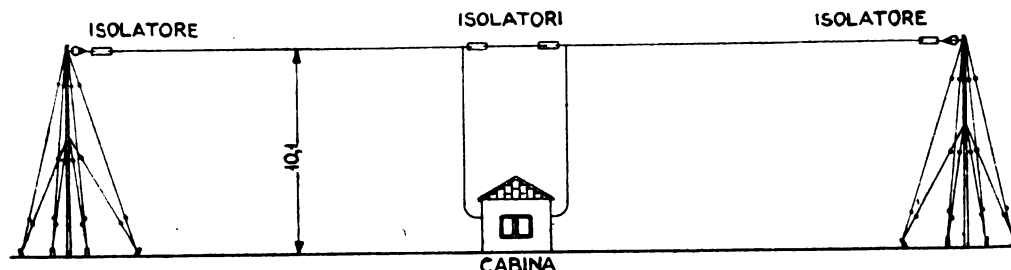


Fig. 4.

d'onda di trasmissione : l'altro $L_C L_R C_R$ per la lunghezza d'onda di ricezione : cosicchè, fatte le regolazioni opportune, il ricevitore non dovrebbe risentire l'azione del trasmettitore locale. In pratica l'A. ha potuto notare che l'effetto diretto dell'oscillatore locale influisce sul funzionamento dell'amplificatore, specialmente se in questo si ha amplificazione ad alta frequenza.

3°) Sintonizzare l'apparato ricevente non per la frequenza della trasmissione in arrivo, ma per la frequenza differenziale delle oscillazioni in arrivo e di quelle locali. Questo metodo, applicato per la prima volta dal Franklin nelle sue esperienze di radiotelegrafia in duplex, si presta assai meglio dei precedenti, e può dirsi risolva soddisfacentemente il problema.

Si supponga (fig. 3) che l'aereo trasmettente locale T irradia onde della lunghezza di 300 m, e che la stazione corrispondente trasmetta su di una lunghezza d'onda di 350 m. Sull'aereo ricevente si sovrappongono le due trasmissioni, e si avranno dei battimenti di frequenza $10^6 - 0,8575 \cdot 10^6 = 0,1425 \cdot 10^6$ cui corrisponde una lunghezza d'onda di 2100 m. Questi battimenti, raddrizzati dalla valvola rettificatrice V_R , agiscono nel circuito $L_B C_B$: e se questo e l'amplificatore sono sintonizzati per la lunghezza d'onda di 2100 m, il disturbo prodotto sul ricevitore dell'oscillatore locale è di gran lunga in feriore a quello che si sarebbe avuto se l'amplificatore fosse sintonizzato per 350 m. Perché poi si abbia la fedele riproduzione della parola, trasmessa dalla stazione corrispondente, senza che la modulazione delle oscillazioni locali intervenga a produrre armoniche di frequenza collaterale, conviene che l'ampiezza delle oscillazioni locali modulate sia tale da sostenere il solo tratto rettilineo della caratteristica della valvola raddrizzatrice. Questa in tal guisa si limita a raddrizzare soltanto le creste, dovute al sovrapporsi sulle oscillazioni locali di quelle in arrivo, che interessano invece il gomito superiore ed inferiore della caratteristica.

La regolazione al valore opportuno dell'ampiezza delle oscillazioni forzate nel ricevitore si può ottenere anche automaticamente, disponendo sulla griglia della valvola raddrizzatrice una resistenza di dispersione di valore opportuno.

L'A. descrive un'installazione tipica di radiotelegrafia in duplex per potenza di circa 50 W eseguita con questo metodo, su onde fra i 300 e i 400 m e con portata in buone condizioni di circa 50 km. In ciascuna delle due stazioni radiotelefoniche corrispondenti (fig. 4), si hanno 2 aerei ad L rovesciato, alti circa 10 m ; il trasmettitore ed il ricevitore sono chiusi in apposite cassette, tenute a una distanza fra di loro di circa 2 m, e a un intervallo di circa 15 m dai microfoni e dai telefoni da usarsi dal pubblico. L'amplificatore, per onde lunghe, ha due valvole amplificatrici ad alta frequenza, una valvola raddrizzatrice ed una amplificatrice a bassa frequenza. L'analogia di uso cogli apparati telefonici a filo è completa, perchè l'operazione di staccare il telefono dal suo sostegno determina l'accensione delle valvole, e l'innescarsi delle oscillazioni nell'apparato trasmettente, cosicchè tutto è pronto per la comunicazione.

L'uso di due differenti lunghezze d'onda per la trasmissione e per la ricezione dà luogo a qualche difficoltà, quando le stazioni corrispondenti sono più di due. Il problema di assicurare le comunicazioni tra le stazioni di un'intera rete radiotelefonica è stato risolto mediante l'uso di relais, che, quando messi in funzione, scambiano in ciascuna stazione l'onda di trasmissione con quella di ricezione, lasciando di conseguenza invariata la frequenza dei battimenti. Tutte le stazioni restano in attenzione per una determinata lunghezza d'onda : la stazione, che vuole chiamare un'altra, mette in funzione il suo relais e con ciò passa senz'altro a trasmettere con l'onda su cui le altre stanno in attenzione, mentre si dispone a ricevere sull'altra onda. L'operazione di azionare il relais avviene per effetto della semplice chiusura di un tasto di chiamata. La stazione che volesse intercettare la conversazione in atto fra due altre, deve col suo tasto di chiamata periodicamente invertire le sue onde, secondochè vuol prestare attenzione all'una o all'altra delle due stazioni. Per evitare l'inutile spreco di potenza e il disturbo derivante dal tener sempre in funzione il trasmettitore per esser pronti a ricevere la chiamata, si può ottenere lo stesso effetto mediante una piccola eterodina locale regolata sulla medesima lunghezza d'onda.

Invece di usare due differenti aerei per la trasmissione e la ricezione, il metodo può anche esser applicato collo schema ad aereo unico della fig. 2. Con esso l'A. ha avuto ottimi risultati, con più di 5 A sull'aereo. In relazione con la potenza da mettere in giuoco, varia la distanza più opportuna fra i due aerei trasmettente e ricevente, ovvero lo scarto fra la lunghezza d'onda di trasmissione e quella di ricezione.

Fe Vi.

* *

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

Apparecchio telefonico a pagamento, sistema Hall. (Génie Civil, Vol. 82, N. 18, 5 maggio 1923).

Questo apparecchio, ultimamente adottato con buon successo a Londra, a Parigi, in Svizzera e nel Belgio, è costruito dalla Società « Hall Telephone Accessories » di Londra, può essere indifferentemente applicato ai telefoni ordinari ed ai telefoni automati e permette di sopprimere, negli Uffici postali, gli agenti incaricati di domandare le comunicazioni e riscuotere i pagamenti.

In figura sono rappresentati gli organi essenziali del meccanismo.

Per usare dell'apparecchio si stacca il ricevitore e si introduce la moneta che scende lungo la guida a e mette in corto circuito il trasmettitore per mezzo del contatto 2-3. La moneta cade, dietro al settore b sull'estremità piegata a gomito della leva a contrappeso c che può oscillare nella fenditura circolare del settore ; sotto il peso della moneta la leva c prende una posizione di equilibrio e questo movimento, per mezzo del contatto 1-2 sopprime il corto circuito, che esiste in condizioni di riposo, nel circuito di chiamata.

Il richiedente è allora in comunicazione con la Centrale telefonica ma, essendo ancora il trasmettitore in corto circuito, non può parlare ; domanda, a mezzo del quadrante numerato, il numero che desidera e attende che gli sia dato.

Per poter parlare occorre premere il bottone A : si apre così il contatto 2-3, azionato dalla leva verticale f , che toglie il corto circuito del trasmettitore. Il bottone A premuto fa altresì girare, per mezzo di un braccio a leva, l'albero trasversale posto nella parte superiore del meccanismo, questo albero, che porta all'estremo sinistro un altro braccio, fa ruotare il settore b verso sinistra. Il settore b ha sulla parte posteriore due sporgenze, una per parte, all'altezza della moneta che è sostenuta dalla leva c , spostandosi il settore a sinistra la sporgenza di destra fa cadere la moneta nella cassa.

Se non si ha la comunicazione si recupera la moneta premendo il bottone B . Questo bottone, spinto verso sinistra, trascina l'asticciola piegata d che appoggiandosi sul braccio orizzontale solidale al settore lo fa girare verso destra, la sporgenza sinistra del settore fa allora cadere dalla leva c la moneta che esce da apposita apertura vicina al bottone B . Il movimento del bottone B ha lo stesso effetto di quello del bottone A sui contatti 1-2 e 2-3 ma apre, in più, il contatto C che, munito di un relais che lo mantiene aperto per un certo tempo, libera l'Ufficio Centrale.

La guida a ha l'ufficio di rifiutare le monete non conformi a quella richiesta. Il fondo della guida è fatto ad ugnature, le monete di diametro deficiente non poggiano quindi sul fondo secondo lo stesso angolo delle monete normali, perciò scivolano ed escono dall'apertura vicina al bottone B . La guida è equilibrata e può ruotare attorno all'e-

stremo superiore, essa porta per tutta la sua lunghezza un orlo che non permette il passaggio delle monete di diametro eccessivo, le quali fanno perciò ruotare la guida e vengono espulse. Inoltre la guida è unita al bottone A dalla leva e in modo che quando il bottone è premuto essa prende la posizione verticale e fa cadere i corpi estranei che dentro essa si venissero eventualmente a trovare.

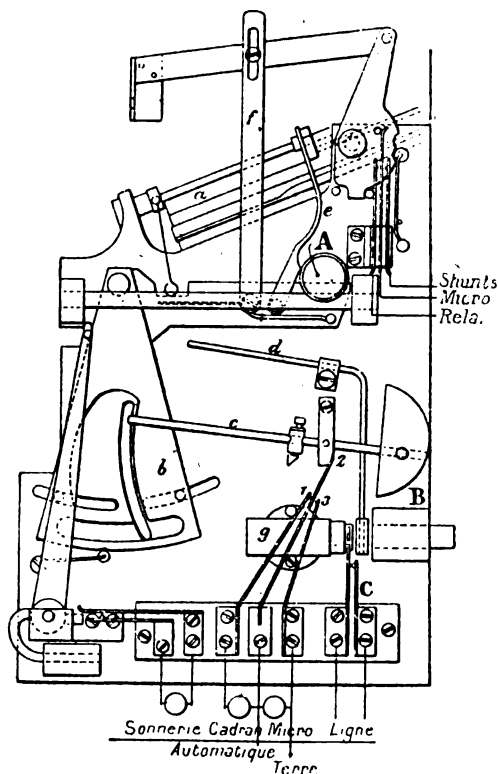


Fig. 1.

Per il telefono automatico un dispositivo speciale permette l'uso del telefono senza pagamento (per servizio, avviso d'incendio, ecc.): mettendo il quadrante numerato sullo zero un contatto speciale toglie il corto circuito come l'introduzione della moneta.

A Parigi funzionano più di 60 di tali apparecchi dando un rendimento quadruplo di quello degli apparecchi ordinari.

f. t.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Il programma di elettrificazione delle ferrovie della Compagnia d'Orléans. (Génie Civil, Vol. 83, N. 7, 18 agosto 1923).

L'Ing. Parodi, capo dei Servizi Elettrici della Compagnia d'Orléans ha esposto in una comunicazione fatta il 7 marzo c. a. alla «Société Française des Electriciens», il programma di elettrificazione delle linee della propria Compagnia. I lavori, che sono già in corso di esecuzione, saranno ultimati entro il 1930. Tale programma è parte di quello più generale di elettrificazione a corrente continua a 1500 volt delle più importanti linee delle tre grandi reti ferroviarie francesi del Mezzogiorno, d'Orléans e della P. L. M.

L'opportunità di elettrificare queste linee è soprattutto dovuta alla necessità di economizzare il carbone e di utilizzare in modo più completo le forze idriche disponibili, che stimate a circa 9 milioni di cavalli, sono utilizzate solo nella misura del 20 per cento.

La maggiore economia sarà realizzata, per quanto riguarda la Compagnia d'Orléans, sulla grande linea Parigi-Orléans alla quale affluisce il traffico delle linee Parigi-Nantes, Parigi-Bordeaux, Parigi-Aurillac e Parigi-Tolosa. Il primo tratto elettrificato sarà quello Parigi-Brive (528 km), della linea Parigi-Tolosa e contemporaneamente lo saranno i tratti Brive-Clermont (198 km) e Sant Sulpice-Gannat (190 km).

Questa prima parte del progetto di elettrificazione comprende quindi 916 km di linea e porterà ad una economia di 700.000 tonn. annue di carbone.

Verranno successivamente esaminate:

- 1) La produzione dell'energia nelle Centrali idrauliche e termiche, sotto forma di corrente alternata trifase a 50 periodi.
- 2) La trasmissione dell'energia su una doppia rete, una a 150/220 kilovolt, l'altra a 90 kilovolt.
- 3) La trasformazione dell'energia, mediante una serie di sottostazioni, rotanti, da corrente trifase a 50 periodi in corrente continua a 1500 volt.
- 4) La distribuzione dell'energia con linee aeree e terza rotaia.
- 5) L'utilizzazione dell'energia sulle automotrici; le motrici da merci e le motrici a grande velocità.

Produzione dell'energia. — L'energia sarà fornita:

1) Per la sezione da Parigi a Châteauroux dalle centrali termiche dell'«Union d'Electricité» situate nei sobborghi di Parigi (Gennevilliers, Vitry, Billancourt, ecc.), e dalla Centrale idraulica della Società «Union Hydroélectrique» (Eguzon, sulla Creuse).

2) Per le rimanenti linee dalle Centrali idrauliche che la Compagnia d'Orléans ha nel Massiccio Centrale (Coindre sulle due Rhue, la Cellette sulla Chavaron, Vernéjoux sulla Dordogna).

Le caratteristiche di tali Centrali sono:

| CENTRALI | Altezza di caduta metri | Erogazione media annua (periodo 1912-1921) m³ al secondo | Produzione media annua (periodo 1912-1921) kWh (in milioni) | Potenza approssimativa istallata kW |
|--------------|----------------------------|--|---|---|
| Eguzon . . | 58 | 35,2 | 120 | 50.000 |
| Coindre . . | 120 | 14,5 | 104 | 25.000 |
| La Cellette. | da 45 a 80 | 12,2 | 48 | 25.000 |
| Vernéjoux. | 60 | 63,2 | 227 | 60.000 |

I lavori d'impianto sono iniziati per tre di queste centrali e tra il 1925 ed il 1927 saranno disponibili quelle di Eguzon di Coindre e della Cellette.

La Centrale di Eguzon sarà provvista di cinque generatori trifasi di 10.000 kilowatt, a 10.000 volt, dei quali solo quattro verranno subito installati, quella di Coindre verrà munita di tre generatori di 8.300 kilowatt circa, a 6000 volt.

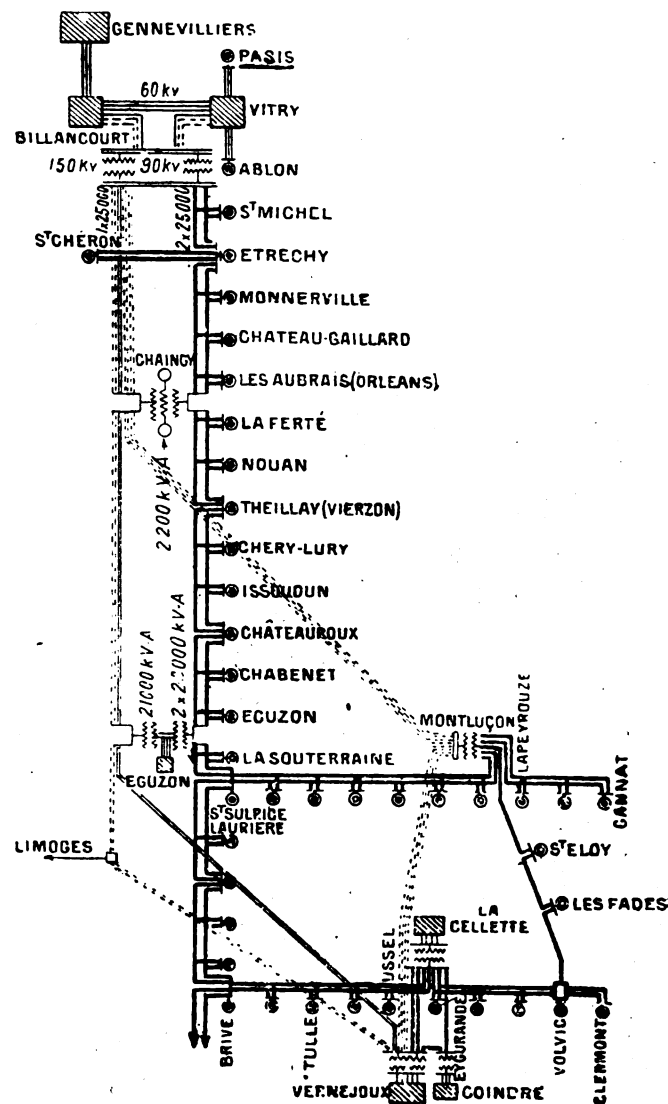


Fig. 1.

La disposizione della Centrale di Eguzon, che può funzionare in parallelo con le Centrali termiche dei sobborghi di Parigi, è stata studiata in modo che essa costituisca per la superstazione di Gennevilliers, un gruppo supplementare di 40.000 kilowatt.

Trasmissione dell'energia. — La fig. 1 rappresenta schematicamente le connessioni che si possono effettuare tra le Centrali della regione parigina e quelle del Massiccio Centrale o della Creuse. Queste connessioni comprendono un doppio sistema di linee ad alta ed a media tensione, delle quali queste ultime ripartiscono l'energia fra le sottostazioni munite di trasformatori statici. Il collegamento fra questi

due sistemi si effettuerà a Chevilly, Chaingy, Eguzon, Montluson e Vernéjoux. Le centrali termiche della regione parigina potranno scambiarsi energia con la Centrale idraulica di Eguzon con l'ausilio di un doppio sistema di trasformatori, uno di 21 000 kilowatt, 150/10 kilo-

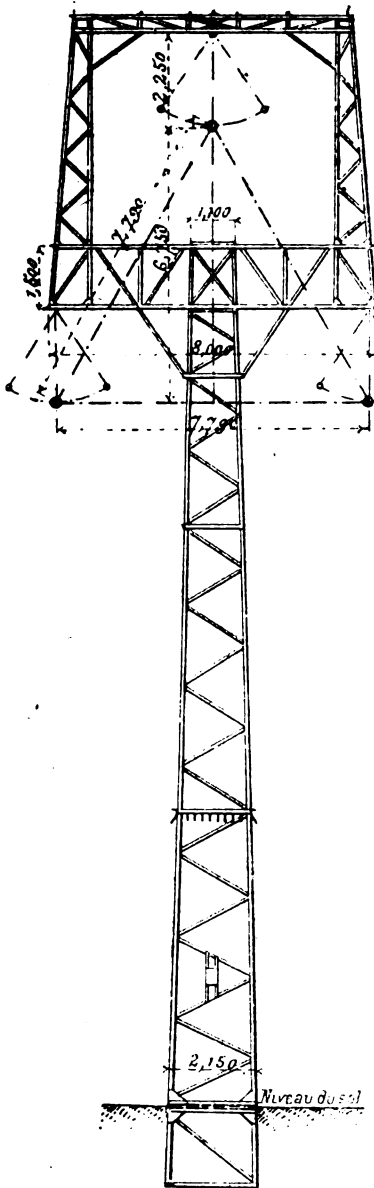


Fig. 2.

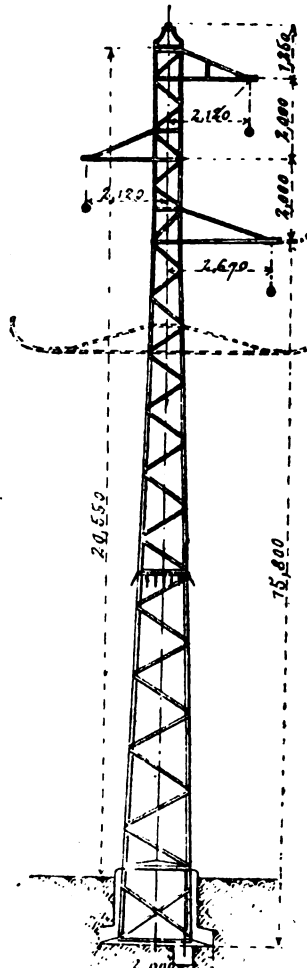


Fig. 3.

volt situato ad Eguzon, l'altro di 25 000 kilowatt, 150/60 kilovolt situato a Chevilly.

Lo scambio di energia fra le reti a 150 ed a 90 kilovolt si effettuerà a Chaingy (presso Orléans) con l'ausilio di due trasformatori statici di 20 000 kilowatt ciascuno.

Le linee a 150 kilovolt saranno costituite da tre conduttori di alluminio con anima di acciaio della sezione di 294 mm² ciascuna e di 22,3 mm di diametro; le catene di isolatori saranno fissate a piloni metallici (fig. 2) distanti 250 m l'uno dall'altro; due canapi di acciaio di 60 mm² formeranno il canapo di terra. Tutto è previsto per portare, su tali linee, la tensione 220 000 volt.

Le linee a 150 kilovolt saranno costituite da tre conduttori di alluminio con anima di acciaio della sezione di 238 mm² ciascuno e di 20 mm di diametro; le catene di isolatori saranno fissate a piloni di 22 metri di altezza (fig. 3) distanti 225 m uno dall'altro. Il cavo di terra sarà costituito da un canapo d'acciaio di 60 mm².

Trasformazione dell'energia. — La corrente trifase a 50 periodi sarà trasformata in corrente continua a 1500 volt, nella sezione Parigi-Vierzon, in 11 sottostazioni aventi ciascuna due o tre gruppi di commutatrici esafasi a 750 volt. Ogni gruppo di commutatrici potrà fornire una potenza 2000 kilowatt in modo continuo e di 3000 kilowatt per due ore.

Le due sottostazioni di Parigi e di Ablan, alimentate a 13 500 volt con cavi sotterranei, saranno del tipo normale, tutte le altre, alimentate dalla linea aerea a 90 000 volt, saranno del tipo esterno e cioè i trasformatori, i disgiuntori, ecc., saranno installati all'aperto sotto una armatura metallica che porta le barre omnibus, i sezionatori e le connessioni.

Distribuzione dell'energia. — Per una tratta così importante come la Parigi-Orléans che in un prossimo avvenire sarà a quattro binari per tutta la sua lunghezza, è sembrato più conveniente adottare la linea

aerea continua invece della terza rotaia per evitare le interruzioni di corrente in marcia al passaggio delle interruzioni della rotaia di contatto. Tuttavia per ridurre al minimo la probabilità di incidenti dovuti alle linee aeree, sono state previste per l'interbinario mediano due terze rotaie che possano servire per le due linee centrali.

I due binari centrali ed i due laterali saranno serviti da due distinte reti di distribuzione. Le due terze rotaie avranno una sezione speciale, con una testa sottile e arrotondata sulla quale strisceranno pattini a palette multiple.

Le linee aeree saranno del tipo a sospensione catenaria a doppio filo di contatto, studiate per permettere la captazione di forti intensità a grande velocità, saranno costituite di metallo non ferroso per ridurre al minimo gli effetti corrosivi dei gas di scappamento elettrizzati delle locomotive a vapore.

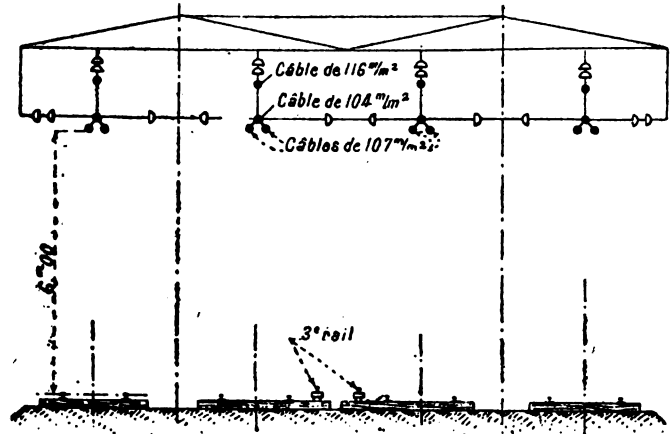


Fig. 4.

Ogni linea comprenderà (fig. 4):

1) Un cavo portante in bronzo telefonico di 116 mm², avente una resistenza meccanica alla rottura di 60 kg per mm² ed una resistività di circa 25 microhm-centimetro.

2) Un filo ausiliario in rame elettrolitico di 104 mm².

3) Due fili di contatto in rame di 107 mm².

Utilizzazione dell'energia. — Il materiale rotabile che è stato ordinato per la realizzazione della prima parte di tale programma, comprende:

- 80 automotrici per il servizio dei sobborghi,
- 200 locomotive per merci e manovre,
- 5 locomotive di prova per grandi velocità.

Il servizio dei sobborghi sarà disimpegnato da gruppi costituiti da una automotrice di circa 62 tonn. e due rimorchi montati su due carrelli pesanti ciascuno 32 tonn. In ognuno di tali gruppi vi saranno 32 posti a sedere di prima classe, 52 di seconda e 182 di terza. Ogni automotrice avrà quattro motori a 750 volt, riuniti a coppie in serie, della potenza di 167 cavalli ciascuno.

Le locomotive per treni merci saranno a due carrelli motori, con due motori per carrello azionanti ciascuno un asse. Tali locomotive, del peso di 64 tonn. ciascuna, potranno rimorchiare treni di 1000 tonn. a 40 km all'ora o treni di 500 tonn. a 65 km all'ora.

Per quanto riguarda le locomotive a grande velocità, mancando fino ad ora in Francia l'esperienza di regolarità di servizio a velocità superiore ai 75 km orari, la Compagnia d'Orléans ha ordinato, a titolo di prova, a due Case francesi ed a una straniera, cinque locomotori:

1) Una macchina ad attacco diretto dei motori sugli assi. Questa locomotiva sarà composta di due truck accoppiati ognuno con tre assi, essa avrà quindi sei motori bipolari a 750 volt, di 350 cavalli, che potranno essere riuniti in serie a due, a tre o tutti e sei.

2) Due macchine a quattro assi motori e due carrelli portanti, con quattro motori a 1500 volt di 750 cavalli.

3) Due macchine a quattro assi motori inquadrati con due carrelli portanti; ogni gruppo di due assi è comandato, per mezzo di bielle, da un gruppo di due motori.

f. t.

Statistica degli Impianti Elettrici in Italia

Nuova Edizione del 1° Volume

È uscita la seconda edizione del 1° Volume della Statistica coi dati elettrotecnici riguardanti anche tutti i Comuni delle terre redente coll'indicazione delle rispettive Provincie.

Volume di pag. 515: prezzo L. 20.-
più postali L. 2.-

Dirigere vaglia all'Associazione Elettrotecnica Italiana
Via S. Paolo 10 - Milano (3).

:: :: CRONACA :: ::

CONCORSI.

Impianti elettrici nel Lussemburgo. — Il R. Ministro Italiano a Lussemburgo ha fatto noto che da quel Governo è stata indetta una pubblica asta per impianti elettrici.

Le offerte dovranno pervenire al Direttore Generale dei Lavori Pubblici del detto Granducato prima del 1° aprile 1924. Maggiori informazioni potranno essere chieste direttamente da quel R. Ministro.

DECRETI, LEGGI, NORME, REGOLAMENTI.

La R. G. E. del 12 gennaio 1924 (pag. 79) pubblica il testo del Decreto del 13 dicembre 1923 che istituisce una Commissione con l'incarico di studiare il programma generale di elettrificazione della Francia.

L'art. 1 stabilisce: È costituita presso il Ministero dei LL. PP. una Commissione incaricata di procedere allo studio del programma generale di elettrificazione della Francia e dei mezzi amministrativi e finanziari necessari per realizzare questo programma.

Gli altri articoli stabiliscono quali Ministeri devono essere rappresentati nella Commissione e il numero dei componenti della Commissione stessa.

Il Decreto è preceduto da un rapporto del Ministro dei LL. PP. Le Trocquer, al Presidente della Repubblica in cui, constatato l'enorme sviluppo delle applicazioni elettriche e il conseguente bisogno di nuovi impianti, si deduce che questi non devono essere concepiti ed attuati tenendo conto dei soli interessi locali o regionali, ma data la possibilità di trasportare l'energia a grandi distanze, devono essere studiati dal punto di vista dell'interesse nazionale. Di qui la necessità di una Commissione che cerchi una soluzione logica del problema tenendo conto di tutti i bisogni e di tutti gli interessi e che presenti un programma generale di produzione e di trasporto comprendente l'intero territorio della Francia.

:: Note Politiche, Economiche e Finanziarie ::

Rassegna delle Società Elettriche.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

La Radio Reale Italiana — Milano.

In assemblea straordinaria è stato approvato l'aumento del capitale sociale da L. 10.000 a L. 50.000 mediante emissione di 90 azioni da L. 500.

Società Elettrica di Tremosine — Vesio.

Venne deliberato di aumentare il capitale sociale portandolo da L. 77.000 a L. 150.000 coll'emissione di 146 nuove azioni da L. 500.

Terni Società per l'industria e l'elettricità — Roma.

Ha avuto luogo recentemente l'assemblea straordinaria, nella quale vennero accolte le proposte del Consiglio per elevare il capitale sociale da L. 200.000.000 a L. 350.000.000 mediante emissione di 375.000 azioni nuove da L. 400 ciascuna.

Venne inoltre approvata la proroga della Società fino al 31 dicembre 1984 che è l'anno successivo alla scadenza delle ultime concessioni idrauliche.

L'aumento del capitale è specialmente in relazione alla costituzione del Consorzio Velino destinato a compiere opere importanti comprendenti la formazione di due laghi da 81.000.000 m³ e da 137 milioni di m³, un gruppo di opere idrauliche per l'utilizzazione dell'aumentata portata del Velino, e la costruzione delle centrali di sfruttamento.

Società Anonima Elettrica Brindisina — Brindisi.

In assemblea straordinaria venne approvato l'aumento del capitale sociale da L. 1.500.000 a L. 2.000.000 mediante emissione di 5000 azioni da L. 100.

COSTITUZIONI E SCIoglimenti DI SOCIETÀ.

Società An. Brevetti Elettrici - S. A. B. E. — Roma.

Si è costituita con capitale di L. 200.000 diviso in 2000 azioni da L. 100 per acquisto e sfruttamento di brevetti interessanti le applicazioni elettriche.

Società Elettromeccanica Cova — Como.

È stato deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua messa in liquidazione.

Società Centrale per Distribuzioni Elettriche — Venezia.

È stato deliberato lo scioglimento anticipato della Società.

* *

La situazione politica europea va lentamente evolvendosi e progredendo verso la fase che è lecito sperare sia definitiva di chiarificazione e di soluzione.

Parecchi fattori influiscono indubbiamente in questo momento nel senso di spingere la Francia ad una maggiore moderazione e ad una

revisione del suo programma massimo al quale era stata fino ad ora tenacemente attaccata. La caduta del franco, l'avvento al potere dei laboristi inglesi, la crisi politica belga, la liquidazione disastrosa del movimento separatista in Renania, tutto ciò ha prodotto in Francia un movimento di riflessione e di allarme, richiamando l'attenzione del Paese su quelle che possono essere le conseguenze di una prolungata politica militaristica ed imperialista. Non si deve certo credere che la soluzione dell'intricatissimo involuppo della questione franco-tedesca sia per avvenire ad immediata scadenza, ma certo si è fatto più strada verso questa mèta desiderata nel mese ora decorso, che in tutto l'ultimo anno.

La schermaglia epistolare fra Mac Donald e Poincaré continua con un tono di cordialità e di buon volere che non sempre riesce a coprire la diffidenza e l'irritazione; ma pure continua, e se i due capi di Governo non hanno abbandonato le loro posizioni iniziali, pure si può affermare che vi è da parte inglese una decisa volontà di franchezza fino ad ora inusitata e una comprensione delle necessità francesi ed uno sforzo di andare ad esse incontro che non può non indurre la Francia a considerare colla maggiore attenzione la possibilità di rinnovare su più ferme e sicure basi l'entente. Di questo stato d'animo francese si hanno infatti non dubbi indizi.

La tragica insurrezione scoppiata a Pirmasens dove decine di separatisti furono uccisi e centinaia feriti dal popolo indignato contro coloro che considerava traditori della patria tedesca, ha dato l'ultimo colpo alle speranze francesi di un distacco della Renania dal corpo della Nazione tedesca. Il movimento separatista è rapidamente dileguato dopo l'episodio sanguinoso, dimostrando la sua inconsistenza e la sua assoluta mancanza di rispondenza nell'animo delle popolazioni. La Francia ha accettato l'inevitabile, anzi ha dato mano alla liquidazione del movimento che aveva creato, ed è probabile che di separatismo renano non si parli più.

Un segno evidente della stanchezza che la politica militaristica fino ad ora seguita ha causato anche nei più fidati amici della Francia, lo si è avuto nelle dimissioni del Gabinetto belga, dimissioni causate da un voto nettamente antifrancese della Camera. Per quanto il voto appaia motivato dal malcontento dovuto alla Convenzione commerciale colla Francia, non è men vero che esso ha avuto chiara essenza di biasimo alla politica tenuta dal Governo belga al seguito della Francia nei riguardi della Germania. La stessa stampa politica francese ha dato al voto questa interpretazione, talché esso appare un monito altamente significativo. La crisi belga si presenta di assai difficile soluzione e si parla di ricorrere alla consultazione del Paese mediante le elezioni.

In Francia la ripercussione del voto belga è stata notevole, anche perché giungeva dopo l'aspra battaglia che Poincaré ha dovuto sostenere per ottenere l'approvazione delle misure fiscali proposte per rimediare alla crisi del franco. Poincaré riuscì a portare in porto le misure volute ma l'accanimento dell'opposizione e la scarsità dei voti di maggioranza ottenuti soltanto ponendo continuamente la questione di fiducia, indicano chiaramente che una non trascurabile corrente di malcontento e di stanchezza si diffonde nel Paese.

Tale fenomeno è anche più grave nei suoi riflessi circa la politica estera, per la vicinanza delle elezioni politiche. La maggioranza attuale ha già chiaramente manifestato i suoi timori per la prossima battaglia. L'ex Presidente del Consiglio, Briand, ha già aperto la lotta con un programma di coalizione delle sinistre contro il blocco nazionale; egli affermò nettamente: che la guerra non è più possibile, che la forza vera della Francia deve essere più morale che militare e che essa non vuole la schiavitù della Germania, ma bensì il regolamento delle riparazioni in accordo comune con gli Alleati. È facile capire come questo programma sia atto ad incontrare la simpatia delle folle, mentre è meno facile immaginare quali potrebbero essere le conseguenze di un rovesciamento, alla Camera francese, della attuale situazione dei partiti.

Se tutto l'insieme di cose che siamo andati esponendo può costituire una spinta per la Francia verso una maggiore cedevolezza, da altra parte la Germania si dimostra più incurabile della sua avversaria. Le parate militariste e nazionaliste si tengono con uno spiegamento di forze e con un disprezzo di ogni più modesto rispetto alle forme, da far credere che la mentalità del 1915 sia ancora ben viva nei cervelli tedeschi. Non è certo in questo modo che la Germania può credere di facilitare la soluzione delle questioni che la interessano e di preparare uno stato d'animo favorevole nei suoi ex nemici.

Tuttavia anche da parte tedesca non mancano sintomi di tendenze ad accordi ragionevoli. Il discorso di Stresemann al Reichstag è stato in proposito notevole dimostrando una migliore compressione dello stato effettivo delle cose e della stringente necessità di una generale sistemazione.

Il mondo continua ad essere malato, e a non trovare pace e riposo.

In Inghilterra si è avuto una efflorescenza di movimenti operai culminata nel gravissimo sciopero del personale dei porti; movimenti tanto più caratteristici in quanto scoppiati sotto un Governo di sinistra il quale si è trovato ad affrontare una situazione difficilissima.

In Grecia continua la burrasca e la ridda dei ministeri, la preparazione sistematica della repubblica, la convocazione di comizi monarchici, le minacce di ribellione da parte degli ufficiali. In Bulgaria si accentuano le voci di preparativi per operazioni militari, velate sotto l'aspetto di invasione di bande brigantesche, nella Macedonia; intanto si parla ripetutamente di movimenti comunisti.

La Spagna sente nuove difficoltà al Marocco dove l'attività dei ribelli ha segnato una recrudescenza. Il Direttorio spagnolo continua

la sua opera di governo ma si ha sempre più l'impressione che esso si strani dall'anima del Paese colla quale non riesce a prendere contatto. La sua azione procede incerta fra l'espulsione degli avversari, e le promesse di un assai prossimo ritorno alle norme costituzionali. La stampa segnala in questi ultimi tempi indici di indebolimento e di stanchezza nell'azione del Direttorio. Se esso fallisse al suo scopo, la situazione interna spagnuola si compirebbe indubbiamente in modo assai grave.

L'irrequietezza dell'Europa pare comunicarsi come un contagio anche nei più lontani Paesi. In India il movimento antinglese e per l'autonomia assume aspetti sempre più decisi; in Giappone la situazione interna è delle più serie e fa temere complicazioni gravissime. Nel Messico la rivoluzione è sempre in pieno sviluppo, e sull'esempio del maggiore fratello l'Honduras, la Bolivia e l'Equador rivoluzionano a loro volta!

*

Nell'ordine economico l'attenzione generale europea fu specialmente attratta da due fenomeni principali: la crisi monetaria franco-belga e la ripresa di relazioni colla Russia. La valuta francese, e quella belga che ne segue a qualche distanza l'andamento, ha continuato ad oscillare ma con una spiccata tendenza ad un movimento risultante di abbassamento. In Francia si è ricorsi a misure draconiane di inasprimenti di tasse e di revisione di indennità già concesse, ma tutti questi procedimenti non hanno potuto riuscire ad arrestare la marcia discendente del franco. Di riscontro, si verifica in Francia un aumento progressivo e rapido nel costo della vita e dei servizi pubblici, mentre l'industria risente del malcontento delle masse operaie.

Altra volta abbiamo accennato alle conseguenze dannose che questo stato di cose può far sorgere per la nostra industria. Non è ancora possibile intravedere dove la valuta delle due Nazioni troverà la sua stabilizzazione ma pur senza cadere nelle inconsistenti esagerazioni dei confronti col marco, pare lecito ritenere che la crisi sia ben lungi dall'essere superata, e possa anzi complicarsi ancor più.

Ad aggravare il disagio francese è sopravvenuta la nuova fase dei rapporti colla Russia, verso la quale la Francia mentre vanta interessi gravissimi, viene a trovarsi in una posizione secondaria trovandosi sorpassata da parecchie altre Nazioni.

Era facile prevedere che il nuovo Gabinetto inglese avrebbe tenuto una condotta conciliante verso il Governo dei Soviet. Tuttavia l'improvviso riconoscimento *de jure*, venuto a sovrapporsi alle trattative italo-russe, ha causato un vivo senso di sorpresa ed è stato generalmente interpretato come un atto precipitoso sotto l'influenza di gruppi politici irresponsabili.

Comunque sta il fatto che, oltre l'Italia, anche l'Inghilterra ha riconosciuto il Governo dei Soviet. Questo è certamente un fatto destinato ad avere le più ampie ripercussioni nella vita politica ed economica europea. Non appare tuttavia ben chiara la portata della mossa inglese la quale, appunto per la precipitazione colla quale venne compiuta, sembra per ora puramente di valore verbale non avendo ancora nessuna base concreta su trattative precedenti d'indole economica o commerciale. Tutte le questioni dibattute fra Russia e Inghilterra restano aperte e non hanno mosso un passo verso la loro sistemazione.

L'esempio è contagioso. Dopo l'Italia e l'Inghilterra altre Nazioni sono sollecite di stringere relazioni colla Russia. La Norvegia ha già firmato un trattato pel riconoscimento del Governo attuale. L'Austria, si riattacca al riconoscimento già avvenuto da parte della vecchia Austria imperiale al tempo della pace di Brest Litowsky, e annoda rapporti per trattati commerciali. È facile prevedere che le altre Nazioni europee, conscie della enorme importanza che la Russia può nuovamente assumere nel ciclo economico del continente, non vorranno restare escluse dal nuovo campo di attività, e si affretteranno perciò a concedere il riconoscimento giuridico che i Soviet esigono come presupposto per ogni trattativa economica. L'America a sua volta non resterà certamente assente, tanto più che già negli scorsi anni aveva iniziato dei tentativi di penetrazione. Resta per ora la Francia, che anche qui trova ora la sua strada ingombra dalle difficoltà materiali e morali che la sua stessa passata politica di irrigidimento v'è andata accumulando.

È tutto questo certamente motivo di soddisfazione grande per i Soviet ma è anche vero che a questo punto essi sono giunti soltanto dopo avere modificato profondamente i loro metodi e riveduti i loro programmi. Già più volte abbiamo accennato al graduale riaccostarsi della Russia ai metodi dell'economia borghese. Il prestito interno di cui davamo notizia nelle Note dello scorso mese, è stato effettivamente lanciato per un ammontare di 100 milioni di rubli oro; il prestito garantisce un interesse dell'8 per cento e contempla un piano di ammortamento della durata di sei anni. Il riassetto del bilancio statale continua progressivamente tanto che il deficit di quest'anno sarà molto minore di quello dell'anno decorso. Ciò permetterà di arrestare l'emissione dei rubli sovietisti. Anzi dal 15 febbraio è cominciata la distruzione di questo tipo di moneta che viene sostituita dal cervonet a copertura aurea. Verrà iniziata la coniazione di monete metalliche di rame e d'argento per le frazioni di cervonet. È stabilito che l'importo di queste monete divisionali non possa eccedere il terzo del valore complessivo dei cervonet. Entro il gennaio 1925 è prevista l'emissione di 10 milioni di rubli di moneta metallica; il peso e la lega dell'argento saranno identiche a quelle di prima della guerra.

La circolazione di cervonet che al principio dell'anno corrente era stimata a 28 milioni, pari a 745 di lire oro, sarà gradatamente au-

mentata fino alla completa sostituzione dei rubli carta; di questi era ultimamente in circolazione una quantità fantastica che viene stimata ad oltre 22.000.000 di miliardi! È evidente che la creazione di una moneta a cui corrispondesse un valore effettivo e determinato era la base per ogni ripresa industriale e commerciale. I Soviet hanno provveduto appunto creando il cervonet. Alla borsa di Mosca il cervonet è quotato 98.000 rubli carta dell'emissione 1923; il dollaro è quotato 0,217 di cervonet e la sterlina 0,929 di cervonet.

Per facilitare il credito ai contadini e favorire così lo sviluppo della cooperazione agraria, i Soviet hanno poi stabilito di fondare una apposita banca agricola con 40 milioni di rubli oro di capitale.

Qualche rumore ha sollevato la decisione del Governo inglese di ridurre al 5 per cento l'imposta del 26 per cento da cui erano colpite le merci tedesche importate in Inghilterra. Tale misura ha sollevato vivaci recriminazioni nella industria inglese la quale teme seriamente la concorrenza di quella tedesca. I prodotti inglesi già reggono a fatica la concorrenza coi prodotti esteri; gli impianti hanno in gran parte bisogno di essere rimodernati allo scopo di ottenere un più basso costo di produzione; la disoccupazione, come è noto, è grandissima. In queste condizioni si capisce come da molte parti si invochi ancora il protezionismo e si protesti contro le facilitazioni per le importazioni dall'estero.

L'industria britannica ha subito in questi ultimi tempi alcuni scacchi che, senza essere di grande importanza per se stessi, sono però indici molto sintomatici di uno stato di cose non facile. In una fornitura di locomotive di Stato indiane, una ditta tedesca ha battute tutte le offerte inglesi col 20 per cento di ribasso, assicurandosi l'ordinazione; l'industria italiana ha pure battuto quella inglese nel contratto di fornitura delle locomotive egiziane (offerta italiana di 3840 sterline per locomotiva contro offerte inglesi da 5045 a 7035 sterline); lo Stato del Sud Africa ha dovuto ricorrere alle acciaierie di Krupp per una fornitura di 13.000 tonnellate di acciaio, essendo risultate inaccettabili le offerte inglesi per l'elevatezza dei prezzi. Il grande organismo industriale inglese attraversa evidentemente una grave crisi di rinnovamento.

Tutta la questione delle industrie metallurgiche e meccaniche è però sempre connessa agli sviluppi e alla soluzione finale della situazione politico-economica dei bacini carboniferi e minerari dei territori Renani. Qui è uno dei cardini su cui il futuro svolgimento dell'industria pesante europea sarà indubbiamente portato a gravitare ed è comprensibile perciò l'attenzione con cui la situazione è seguita da tutti i Governi europei. Dalla Ruhr pervengono migliori notizie circa la produzione di carbone. Secondo dati di origine francese la produzione totale della zona di occupazione della Ruhr nel periodo dal 23 al 28 gennaio scorso sarebbe salita a 1.328.351 tonnellate. Tale estrazione rappresenta il 72,5 per cento della produzione settimanale nel 1922 e segna un aumento del 3,5 % sulla produzione della settimana precedente. Continua perciò il progressivo miglioramento. Anche la produzione del coke segna nella stessa settimana un aumento del 7 % rispetto alla settimana precedente, avendo raggiunto le 271.524 tonnellate, pari al 56,2 % del valore corrispondente alla produzione settimanale del 1922. Siamo però, come si vede, ancora lontani dal riprendere la piena attività dell'ante guerra. Si pensi poi che delle ricchezze economiche che la Ruhr va producendo, bisogna dedurre oltre 500 milioni di marchi oro che vanno praticamente perduti per il benessere generale, ingoiati dalle spese militari di occupazione!

Una grave crisi finanziaria ha colto l'Ungheria. Abbiamo da tempo fatto rilevare il progressivo aggravarsi della situazione ungherese e il pericolo derivante dalle continue lungaggini con cui i diversi organi competenti, dalla Società delle Nazioni alla Commissione delle riparazioni, si trastullavano intorno al prestito internazionale alla Ungheria. La crisi è infatti sopravvenuta con un improvviso crollo della moneta, e corrispondente salire vertiginoso dei prezzi e movimenti popolari di protesta.

Come sempre è avvenuto dalla pace in poi, all'ultimo minuto il soccorso delle Potenze si è deciso ad arrivare e pare che l'Ungheria sarà effettivamente messa in grado di utilizzare il prestito già concesso e sospeso tante volte. Naturalmente ora, l'opera di ricostruzione sarà più lunga e più difficile di quello che sarebbe stata qualche mese fa.

La Commissione delle riparazioni si è decisa a concedere per un periodo di venti anni la liberazione dal privilegio, costituito a favore delle riparazioni di guerra a norma dei Trattati, dei cespiti di rendita ungheresi costituiti dai dazi sui monopoli, le entrate nette del monopolio sul sale, e le altre voci di entrate dello Stato, escluse le ferrovie. La decisione della Commissione delle Riparazioni ha prodotto una sensazione di grande sollievo a Buda-Pest. Essa arrivò appena in tempo ad evitare una crisi di Governo che non avrebbe certamente giovato, in questo momento, alla sistemazione del Paese. L'opera di riorganizzazione finanziaria della Ungheria procederà sullo schema di quella già sperimentata con successo in Austria. Il Governo chiederà al Parlamento pieni poteri in materia. La Commissione finanziaria della Società delle Nazioni si recherà a Budapest, e verrà anche nominato un Commissario generale per l'Ungheria, analogamente a quanto si è fatto collo Zimmerman in Austria.

Quest'ultima ha effettivamente compiuto dei passi giganteschi sulla via del proprio risollevarsi. Tuttavia non mancano sintomi di stanchezza e minacce per l'avvenire. La stasi industriale della Germania aveva generato un periodo di eccezionale favore per l'industria austriaca, ma tale periodo va cessando. La speculazione bancaria esercitata in questi ultimi tempi senza ritegno ha generato malcontenti vivissimi. I movimenti di popolo e gli scoperti, da qual-

che tempo cessati, hanno ripreso con frequenza ed intensità. Parecchi indizi lasciano presumere che l'Austria sia giunta ad un altro punto morto della propria ascesa, che essa potrà superare con fatica.

Gli imbarazzi monetari francesi si ripercuotono sulla vasta clientela finanziaria che la Francia era andata creandosi, quasi come un monopolio. Abbiamo altra volta accennato allo sfumato prestito alla Rumania. Ora è la Jugoslavia che si rivolge altrove in cerca di denaro. Corrono infatti insistenti voci circa una colossale operazione finanziaria che sarebbe in discussione con un gruppo di forti banche inglesi ed olandesi. Si tratterebbe di un grosso prestito destinato allo sviluppo delle industrie jugoslave esistenti ed alla creazione di nuove. L'importo del prestito in negoziazione sarebbe di ventitré milioni e mezzo di sterline, pari a 2350 milioni di lire. L'ammortamento dovrebbe avvenire entro dieci anni e comincerebbe già nel secondo anno. La voce merita però ancora conferma.

*

La stipulazione dell'accordo italo-russo costituisce il grande fatto della politica estera italiana. Messo per un istante in forse da non ben chiare esitazioni da parte russa all'ultimo momento, esitazioni alle quali forse non fu estranea la precipitosa mossa del riconoscimento inglese, il trattato venne finalmente concluso e ratificato. Esso costituisce un documento di ben altra importanza che non il semplice riconoscimento inglese, venendo a concludere una serie di trattative che sistemano o avviano decisamente a sistemazione tutte le principali questioni pendenti fra Italia e Russia. Da ambe le parti, e specialmente in Russia l'avvenimento fu salutato con grande soddisfazione, e viene considerato come foriero di un prossimo e largo incremento di rapporti commerciali.

Il fatto, anche da fonte russa riconosciuto, che l'Italia fu il primo stato a superare la pregiudiziale del riconoscimento giuridico, ha permesso al nostro Paese di ottenere dalla Russia delle agevolazioni notevoli che, se opportunamente valorizzate e sfruttate, potranno portare dei vantaggi economici assai importanti.

Le clausole di maggiore interesse, per quanto ne è fino ad ora trapelato, riguarderebbero anzitutto gli scambi commerciali fra i due Paesi. Per ovviare alle difficoltà sorgenti dal fatto che il commercio estero è in Russia monopolio del Governo, si è convenuto che la Russia fornirà ogni anno un certo quantitativo di materie prime e di prodotti agricoli all'Italia. Una determinata percentuale del valore di tali forniture dovrà essere impiegato per l'acquisto di materie lavorate e macchinario in Italia. Una Commissione italo-russa dovrà compilare ogni anno il programma di tali scambi. L'Italia ha ottenuto notevoli riduzioni di tariffe doganali.

Concessioni vennero anche fatte alla bandiera italiana per la navigazione di cabotaggio nel Mar Nero. Risulta anche che il Governo Italiano ha potuto assicurarsi importanti concessioni in miniere di carbone e di nafta.

Gli accordi già cominciano a concretizzarsi in stipulazioni effettive. Abbiamo già accennato alla concessione agricola ottenuta nel territorio del Kuban da parte di un gruppo di nostri coltivatori.

Il Governo russo ha anche accolto senz'altro la domanda avanzata da un Consorzio Italiano per lo sfruttamento di una zona petrolifera. La concessione comprende un territorio di circa 38 000 ettari nella Georgia nel dipartimento di Sciraz a breve distanza della linea ferroviaria transoceanica, Baku-Tiflis-Batum. Del Consorzio fanno parte anche capitali belgi, ma la maggioranza è assolutamente italiana; esso ha dato vita alla Società «Miniere italo-belge della Georgia». Già è sul posto una Commissione di ingegneri e di tecnici per primi studi e si ritiene che entro l'anno in corso si potranno cominciare i lavori. La durata della concessione è stabilita per 33 anni, allo scadere dei quali tutta l'impresa col patrimonio mobile e immobile passerà senza compenso allo stato Russo.

È stata fondata una Camera di Commercio italo-russa che ha raccolto numerosissime adesioni e si parla anche della costituzione di una banca italo-russa. Non è certamente il caso di attendersi risultati immediati di straordinaria importanza, ma certamente l'Italia si è aperta la possibilità di un futuro importantissimo sbocco per i suoi prodotti ed una fonte preziosa di materie prime.

Anche gli accordi collo Stato Jugoslavo si avviano al loro naturale compimento. Dopo la ratifica del trattato si è addivenuti allo sgombero dei territori fiumani assegnati alla Jugoslavia e si sono avviate le pratiche per il trattato di commercio. Le trattative procedono in una atmosfera di cordialità e non si dubita che giungeranno a risultati soddisfacenti.

L'attenzione dell'Italia è tesa verso l'oriente, dove i suoi geni più grandi hanno sempre indicato il suo migliore avvenire. Dopo la Russia e la Jugoslavia, si parla ora con insistenza di accordi che sarebbero in via di realizzazione colla Rumania. Si parla di un prestito e di un trattato di commercio; si attribuisce all'intervento dell'Italia il miglioramento dei rapporti della Rumania coll'Ungheria e colla Bulgaria. Non è possibile discernere ancora quanto vi sia di vero in queste dicerie, ma senza dubbio le stipulazioni di accordi concreti fra l'Italia e Rumania appare più che verosimile.

Colla Ceco-Slovacchia continuano le trattative per il trattato di commercio. Si sono fatti dei passi importanti sulla via dell'accordo, ma le difficoltà cui i negoziatori vanno incontro sono tutt'ora assai gravi. Da parte ceco-slovacca si mantiene un contegno assai rigido e non si vuol cedere su nessuno dei punti importanti in discussione. La

politica doganale ceco-slovacca è sempre stata fortemente protezionistica e questo stato d'animo si ritrova nelle discussioni nel nostro trattato di commercio. Non si sa per ora come le difficoltà saranno superate, tanto più che i lavori della Commissione hanno dovuto essere interrotti per la malattia di alcuni Membri di essa.

Sempre più cordiali vanno facendosi i rapporti italo-polacchi. Il capitale italiano dimostra sempre maggiore interesse per quel vasto Paese così ricco di risorse naturali. Nell'anno decorso si addivenne ad una serie importante di accordi per collaborazioni fra industriali italiani e polacchi. Ultimamente un Consorzio italiano ottenne una opzione per preparare un piano di prestito al Governo Polacco, garantito con immobili e con l'introito del monopolio statale del tabacco, e con una fornitura regolare dei tabacchi al monopolio stesso. Si è anche affermato, ma la notizia merita conferma, che sarebbe intervenuto un patto per l'affitto all'Italia delle miniere di carbone statali polacche. Le spese di trasporto del carbone polacco sono però rilevanti dovendo essere effettuate per terra a mezzo ferrovia. Tuttavia l'accordo non sarebbe trascurabile specialmente mentre perdura la incertezza sulle forniture dalla Ruhr. A questo proposito precisiamo che i quantitativi assegnati all'Italia fino al prossimo aprile sono i seguenti: febbraio 70 000 tonnellate; marzo 100 000 tonnellate; aprile 150 000 tonnellate. Siamo, come si vede ben lontani, dalle quote normali.

Sempre nei riguardi dell'espansione ad oriente, ricordiamo la costituzione di una Compagnia Commerciale Italiana per l'Egeo, sorta per iniziativa dei circoli commerciali triestini e destinata a promuovere i traffici italiani nelle isole dell'Egeo e nell'Asia Minore. La Compagnia prenderà come base Rodi e il Dedecanneso.

Col Dedecanneso si ricollegano le questioni così disparate, dei rapporti colla Grecia e della cessione del Giubaland. Colla Grecia si stanno indubbiamente svolgendo tentativi di riavvicinamento. Il cambiamento dello spirito delle sfere dirigenti greche nei riguardi del nostro Paese è evidente. Trattative per un accordo commerciale sono in corso. L'intervento dell'Inghilterra la quale si ostina, a voler subordinare la cessione del Giubaland all'Italia alla retrocessione da parte di questa del Dedecanneso alla Grecia, non è stato bene accolto nemmeno ad Atene. Vero è che la stessa opinione pubblica inglese è contraria all'atteggiamento, assunto dal Governo di MacDonald a questo proposito, atteggiamento che oltre ad essere illogico fino a quando l'Inghilterra si trattiene Cipro, è contrario ai Trattati, e non depone a favore dell'equità dell'Inghilterra che dopo essersi appropriata territori immensi contende all'Italia pochi pozzi e magri territori. Ad ogni modo è interessante notare come anche in Grecia si asserisca che si preferisce essere liberi nei riguardi dei rapporti coll'Italia. Certamente sarebbe confortevole se si potesse addivenire ad una stabile atmosfera di cordialità e di fiducia fra i due Paesi. Disgraziatamente l'ammonimento del passato e l'instabilità del regime attuale in Grecia non permettono di nutrire molta fiducia al riguardo.

Lo sforzo di espansione dell'Italia all'estero continua intanto ad intensificarsi. Il Governo ha provveduto alla costituzione di un Istituto Nazionale di credito pel lavoro italiano all'estero. L'Istituto ha il compito di finanziare imprese di colonizzazione, e di anticipare somme per l'acquisto di materiali o di attrezzi necessari all'avviamento delle imprese stesse. La nuova Istituzione non è andata esente da critiche da parte degli economisti, ma se giudiziosamente diretta potrà essere di indubbia utilità.

Giungono anche da lontani mercati notizie confortanti di affermazioni brillanti. Abbiamo accennato alle locomotive egiziane. Dagli Stati Uniti si sono avute importanti ordinazioni per le nostre Ditte produttrici di cavi: si tratta di 44 chilometri di cavo per tensioni da 26 000 V a 46 000 V. Tutto lo scambio commerciale cogli Stati Uniti segna un notevole miglioramento. Nel novembre scorso, ad ad esempio le esportazioni complessive dall'Italia salirono a 10 776 000 dollari contro 6 766 000 nello stesso mese dell'anno precedente; le importazioni dagli Stati Uniti passarono da 17 800 000 nel novembre 1922 a 18 231 000 nel 1923.

In Russia si è avuta una brillante affermazione della nostra industria automobilistica. La Direzione Generale dei Trasporti aveva organizzato due importanti prove automobilistiche, l'una per vetture da turismo e l'altra per autocarri. Le prove erano dirette ad accertare l'attitudine delle macchine a percorrere con regolarità ed economia di consumi le strade della Russia. La prima prova su un percorso di 2300 chilometri, e alla quale prendeva parte un importante lotto di case estere, durò per 11 giorni e costituì uno sforzo poderoso. Essa fu vinta dalla vettura Fiat 510 guidata da Cagno, che compì l'intero percorso senza riportare nessuna penalità. La corsa autocarri su un percorso di 770 chilometri fu disputata da una decina di case costruttrici; i risultati migliori furono pure ottenuti da Cagno su autocarro Fiat 505 F. Questi risultati potranno avere probabilmente efficaci risultati pratici nei riguardi delle ordinazioni commerciali da parte del Governo Russo.

Anche nel Siam la tecnica italiana è favorevolmente nota. Recentissimamente una importante fornitura per 42 travate da ponte da 12 fino a 50 metri, per le ferrovie Siamesi fu per poco perduta dalla nostra industria. Su 37 Ditte offerenti appartenenti di oltre 10 Nazioni diverse, l'Italia offriva un prezzo di L. 1800 per tonnellata metrica contro un minimo di 2000 offerte dal Belgio. Tuttavia la fornitura fu aggiudicata ad una Ditta Olandese, la quale pur praticando un prezzo unitario superiore offriva l'intera fornitura ad un costo complessivo leggermente più basso.

Nell'Oriente ricordiamo ancora la progressiva penetrazione italiana nelle Indie Neerlandesi, dove siamo riusciti a stabilire una bi-

lancia commerciale a noi favorevole; le nostre esportazioni colà superano infatti le importazioni che noi ne riceviamo, di oltre 50 milioni di lire italiane. È confortante osservare come nelle Indie Neerlandesi le nostre merci, per quanto importate in quantità non ancora rilevantisima, segnino un progressivo incremento in un periodo in cui le importazioni complessive di quel Paese sono in diminuzione. Ciò è indice di una serie base di penetrazione. Anche qui tengono la testa, come quasi sempre nelle nostre esportazioni, gli automobili e i tessuti.

Nell'America Meridionale, la Società per Imprese Elettriche dell'America Latina, di Milano, va estendendo sempre più la propria attività. Essa ha stretto col Comune di Lima nel Perù un contratto per il completo riordino e per l'ampliamento dei servizi elettrici della città e dei dintorni. Si tratta di un insieme imponente di lavori, che richiederà un capitale preventivato in circa un milione di lire sterline.

Così nelle più disparate regioni del globo il lavoro italiano sostenuto dalla genialità e dalla tecnica del suo popolo si apre la strada a un più ampio avvenire ad onta delle difficoltà che gli vengono dalla natura e dagli uomini.

*

L'ambiente italiano è saturo di elezioni. Il periodo infausto delle elezioni politiche sfrenando tutte le ambizioni e tutti gli arrivismi ci ha ricondotti ad un periodo malsano di spettacoli piccoli, a cui il più ampio ritmo di vita che il nostro Paese era andato assumendo, ci aveva disavvezzati.

Anche l'attività del Governo è in gran parte assorbita dalle questioni elettorali che dominano il quadro della politica interna. Tuttavia fra le disposizioni legislative a maggiori ripercussioni di carattere finanziario si può ricordare la riduzione di tasso d'interesse sui buoni del Tesoro, e il nuovo Decreto sugli affitti. Importanti somme vennero stanziare per lavori pubblici, particolarmente nel mezzogiorno d'Italia. Per la costruzione di strade in Calabria si stanziarono 500 milioni. Per gli ulteriori lavori dell'acquedotto pugliese fu autorizzata la Cassa Depositi e Prestiti ad accordare un mutuo di 240 milioni da versarsi in 10 anni. Altri 40 milioni furono destinati a urgenti lavori di arginamento del Velino e dei fiumi del Veneto e del Friuli per evitare il ripetersi delle periodiche dannosissime inondazioni. Cinquanta milioni divisi in 10 esercizi furono destinati ai lavori di steramento e di drenaggio dei canali della laguna Veneta, in conseguenza del progressivo insabbiamento verificatosi specialmente durante la guerra e in relazione all'ampliamento del Porto.

La gestione dell'azienda ferroviaria prende un andamento sempre più favorevole. La riduzione del personale si può dire quasi ultimata. Al 1 gennaio 1924 erano in servizio 179 777 agenti comprendendo in questa cifra anche il personale addetto all'esercizio e quello avventizio. I prodotti del traffico nel secondo semestre 1923 hanno dato un gettito di 1636 milioni, con un aumento di ben 170 milioni sul corrispondente periodo dell'esercizio precedente. L'incremento delle entrate è specialmente dovuto all'aumentato traffico delle merci, salito a 991 milioni con un aumento di 144 milioni. Per gli introiti indiretti e quelli a rimborso si nota invece una diminuzione di 28 milioni, in dipendenza, più che altro del diverso modo di contabilizzare alcune partite di giro.

Le spese ordinarie di esercizio segnano per contrario una diminuzione di 192 milioni. Ciò è tanto più importante a rilevare quanto si tenga presente il notevole incremento subito dai trasporti. Nel settembre suddetto si sono infatti caricate 26 879 200 tonnellate di merce con un aumento del 12,5 % sul semestre corrispondente nel 1922; il numero di carri caricati fu di 2 776 100, con un aumento dell'11 %. Come si vede anche l'utilizzazione del materiale migliora.

Complessivamente l'esercizio degli ultimi 6 mesi del 1923 segna un miglioramento di circa 290 milioni. Si presume che il disavanzo dell'esercizio 1923-24 potrà essere anche inferiore ai 374 milioni considerati nel bilancio preventivo. Per l'esercizio successivo, anche in vista di considerevoli sgravi di spese per oneri che vengono a cessare, si può ritenere sicuro il raggiungimento del pareggio.

L'incremento delle entrate ordinarie del bilancio continua, ed è più che sufficiente a compensare il progressivo isterilire dei tributi straordinari. Al 31 dicembre scorso il gettito delle entrate effettive, ordinarie e straordinarie saliva a 9564 milioni con un aumento di 732 milioni sulla media prevista per le entrate dell'intero anno finanziario. Il disavanzo effettivo alla metà dell'esercizio si limitava a 207 milioni di lire.

Qualche scalpore era stato suscitato dall'annuncio portato da alcuni giornali, che un gruppo Francese facente capo al Signor Paolo Giraud avrebbe rilevato le acciaierie Ansaldo di Aosta. È noto come negli impianti Ansaldo d'Aosta e della Liguria sia intervenuto anche lo Stato. Dopo che nel settembre 1922 si era costituita una nuova Società Ansaldo con un capitale azionario di 200 milioni la quale rilevava dalla vecchia «Ansaldo» gli impianti navali e meccanici più importanti, nel maggio dello scorso anno si costituiva una seconda Società «Ansaldo-Cogne» con 150 milioni di capitale di cui 78 apportati dal Governo che si impegnava a dare anche un sussidio ai così detti impianti di guerra di Cornigliano Ligure.

Nello scorso febbraio avveniva la costituzione di una terza Società detta «Società Cogne-Giraud» per l'esercizio delle Acciaierie elettriche Ansaldo di Aosta. A questa nuova Società si riferiscono le critiche di cui abbiamo sopra fatto cenno. Si era infatti affermato che la maggior parte del capitale fosse nelle mani del gruppo francese facente capo alla «Société d'Electrochimie, Electrometallurgie e des

Acieries Electriques d'Ugine». I giornali francesi si erano profusi in articoli pieni di soddisfazione sulla conquista da parte dell'industria francese, degli impianti di Aosta che venivano definiti un modello del genere; da parte italiana si erano sollevati vivissimi allarmi che diedero luogo a polemiche vivaci.

A chiarimento del preciso stato delle cose, una nota ufficiosa, precisa che la nuova Società fu fondata con un capitale di 20 milioni di lire, sottoscritti in parti eguali dall'Ansaldo Cogne e dal gruppo franco-svizzero facente capo al Giroud. Il capitale sarà prossimamente aumentato di 10 milioni, col concorso dei due gruppi, italiano ed estero, in parti eguali. È dunque assicurata al gruppo italiano la metà delle azioni. Per di più il Presidente della Società è italiano, come lo sono i Sindaci e la maggioranza dei Consiglieri. Per quanto queste spiegazioni ufficioshe rendono meno grave la cosa, resta un dubbio sulla necessità o sulla opportunità che interessi stranieri abbiano ad essere chiamati a influire sulle già nostre ridottissime risorse siderurgiche!

Dalla «Impresa Elettrica» desumiamo alcuni interessanti dati statistici sul movimento delle Società Elettriche nel decorso anno. Al 31 dicembre 1923 il capitale azionario di 170 Società elettriche ascendeva a L. 3 029 570 000 mentre al 31 marzo dello stesso anno esso era di L. 2 147 762 312. Per 151 Società aventi un capitale Sociale di L. 2 699 270 000 gli investimenti in impianti ammontavano a L. 2 472 564 000. Su 152 Società di cui si poterono avere i dati, 88 hanno distribuito dividendi, 51 non ne hanno distribuito e 13 hanno denunciato delle perdite. Il numero indice dei prezzi di compenso dei titoli elettrici nel 1923 è passato da 120 in gennaio a 140,25 in dicembre, con una media di 127,01. Durante l'anno 1923 furono in costruzione 24 Centrali per una potenza complessiva di 824 140 kVA, per una disponibilità prevista di 2 029 000 000 kWh. Nello stesso anno erano in costruzione 6 serbatoi per una capacità complessiva di metri cubi 340 475 500. Anche più imponenti sono i lavori per Centrali e Serbatoi progettati.

*

L'andamento del mercato borsistico continua ad essere ottimistico e sostenuto. La marcia al rialzo, pur attraverso qualche periodo di stasi o di passeggero regresso dovuto a realizzazioni, non sembra ancora arrestarsi. La fine mese coglie la quota in uno dei frequenti momenti di pesantezza, che però accenna ad essere facilmente superato.

I fondi di Stato progrediscono un poco, ma hanno un comportamento più fermo degli altri titoli. Il Consolidato e la Rendita passano rispettivamente da 93,25 e 81,30 a 94,70 e 81,40 dopo avere toccato anche 95,05 e 83,05.

Oscillanti i titoli Bancari, fra i quali si avvantaggiano le Banca d'Italia da 1597 a 1620 toccando anche 1670, le Banca Commerciale di 1240 a 1266 dopo aver segnato 1277, e le Credito da 883 a 906 passando per 918.

In progresso il gruppo dei Trasporti, specialmente le Meridionali che da 470 in apertura giungono a toccare 540 in chiusura; meno favorite le Mediterranee.

Sempre molto trattato e in favorevole progresso il comparto dei titoli Tessili dove si registrano cospicue plus-valenze. Così le Cantoni da 2000 toccarono anche 2400 per chiudere poco sotto questa quotazione; le Turati da 594 passano a 648; le Cascami Seta da 895 a 1053, le De Angeli da 730 a 964, ecc.

Meno movimentato il gruppo dei valori minerari e metallurgici. Anche qui però si nota qualche progresso. Un buon indizio di ripresa accusano le Ansaldo. Ben tenute anche le Montecatini e le Breda. Ricerche le Fiat.

I titoli elettrici seguono le buone disposizioni del mercato e continuano l'andamento ascensionale come si rileva dal solito specchietto. Ing. RENATO SAN NICOLÒ.

Variazioni dei Titoli Elettrici nel febbraio 1924.

| | Valore nominale | I decade | II decade | III decade |
|--------------------------------------|-----------------|----------|-----------|------------|
| Edison | 300 | 745 | 750 | 754 |
| Conti | 250 | 400 | 395 | 413 |
| Vizzola | 500 | 1228 | 1244 | 1245 |
| Bresciana | 100 | 154 | 158 | 173,50 |
| Adamello | 200 | 260 | 266 | 270 |
| Unione Eser. Elettrici | 50 | 105,50 | 112,50 | 116 |
| Elettrica Alta Italia | 250 | 291 | 294 | 290 |
| Officine Elett. Genovesi | 250 | 370 | 398 | 399 |
| Adriatica | 100 | 177,50 | 174 | 174 |
| Negri | 100 | 141 | 137,50 | 150 |
| Ligure Toscana | 200 | 295 | 303 | 311 |
| Gener. Elet. della Sicilia | 100 | 126 | 129,50 | 139 |

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

NOTE LEGALI

Sull'applicazione della tassa di esercizio.

La questione, della quale intendo brevemente discorrere, non è priva di valore giuridico, e può vivamente interessare anche i lettori del nostro periodico, per la ragione che varie società di ferrovie e tramvie elettriche già sentirono l'effetto di una errata interpretazione della questione di cui teniamo parola. Essa può venire posta così: Dato che la *tassa di esercizio* è un tributo che ha essenzialmente lo scopo di trar profitto, nell'interesse del Comune, da una attività professionale, commerciale o industriale, è lecito ch'essa venga applicata, oltre che all'ente principale, anche agli agenti che da esso dipendono? Un esempio chiarirà meglio il concetto.

Prendiamo in considerazione una società per l'esercizio di ferrovia elettrica.

Essa ha una sede, supponiamo Milano: essa ha una rete, che si estende per chilometri e chilometri, toccando le località, per servir le quali la ferrovia venne costruita. Orbene in ogni località dovrà sorgere, necessariamente, una stazione, col proprio capo (che rappresenta la società, e a cui sono affidate, con tutte le altre mansioni tecniche, anche mansioni finanziarie e amministrative: una delle quali incassare l'importo dei biglietti. Ora il capo stazione, pel fatto che riceve danaro (ch'egli è obbligato a versare alla Società) può considerarsi soggetto di un esercizio a sè stante? Più esattamente: Possono i singoli Comuni delle località, ove sorgono le stazioni della nostra società ferroviaria, aver diritto alla tassa di esercizio nei confronti della società stessa pel solo fatto ch'essa incassa, con la *longa manus* di un suo agente, l'importo biglietti, trasporto merci, ecc.?

Io mi permetto di dir di no, per la semplice ragione che i capi stazione (e così, rispetto ad una società di assicurazioni, gli agenti produttori) non sono che esattori, che impiegati, aventi lo scopo precipuo di incassare dai viaggiatori l'importo del biglietto per versarlo alle casse della società.

E quando la società è colpita, nella sua sede centrale, dalla tassa di esercizio per l'attività ch'essa esplica in tutta la zona, nella quale ha steso la sua rete, (poichè non è lecito supporre che una società di trasporti espliciti la sua attività in una sfera di... eleatica immobilità) non possono, io credo, tutti i Comuni, ai quali essa rende il reale beneficio di una comodità pubblica, colpirla alla loro volta con la tassa di esercizio, pel fatto solo che sorge in essi un ufficio (non un ufficio autonomo) dell'ente centrale.

Orbene la giurisprudenza non si è ancora decisa in materia. Come al solito più che ad una causa finale, che anche senza esser degli aristotelici puri dobbiamo ammettere in tutte le cose, essa s'ispira alla *cabala della dottrina*, e al timore di non rispettare l'*idolum theatri*, direbbe Bacone, della giurisprudenza che si è formata prima. E in tale preoccupazione è proprio lo spirito della legge che viene ad essere mortificato.

Qui non si tratta di assurde disposizioni: è questione di buon senso; e se è vero, come diceva un grande giurista di filosofica semplicità (che non fece appunto per questo fortuna) che per bene interpretare una legge basta il *testo* e una *testa*, io mi permetto di dire che codesto è proprio uno dei casi in cui le norme del diritto finanziario e un briciolo di logica, sia pure giuridica, possono bastare.

E un giudicato della Cassazione napoletana (ora passata a miglior vita) e riportato da uno degli ultimi numeri del *Monitore dei Tribunali* me ne dà ragione.

«Le singole stazioni, depositi, ecc., di una linea tramviaria intercomunale, non possono ritenersi, agli effetti della tassa di esercizio, come esercizi distinti, ma formano parte inscindibile di un'unica azienda tassabile soltanto nel Comune dove essa ha la sede principale (articoli 3, 4, 6, 9, 13, legge 11 agosto 1870 sulla tassa d'esercizio). Tale massima è giustissima e la sumentovata sentenza ne spiega il motivo. «Immaginare che ogni Comune, percorso da una tramvia intercomunale, possa tassare come una industria a sè, le frammentarie esplicazioni locali dell'unica industria, non è solo falsare la legge, è anche rinnegare la verità di quello che Gaio notava circa l'onnipotenza del legislatore: (*Naturalis ratio auctoritate senatus mutari non potest*).

La massa enorme di cose e di attività, onde si sostanzia l'esercizio di una ferrovia, è, dal punto di vista economico e giuridico, una *res unum corpus, una negotio*. Le singole stazioni, i locali di deposito, le vetture, ecc., sono quindi parti di un'unica industria che si esollica nel territorio di vari Comuni, e la tassa di esercizio a questi enti non è dovuta.

Ci fermeremo a questa logica interpretazione?

Il pessimismo è un atteggiamento del pensiero che non ci lascia tranquilli, ed io non voglio essere pessimista.

Avv. L. MEDICI.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI BARI

Notizie ai Soci. — Riteniamo che possano riuscire interessanti in Puglia per i soci della nostra Sezione, le notizie riguardanti lo sviluppo dell'elettrotecnica e particolarmente quelle concernenti i lavori che si stanno eseguendo nella Regione per trasportarvi e distribuirvi l'energia idroelettrica.

Questa Presidenza si propone conseguentemente di raccogliere dette notizie trasmettendole successivamente, di tempo in tempo, a mezzo di brevi comunicazioni scritte.

Come è noto l'energia idroelettrica verrà derivata per le Puglie, in un primo tempo, dall'impianto del Matese (arrivando nell'estate-autunno 1924) e in seguito, definitivamente, da quello dei laghi Silani.

L'impianto del Matese, funzionante già da parecchi mesi, è sito a nord-ovest di Benevento, consta di due Centrali della potenza complessiva di 24.000 kW.

Detto impianto manderà l'energia in Puglia fino a Bari, a mezzo d'una linea a 60.000 volt passante per Benevento, Foggia, Cerignola, Andria, Terlizzi.

A Foggia, Cerignola, Andria, Terlizzi e Bari la tensione verrà abbassata a 18.000 o a 9.000 volt, per la distribuzione alla grande industria e alle aziende locali, che alla loro volta la trasformeranno successivamente a bassa tensione per la piccola industria e gli utenti luce.

La linea anzidetta a 60.000 volt è attualmente in costruzione; parimenti sono in costruzione, in questo momento ancora per la parte muraria, le sopraindicate cabine principali di trasformazione.

La tensione di 9.000 volt si userà soltanto a Bari e a Foggia dove, stante la necessità d'impiego di cavi sotterranei, non si è creduto di adottare una tensione maggiore, mentre quella di 18.000 volt sarà impiegata di regola in tutte le altre località.

Alla cabina principale di Bari farà capo in seguito la linea ad altissima tensione proveniente dalla Sila. Nella stessa cabina tale altissima tensione verrà, in allora, abbassata a 60.000 volt, e l'energia a questa tensione proseguirà verso Foggia, procedendo così in senso contrario a quello che avrà l'energia del Matese.

Vale a dire che la linea Foggia-Bari, che si sta attualmente costruendo, fa parte del programma completo per la distribuzione in Puglia dell'energia della Sila.

In armonia con i lavori in corso sopra accennati i diversi impianti locali si vanno preparando ad accogliere l'energia idroelettrica che, superfluo ricordarlo, arriverà in forma di corrente trifase, a 45 periodi circa.

Così per Bari, che è il centro maggiore, e dove fino a poco fa si distribuiva soltanto a corrente continua, si provvede già da qualche tempo alla posa di cavi a 9.000 volt e all'impianto di cabine di trasformazione da 9.000 a 260-150 volt (260 volt per forza motrice e 150 volt per luce).

Cinque di siffatte cabine sono già funzionanti, quattro sono in costruzione e di altre quattro si inizierà la costruzione tra breve.

Dette cabine sono previste ciascuna per una potenza da 100 a 250 kW oltre la riserva.

Sempre a Bari, allo scopo anche di iniziare il passaggio degli utenti dalla corrente continua alla alternata, (passaggio che richiede un tempo considerevole dato che si è dovuto cambiare la tensione di distribuzione) si è costruito un nuovo impianto trifase a vapore da 1.000 kW di potenza a 9.000 volt, che funziona già da oltre tre mesi.

Altri notevoli impianti, ampliamenti e miglioramenti di impianti esistenti sono stati recentemente eseguiti e si stanno eseguendo in Puglia.

Così a Taranto la nuova Centrale a vapore, di cui ha parlato l'ing. Carlo Lucifero in una sua comunicazione ai soci del 4 marzo 1923, funziona già da alcuni mesi.

Si tratta, come i soci sanno, di una Centrale completamente nuova, sita in convenientissima località sul mare, costruita con criteri moderni e senza malintese economie. Essa comprende quattro turbo-alternatori trifasi a 5.000 volt di cui due da 800 e due da 300 kW ma vi è posto per altri gruppi ancora.

Anche la Società Ligure Pugliese sta riorganizzando i suoi vecchi impianti in Puglia (Trinitapoli, Margherita, Venosa, Ascoli S., Martina Franca) ai quali ha aggiunto recentemente gli impianti di Monopoli, Castellana e Polignano, (già appartenenti alla Ditta Mengano) apportando a tutti notevoli miglioramenti.

La Società Ligure Pugliese ha altresì acquistato gli impianti di Putignano e Turi, che sta collegando con quello principale di Monopoli, a mezzo di una linea ad alta tensione prevista per le stesse caratteristiche di quelle già costruite o da costruirsi dalla Società Generale Pugliese di Eletticità.

Nei successivi bollettini ci proponiamo di dare ulteriori notizie sullo stato dei lavori accennati e di altri che seguiranno, nonchè sulle

L'elenco dei Soci vitalizi o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.

tensioni di distribuzione che si usano o si useranno nei vari impianti pugliesi, così per luce come per forza motrice.

Saremo grati ai Soci che ci trasmetteranno notizie d'interesse generale, facilitandoci così il compito che ci siamo proposti.

*

SEZIONE DI NAPOLI

Verbale della seduta del 26 gennaio 1924

Ordine del giorno:

1. — *Palificazioni standard per grandi trasporti di energia elettrica.* Conferenza del Socio Ing. Comm. G. D. Cangia.

La seduta ha inizio alle ore 21. Presiede il Presidente, Ing. Luigi Selmo.

Presidente: Dà la parola all'Ing. Cangia che tratterà delle palificazioni per grandi linee di trasporto.

Ing. Cangia: Legge il suo articolo «Palificazioni standard per grandi trasporti di energia elettrica» già pubblicato nel 1923 dal giornale «L'Elettrotecnica» aggiungendo dei chiarimenti ed illustrandolo con proiezioni.

Presidente: Ringrazia l'Ing. Cangia e chiede qualche notizia di esercizio a proposito dei pali in cemento centrifugato che oggi cercano di introdursi nella estensione delle linee di trasporto.

Ing. Paolantonio: Dà alcune notizie sul modo come questi pali vengono trasportati sul posto e sulle dimensioni e pesi normali di essi.

Presidente: Si promette di riprendere in altra seduta la questione dei pali in cemento centrifugato, pregando tutti i presenti a voler raccogliere notizie e dati nei riguardi di essi.

La seduta è tolta alle ore 23.

Verbale della seduta del 2 febbraio 1924

Ordine del giorno:

1. — *Criteri di calcolo di linee ad altissime tensioni in California.* — Il diagramma di Baum per il dimensionamento dei sincroni di regolazione nell'impianto di Pit. River. — Conferenza del Socio Ing. Carlo Ferrari.

2. — *Nomina di tre Consiglieri Delegati in sostituzione dei signori: Bonghi Ing. Comm. Mario, De Angeli Ing. Cav. Uff. Roberto, Pession Prof. Cav. Giuseppe, i quali scadono e a norma dello Statuto non sono rieleggibili.*

La seduta ha inizio alle ore 21. Presiede il Presidente Ing. Luigi Selmo.

Presidente: Il nostro, socio Ing. Carlo Ferrari, che in questi ultimi tempi si è fermato negli Stati Uniti d'America per lo studio d'impianti ad altissima tensione, ha voluto benevolmente accogliere il nostro invito di metterci a parte delle novità, dei progressi e delle tendenze di quegli ambienti elettrotecnici. Questa sera ha luogo la prima delle quattro conferenze promesse dall'Ing. Ferrari per questo mese di febbraio. Prima di pregare l'Ing. Ferrari di leggere la sua conferenza sento il dovere di ringraziarlo a nome del Consiglio direttivo e di tutti i soci della Sezione.

Ing. Ferrari: Ringrazia il Presidente delle sue gentili parole, si augura che quanto sarà a dire riuscirà interessante per coloro che si interessano di elettrotecnica.

In generale i tecnici americani nei loro calcoli portano lo spirito pratico che li distingue. Nella loro pratica industriale nei calcoli delle lunghe linee di trasmissione essi sono alieni da adoperare formule laboriose per tener conto di fenomeni secondari ritenendo giustamente che è inutile complicare le cose quando molte accidentalità di non secondaria importanza non possono essere controllate dal calcolo. Preferiscono il più che sia possibile i metodi grafici che danno loro quasi una rappresentazione fotografica dei vari fenomeni che entrano in gioco.

Un esempio di ciò è il diagramma che il Baum ha studiato per il dimensionamento dei sincroni di regolazione delle lunghe linee di trasporto, diagramma che benché basato su ipotesi semplificative ha tuttavia avuto una brillante conferma sperimentale nell'impianto di Pit-River.

L'Ing. Ferrari spiega quindi la costruzione del diagramma di Baum trattando prima il caso semplice di linee di trasporto nelle quali la capacità sia trascurabile e passando poi al caso più complesso di linee ad altissima tensione e quindi di capacità non trascurabile.

Dà in ultimo alcuni dati riguardanti l'impianto del Pit-River.

Presidente: Nota che il diagramma di Baum è oggi ben conosciuto dagli elettrotecnici italiani ed infatti l'Ing. Dalla Verde lo riporta nel suo articolo «Su alcuni problemi relativi al funzionamento in parallelo degli impianti elettrici», comparso nel giornale «L'Elettrotecnica». È bene però che l'uso del diagramma di Baum si estenda ancora di più in Italia per lo studio della regolazione di una linea di trasmissione poichè esso presenta singolari vantaggi di semplicità, rispetto ad altri metodi, ad esempio, quello semigrafico del Peek.

A proposito del funzionamento dei sincroni chiede spiegazioni su una particolarità che lo ha colpito: in diverse offerte di condensatori sincroni, che Case costruttrici hanno presentato, la potenza apparente che questi sincroni danno quando funzionano sottoeccitati (assorbendo corrente in ritardo) è una certa frazione circa il 50 % di quella che danno quando funzionano sovraeccitati (assorbendo cioè corrente in

anticipo). Prega l'Ing. Ferrari se può dare spiegazione in proposito.

Ing. Carlevaro: Crede che ciò si debba alle diverse perdite che si hanno nel sincrono nei due casi.

Ing. Le Coultre: Conferma quanto ha notato l'Ing. Selmo e attribuisce la differenza alla reazione d'armatura che ha influenza diversa a seconda che il sincrono funzioni sovraeccitato e sottoeccitato.

Ing. Ferrari: Ha notato la particolarità esposta dall'Ing. Selmo ed osserva che ragioni economiche e costruttive impongono la differenza della potenza apparente dei sincroni nei due casi. Si riserva in una prossima riunione di dare maggiori dettagli.

Presidente: Essendo scaduti di carica da Consiglieri Delegati i Signori: Bonghi Ing. Comm. Mario; De Angeli Ing. Cav. Uff. Roberto; Pession Prof. Cav. Giuseppe, i quali per norma di Statuto non sono rieleggibili prega i soci di voler procedere alle nomine dei tre Consiglieri delegati che li dovranno sostituire.

Si procede alla votazione e risultano eletti i signori: Cenzato Ing. Giuseppe; Colonna Ing. E. V.; Giordani Prof. Francesco, dimodochè i sei Consiglieri delegati della Sezione per l'anno 1924, sono i signori: Cangia Ing. Giuseppe Domenico, Eller Vainicher Ing. Luigi, Perrelli Ing. Pier Vincenzo, Cenzato Ing. Giuseppe, Colonna Ing. E. V. e Giordani Prof. Francesco.

La seduta è tolta alle ore 22,45.

Verbale della seduta del 12 febbraio 1924

Ordine del giorno:

1. — *Comunicazioni della Presidenza;*
2. — *Prime adozioni industriali del 220 kV. Comportamento degli alternatori su linee a forti capacità. Apparente anormalità del fenomeno «Corona». Indagine teorica e conferma sperimentale.* — Conferenza del socio Ing. Carlo Ferrari.

La seduta ha inizio alle ore 21. Presiede il Presidente, Ing. Luigi Selmo.

Presidente: Comunica di aver ricevuto notizia della morte dell'Ing. Angelo Bianchi, e ne ricorda le doti che lo hanno fatto caro a tutti soci della nostra Associazione, la quale a Lui, alla sua attività e alle sue splendide qualità di organizzatore deve moltissimo. Informa di avere inviato telegraficamente le condoglianze della Sezione e di aver fatto rappresentare la Sezione ai funerali.

Dà la parola all'Ing. Ferrari per la sua conferenza.

Ing. Ferrari: Le prime adozioni industriali del 220 kV si sono avute in America nello Stato di California per opera delle due potenti Compagnie che ivi producono l'energia elettrica e cioè: La «Pacific Gas and Electric Co.» nella zona nord di S. Francisco e la «Southern California Edison Co.» nella zona sud. La prima ha adottato il 220 kV nel suo impianto del Pit-River, la seconda nel suo impianto del Big Creek.

Di ambo gli impianti l'Ing. Ferrari riporta caratteristiche e dati; l'Ing. Ferrari tratta poi del fenomeno dell'autoeccitazione che si verifica su di un alternatore quando si attacca ad esso una linea di forte capacità e di certe caratteristiche. In certe condizioni la tensione dell'alternatore può anche salire ad un valore doppio di quello normale: i mezzi escogitati in America per evitare questi dannosi effetti sono stati:

a) mettere sulla eccitazione un organo speciale detto «reverse exciter» che fornisce al momento opportuno un flusso che contrasta quello di reazione delle armature. Questo «reverse exciter» ha dato però inconvenienti.

b) caricare la linea con due o più alternatori in parallelo, ma in questo caso si ha un parallelo instabile degli alternatori.

c) costruire alternatori che non presentino il fenomeno della self-eccitazione. Alternatori di questo tipo sono stati costruiti dalla General Electric Co. e hanno dato risultati soddisfacenti nell'impianto del Big Creek.

In ultimo l'Ing. Ferrari tratta di un'apparente anormalità del fenomeno «Corona». Se una linea trifase non ha i conduttori disposti in modo simmetrico la perdita corona è diversa sulle tre fasi. La totale perdita corona che si ha però sommando i valori misurati su ogni fase ha un valore esatto. Quest'apparente anormalità deriva dalla disimetria dei fili che porta come conseguenza una disimetria delle capacità fra filo e filo. L'Ing. Ferrari cita a questo proposito alcuni dati sperimentali.

Presidente: Ringrazia l'Ing. Ferrari della interessante comunicazione e lo prega di voler dare, se è possibile, dettagli sugli alternatori che la General Electric Co. ha costruito per l'impianto del Big Creek allo scopo di evitare la self eccitazione.

Ing. Ferrari: È spiacevole non poter fornire dettagli perchè la casa costruttrice mantiene il segreto sulle modalità di questi nuovi disegni: solo gli fu dato sapere che un'altra reazione d'armatura ed un'altra reattanza di questa favoriscono il fenomeno della self eccitazione.

Ing. Le Coultre: Domanda all'Ing. Ferrari se gli consta che in America per evitare il fenomeno della self eccitazione degli alternatori quando caricano a vuoto una linea di forte capacità abbiano adottato, come nell'impianto del Pescara, la installazione di una resistenza ohmica in entrata che si esclude quando la linea prende carico.

Ing. Ferrari: Non gli consta che sia stato realizzato in America un tale artificio.

La seduta è tolta alle ore 23,10.

Verbale della seduta del 21 febbraio 1924

Ordine del Giorno:

1. — Bilancio consuntivo 1923 e preventivo 1924 - Lettura e discussione
2. — Indagini sulle coste del Pacifico circa la possibilità di perturbazioni su linee elettriche tracciate in prossimità del mare. Principali risultati di studi eseguiti in California sulla interferenza induttiva fra linee di trasporto di energia elettrica e linee telegrafiche, telefoniche e di segnali.

Conferenza del Socio Ing. Carlo Ferrari.

La seduta ha inizio alle ore 21. Presiede il Presidente Ing. Luigi Selmo.

Presidente: Rimanda a dopo la conferenza dell'Ing. Ferrari, la lettura del bilancio consuntivo del 1923.

Dà quindi la parola all'Ing. Ferrari.

Ing. Ferrari: Tratta dapprima del comportamento delle linee di trasporto lungo le coste del mare per effetto dei depositi salini che si possono formare su gli isolatori, e cita dati e risultati ricavati dalla visita dei seguenti impianti californiani: impianto di Seattle, impianto della Pacific Gas Electric Company, impianto della Coast Comtios Gas Electric Company, impianto della San Diego Consolidated Gas Electric Company, impianto di Salt Lake City di Utah.

Passa poi all'esposizione dei risultati principali degli studi eseguiti in California sulla interferenza induttiva fra linee di trasporto di energia elettrica, e linee telegrafiche, telefoniche e di segnali.

Questi studi sono stati eseguiti dal « Joint Committed of Inductive Interference », hanno dato luogo alla pubblicazione del « Commission's General Order for prevention er mitigation of tuch interference ».

L'Ing. Ferrari dopo aver considerato in modo generale l'interferenza induttiva fra linee di trasporto e linee di segnali e di comunicazioni, passa a trattare diffusamente del disturbo prodotto dalle armoniche di ordine superiore sia di tensione che di corrente che si hanno nelle trasmissioni dell'energia elettrica.

Distingue poi le tensioni e le correnti delle linee di trasporto in bilanciate e residuali, intendendo come voltaggi bilanciati le tensioni eguali in valore scalare e in tale relazione di fase che ad ogni istante hanno la loro somma eguale a zero. Se nel sistema delle tensioni non si ha una somma zero e si ha quindi una componente di tensione verso il suolo si ottiene la tensione residuale. Analogamente per le correnti.

L'Ing. Ferrari riporta dati sulle perturbazioni prodotte da queste tensioni e correnti residuali e bilanciate, notando che le linee telegrafiche e telefoniche sono tanto più disturbate quanto maggiori sono le tensioni e le correnti residuali delle linee di trasporto vicine.

Le conclusioni alle quali l'Ing. Ferrari giunge sono le seguenti:

a) interferenza coi circuiti telefonici con normali condizioni di esercizio del circuito di forza dipendono quasi esclusivamente dalle armoniche di voltaggio e di corrente esistenti nel circuito di forza.

b) l'effetto della induzione alla frequenza fondamentale su un circuito telefonico non ha importanza notevole a meno che per condizioni di esercizio anormale del circuito di forza non si producano dei pericolosi colpi istantanei di induzione.

c) nei circuiti telefonici ed altri segnali l'interferenza è dovuta principalmente all'onda della frequenza fondamentale e alle basse armoniche.

d) le correnti di voltaggio nel circuito forza sono divise in due categorie: bilanciate e residuali. A parità di grandezza gli elementi residuali hanno maggiore effetto.

e) effetti di interferenza induttiva provenienti da correnti e voltaggi bilanciati possono attenuarsi da opportune trasposizioni dei fili nei circuiti di forza ed in quelli di segnali.

f) condizioni anormali di esercizio o guasti sulle linee di trasporto di forza possono sui circuiti di comunicazione produrre disturbi di carattere molto severo.

Le principali proposte del « Joint Committed » sono:

a) eliminazione di eccessiva vicinanza fra circuiti di forza e circuiti di segnalazioni. Tale distanza deve essere al minimo pari alla massima altezza dal suolo dei fili del circuito di forza.

b) eliminazione di armoniche nel circuito di forza. Perciò accurata scelta deve farsi dalla ditta costruttrice e fornitrice del materiale elettrico e rigorose condizioni porre nella ordinazione di esso.

c) limitazione al massimo dei residuali.

d) in caso di vari circuiti di forza devono i fili di ogni terna disporsi in modo da neutralizzare il più possibile, i relativi campi magnetici ed elettrici.

e) ricorrere possibilmente a trasposizione di circuiti induttori ed indotti.

f) spingere al massimo la perfezione, la costruzione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti sia di forza che di comunicazione.

Presidente: Ringrazia l'Ing. Ferrari della interessante comunicazione. Data l'ora tarda rimanda ad altra seduta la discussione e prega il Cassiere Ing. Saggese a voler leggere il bilancio consuntivo 1923 nominando revisori dei conti i signori Ing. Tutino e Guerra.

Ing. Saggese: Legge ed illustra il bilancio consuntivo 1923 ed il bilancio consuntivo 1924.

Presidente: Rimanda alla prossima seduta la discussione del bilancio e la relazione dei Signori Revisori.

*

SEZIONE DI PALERMO

Adunanza del 9 febbraio 1924

Ordine del giorno di convocazione.

1) Presentazione del bilancio consuntivo dell'anno 1923.

2) Elezioni del Consiglio Direttivo della Sezione per il triennio 1924-1926 e di due Consiglieri Delegati alla Sede Centrale per l'anno 1924.

Succinta Relazione dell'Adunanza - Votazioni.

Sono presenti i Soci:

Ing. Trossarelli — Ing. Acanfora — Sig. Carusi — Prof. Mastricchi — Prof. Dina — Ing. Cecconi — Ing. Lo Presti — Ing. Vaccaro — Prof. Allara — Ing. Amoretti — Sig. Brusca — Sig. Marino — Sig. Carradori — Ing. Senn — Ing. Casella — Prof. Buttafarri — Ing. Serravalle — Ing. Cataliotti — Ing. Mancuso — Prof. Arena — Sig. Dolce — Sig. Tomasini.

Presiede il Presidente Ing. Trossarelli che comunica un telegramma della Sede Centrale annunziante la morte del benemerito Segretario Generale dell'Associazione Sig. Ing. Bianchi e ne ricorda brevemente le benemeritenze col sincero consenso di tutta l'assemblea.

Da quindi notizie dello stato dei Soci della Sezione che durante l'anno si era elevata a 130 ma oggi è ancora discesa a 117 (comprensivi di individuali e collettivi) per numerose defezioni dovute specialmente ad allontanamento di soci dalla residenza di Palermo o a morosità. Confida che il nuovo Consiglio possa procurare nuove e numerose adesioni.

Presenta quindi all'approvazione dell'Assemblea il bilancio consuntivo del 1923 che qui si trascrive, e che viene approvato ad unanimità.

ATTIVO:

| | |
|---|------------|
| Esazioni quote arretrate del 1922 | L. 235,— |
| Quote di N. 88 Soci annuali residenti | » 4.400,— |
| » » » 11 » » non residenti | » 495,— |
| » » » 12 » » collettivi | » 1.200,— |
| Anticipi quote del 1924 | » 135,— |
| Interessi su deposito a risparmio | » 77,44 |
| Resto attivo del bilancio 1922 | » 2.952,80 |

Totale attivo L. 9.495,24

PASSIVO:

| | |
|--|------------|
| Alla Sede Centrale per contributo sulle quote dei soci individuali e collettivi pel 1923 | L. 5.040,— |
| Alla stessa in conto quote 1924 | » 70,— |
| » » per Norme inviate ai Soci | » 122,— |
| Contributo della Sezione alle Onoranze Righi | » 200,— |
| All'esattore per compenso annuale | » 120,— |
| Spese varie di Segreteria | » 183,75 |
| Perdite su deposito a risparmio su libretto Banca Cattolica fallita | » 427,25 |
| Saldo attivo | » 3.332,24 |

L. 9.495,24

Si procede quindi alla votazione per la elezione dei membri del Consiglio per il triennio 1924-26 e risultano eletti ad unanimità:

Presidente: Lo Presti Comm. Ing. Stefano; Vice Pres.: Trossarelli Comm. Ing. Ottavio; Segretario: Casella Ing. Attilio; Cassiere: Tomasini Bar. Francesco; Consiglieri: Arena Ing. Oreste; Dina Prof. Ing. Alberto; Acanfora Ing. Antonino; Ovazza Prof. Ing. Elia; Raverta Ing. Enrico; Allara Prof. Ing. Giacomo; Delegati al Consiglio Generale: La Rosa Prof. Michele; Buttafarri Ing. Gaetano.

Dopo brevi parole del nuovo Presidente che promette tutta la sua migliore attività per il migliore sviluppo della Sezione, viene sciolta la seduta.

Elenco dei Fabbricanti in Italia di macchinario e materiale elettrico

L'Ufficio Centrale sta preparando la 3ª edizione dell'elenco, del quale pervengono continue richieste da parte di Ministeri, Enti pubblici, Camere di Commercio, Consolati, ecc. E' quindi interesse di tutte le Ditte Costruttrici in Italia di essere incluse in questa vera Guida dell'industria elettrotecnica nazionale.

Gli interessati sono pregati di rivolgersi direttamente all'Ufficio Centrale - Via S. Paolo, 10 - Milano (3)

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Il Consiglio Generale e la Riunione Annuale.

Si è riunito il 23 corrente a Bologna il Consiglio generale dell'Associazione, presieduto per la prima volta dal nuovo Presidente generale, Prof. Sartori, di cui pubblichiamo più avanti il ritratto. Il Consiglio si è occupato di molte questioni importanti; ma, mentre per la maggior parte di esse rinviando il lettore al Verbale che sarà pubblicato a suo tempo, possiamo subito annunciare che si è fissata come sede della XXIX Riunione sociale del prossimo autunno, la città della Spezia, volendosi rompere la tradizione secondo la quale le Riunioni annuali dovevano tenersi solo in città che fossero sede di Sezioni dell'A. E. I.

Della XXIX Riunione si è anche delineato assai ampiamente il programma tecnico, il quale sarà imperniato sulla illuminazione elettrica e sui problemi relativi. Argomento vastissimo a cui sono già assicurati importanti contributi e tali da assicurare fin d'ora il successo tecnico della Riunione.

A giorni sarà diramata una circolare in proposito a tutti i Consoci, la quale ci darà occasione di ritornare sull'argomento. Vogliamo intanto rilevare, con vivo plauso, il fermo proposito, fermamente riaffermato dalla nuova Presidenza, di ammettere alla discussione del Congresso le sole memorie e comunicazioni inviate in tempo utile per la pubblicazione preventiva.

Oggi pubblichiamo intanto il verbale della seduta del Consiglio generale, tenutasi a Venezia lo scorso autunno, in occasione della Riunione annuale.

Gli articoli monografici e la funzione della stampa tecnica.

Abbiamo già altre volte accennato ai due diversi possibili modi di concepire l'organizzazione e la funzione di una Rivista tecnica come la nostra. Il primo rappresenta quello che sarebbe secondo noi l'ideale a cui si dovrebbe tendere, ma al cui raggiungimento si frappongono disgraziatamente grandissime e pel momento insormontabili difficoltà; il secondo, che in un certo senso costituisce l'antitesi più assoluta del primo, è quello adottato dalle maggiori riviste tecniche del mondo ed al quale cerchiamo di accostarci nei modesti limiti delle nostre forze. Secondo la prima concezione, una rivista tecnica non dovrebbe avere una grande mole, ed insieme a pochissimi e scrupolosamente vagliati scritti originali ed a qualche articolo descrittivo di nuovi impianti dovrebbe contenere essenzialmente articoli monografici compendiosi e sintetici destinati a passare periodicamente in rassegna i vari rami della tecnica di cui la rivista deve occuparsi, tenendo informati i lettori di tutto quanto di nuovo e di importante si è in essi ovunque prodotto. Se dalla concezione si passa a considerare l'attuazione pratica, appaiono subito evidenti le enormi difficoltà che la ostacolano. Chiunque si sia un po' specializzato nella sua attività tecnico-scientifica, ben sa quanto sia faticoso e difficile tenere dietro con vera continuità, a tutto quanto si pubblica e si fa, sia pure solo in un ristrettissimo campo della tecnica, come, ad esempio, quello della Elettricità atmosferica, di cui si occupa oggi il Collega BORDONI. Si comprende pertanto come, per realizzare l'accennato tipo di rivista, occorrerebbe una potente organizzazione che potesse contare sull'opera assidua di un grandissimo numero di specialisti competenti (noi pensiamo che per la sola Elettrotecnica ne occorrerebbero almeno alcune decine!), i quali potessero autorevolmente vagliare l'enorme materiale raccolto, e sapessero efficacemente rielaborare quello prescelto, per presentarlo ai lettori in forma sinteticamente organica e coi necessari commenti critici. È chiaro che, supposta realizzabile, una simile rivista tecnica, non solo ne eliminerebbe in breve molte altre,

ma toglierebbe ragione d'essere anche a molti libri ed a molti manuali. Essa dovrebbe infatti costituire un riassunto completo e sempre aggiornato di tutto quanto si produce nei vari particolari rami di attività tecnica che interessano i lettori, e rappresenterebbe certo una grandissima utilità nell'economia generale degli studi e del progresso tecnico risparmiando agli studiosi il tempo di tante lunghe e laboriose ricerche bibliografiche che farebbe, organicamente e regolarmente, essa per tutti. Non sappiamo se sarà mai possibile attuare qualche cosa di simile: se consideriamo che anche più seri manuali specializzati, pubblicati a regolari intervalli di tempo a cura di gruppi autorevoli di specialisti, appaiono spesso incompleti o troppo unilaterali all'occhio degli altri specialisti che li consultano, propendiamo per una risposta negativa. Certo è che oggi tutte le maggiori riviste tecniche seguono il secondo criterio che è, come diciamo, diametralmente opposto: pubblicare, pubblicare quanto più è possibile, senza troppi scrupoli sulla qualità e sul valore degli scritti pubblicati, senza preoccuparsi di inevitabili e frequenti ripetizioni e sovrapposizioni, col solo intento di raccogliere una grande quantità di materiale fra cui ciascun lettore possa ogni tanto trovare lo scritto che più particolarmente lo interessa, ed in cui lo studioso possa poi eseguire fruttuose, anche se laboriose, ricerche bibliografiche.

Anche noi, abbiamo detto, cerchiamo di battere questa via; ma ciò non toglie che proviamo la più viva soddisfazione quando ci è dato di poter pubblicare un articolo monografico ben fatto: uno di quegli scritti che pongono « a punto » una data questione, e costituiscono un caposaldo per un determinato ramo della tecnica; cosicché lo studioso che in seguito ad essi ricorre, può risparmiare di risalire più indietro nelle sue ricerche. Se rianchiamo col pensiero le dieci annate dell'*Elettrotecnica*, non troviamo purtroppo che assai pochi di simili scritti, come del resto è ben naturale se si pensa alla somma di lavoro che essi richiedono ed alla poca soddisfazione che in generale essi danno all'Autore, la cui personalità deve necessariamente sempre tenersi in seconda linea. Ma osiamo sperare che non manchino fra i quasi 5000 soci dell'A. E. I. i pochi volenterosi che vogliono a turno sobbarcarsi a simile meritoria fatica per aiutarci ad avvicinare almeno il nostro Giornale a quel tipo ideale di rivista che non è forse possibile di realizzare. E la nostra speranza si nutre non tanto nell'affetto che ormai ci lega a questa Rivista, quanto nel desiderio che essa possa sempre più efficacemente contribuire all'elevamento della cultura tecnica del nostro Paese.

La questione dei combustibili nazionali e il problema dell'azoto.

Non è la prima volta che i nostri Soci si occupano d'un problema così importante qual'è quello della utilizzazione dei combustibili nazionali; ma è la prima volta, forse, che la trattazione assume una forma tecnico-economica così completa e documentata, poggiante sopra risultati di carattere consuntivo, quale quella adottata dall'Ing. L. RICCI nella conferenza tenuta alla Sezione di Roma. La discussione lunga e vivace che seguì la conferenza, alla quale presero ripetutamente parte, fra gli altri, i Colleghi, R. Salvadori, D. Civita, U. Del Buono, G. Spadavecchia, dimostrò subito quale interesse la questione avesse suscitato; noi ci auguriamo vivamente che la cerchia della discussione si allarghi, in guisa che il grosso problema venga esaminato esaurientemente e da tutti i punti di vista.

LA REDAZIONE.

Per il cambio di indirizzo inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.

□ I FENOMENI ELETTRICI DELL'ATMOSFERA E LA PROTEZIONE DEGLI EDIFICI DALLE SCARICHE TEMPORALESCHES

UGO BORDONI



Comunicazione fatta alla Sezione di Roma
la sera del 20 febbraio 1924

SOMMARIO.

PARTE I.

I fenomeni elettrici, in tempo sereno, dell'atmosfera.

1. - La ionizzazione dell'atmosfera.
2. - La dispersione elettrica.
3. - Il campo elettrico atmosferico.
4. - La conduttività elettrica dell'atmosfera e le correnti elettriche verticali.
5. - Sulle cause possibili dei fenomeni elettrici, in tempo sereno, dell'atmosfera.

PARTE II.

I fenomeni elettrici temporaleschi.

6. - Lo stato elettrico delle precipitazioni atmosferiche.
7. - Sulla origine dei fenomeni elettrici temporaleschi.
8. - Lo stato elettrico della neve e della grandine.
9. - Sulla natura delle scariche elettriche temporalesche.
10. - Le caratteristiche quantitative delle scariche elettriche temporalesche.
11. - Sopra gli effetti termici delle scariche temporalesche.
12. - Caratteristiche secondarie delle scariche elettriche.

PARTE III.

Notizie statistiche sopra i danni prodotti dalle scariche elettriche atmosferiche.

13. - Sulle ragioni dello speciale comportamento manifestato talvolta dalle scariche atmosferiche.
14. - Le parti degli edifici e gli alberi più soggetti alle fulminazioni.
15. - Notizie statistiche sopra i danni prodotti alle proprietà.
16. - Altre notizie sopra i danni alle proprietà; danni alle persone. Sulla convenienza di munire i vari tipi di edifici di impianti di protezione.

PARTE IV.

La protezione degli edifici dalle scariche elettriche atmosferiche.

17. - Le prime idee sulla protezione degli edifici; la «zona di protezione».
18. - Sulle manchevolezze delle protezioni di tipo frankliniano.
19. - La genesi delle idee moderne sulla protezione degli edifici.
20. - Ampiezza delle maglie della gabbia di protezione; conduttori.
21. - Collegamenti col suolo.
22. - Collegamenti della gabbia con le masse conduttrici esistenti nell'edificio.
23. - Sulla opportunità della aggiunta di aste metalliche verticali alla gabbia di protezione.
24. - Masse conduttrici esistenti in prossimità dell'edificio.
25. - Conclusioni.
26. - Alcune indicazioni bibliografiche.

PARTE I.

I fenomeni elettrici, in tempo sereno, dell'atmosfera.

1. - La ionizzazione dell'atmosfera.

Spetta a Beccaria [1] l'onore di avere intuito l'importanza di ricerche sistematiche e prolungate sopra i fenomeni elettrici che l'atmosfera presenta, anche quando il tempo è sereno, e di avere iniziato nel 1757, subito seguito da altri, la prima serie di osservazioni di carattere scientifico. Doveva tuttavia trascorrere quasi un secolo e mezzo prima che fosse riconosciuto che molti di quei fenomeni non sono che conseguenze più o meno dirette dello stato di ionizzazione in cui l'atmosfera normalmente si trova [2].

E ormai fuori contestazione, difatti, che in condizioni ordinarie l'aria contiene due specie di ioni, gli ioni piccoli, di massa paragonabile a quella delle molecole dell'ossigeno e dell'azoto, e gli ioni grandi [3], di massa assai maggiore, che Langevin ritiene costituiti ciascuno essenzialmente da una minutissima gocciolina d'acqua, elettrizzata, il cui diametro sa-

rebbe dell'ordine d'un centomillesimo di millimetro ⁽¹⁾; le quali goccioline dovrebbero persistere in seno all'atmosfera, come molte ragioni inducono a ritenere, anche se l'atmosfera fosse lontana dalle condizioni di saturazione. Comunque, ciascuna delle due specie di ioni può essere positiva e negativa: il valore assoluto della carica elettrica di ogni ione è quello $(4,8 \cdot 10^{-10} \text{ unità c. g. s. elettrostatiche, cioè } 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ coulomb})$ che compete agli elettroni.

Le misure fatte nei diversi Paesi ed in differenti epoche per determinare il numero degli ioni contenuti in ogni unità di volume dell'aria sembrano indicare che questo numero è soggetto a grandi variazioni [4]. Tuttavia, si delineano già per gli strati inferiori dell'atmosfera alcuni risultati generali. Un primo, è che gli ioni grandi sono sempre assai più numerosi, forse alcune decine di volte, degli ioni piccoli; in quanto il numero degli ioni grandi è per lo più di molte e molte migliaia per centimetro cubo di aria, mentre quello degli ioni piccoli è solo dell'ordine di alcune centinaia ⁽²⁾ per cm^3 . In compenso, la mobilità degli ioni piccoli è, appunto per la loro massa minore, assai più grande; sicchè, sono gli ioni piccoli che finiscono con l'avere influenza preponderante in molti fenomeni, per quanto il loro numero sia tanto minore. Un secondo fatto che sembra accertato, sebbene si tratti di esperienze delicate, è la maggiore mobilità degli ioni piccoli negativi rispetto gli ioni piccoli positivi; collocati in un campo elettrico della intensità di 1 volt per cm, la velocità apparente media dei primi nella direzione del campo ⁽³⁾ risulta poco diversa da 1,5 cm per secondo, mentre nelle stesse condizioni la velocità media degli ioni positivi è intorno ai quattro quinti della cifra precedente, attenuandosi per altro la differenza quando l'aria contiene molto vapore acqueo. Un terzo fatto importante è che gli ioni positivi sono d'ordinario in numero maggiore dei negativi ⁽⁴⁾, e di questo eccesso, molto variabile (essendo stati constatati sia eccessi positivi superiori al 100 %, sia deboli eccessi negativi negli strati quasi a contatto col suolo), taluno (Humphreys) stima ⁽⁵⁾ la entità media a circa il 15 %.

Sono più d'una le cause che contribuiscono in modo apprezzabile a mantenere normalmente ionizzata l'aria, pur assumendo volta a volta qualcuna di esse particolare importanza in determinate parti dell'atmosfera.

Fra quelle d'origine terrestre, una delle cause più efficaci è la radioattività degli strati superficiali del suolo [5]. Non si può difatti più dubitare, dopo le ricerche di Strutt e di Eve, che tutte le rocce conosciute siano più o meno radioattive ⁽⁶⁾, e che emettano costantemente piccole quantità di un gas, l'emanazione del radio, il quale è notoriamente atto a ionizzare intensamente l'aria, trasformandosi dopo qualche giorno in altri prodotti radioattivi; ed è stata trovata nell'aria anche la emanazione del torio (Bumstead), sebbene con qualche difficoltà derivante dalla rapidità assai maggiore con la quale essa si trasforma.

La quantità di queste emanazioni che si trova normalmente presente negli strati inferiori dell'atmosfera situati al disopra del suolo è dell'ordine di grandezza di $\frac{1}{2 \cdot 10^{17}}$, in volume, dell'atmosfera; ma al disopra del mare essa è in quantità assai minore (Bauer e Swann), intorno ad $\frac{1}{10^{19}}$ del volume dell'aria [6].

Per quanto così piccole, queste quantità di emanazione, a causa della loro grandissima attività specifica, sono capaci di produrre effetti notevoli; in particolare, la quantità di ema-

⁽¹⁾ Cioè, un centinaio di volte maggiore di quello che è l'ordine di grandezza dei diametri molecolari.

⁽²⁾ Non è possibile dare indicazioni più precise a causa delle grandi differenze fra i risultati sperimentali. Così, mentre in varie circostanze Pollock, a Sydney, ha trovato assenza completa di piccoli ioni, in altre epoche ne ha trovati circa 160 per cm^3 ; Mac Clelland e Kennedy, a Dublino, hanno trovato valori compresi fra 17 e circa 200; altri hanno trovato persino numeri superiori al migliaio. E quanto agli ioni grandi, le cifre trovate oscillano fra 600 e 60 000!

⁽³⁾ La velocità vera è assai maggiore; ma la presenza degli altri ioni e delle molecole di ossigeno e di azoto rende assai tortuoso il percorso di ciascun ione.

⁽⁴⁾ Per gli strati atmosferici ad immediato contatto col suolo, le ricerche sperimentali hanno dato risultati poco concordanti.

⁽⁵⁾ La quantità di radio constatata ha variato fra $0,16 \cdot 10^{-12}$ gr. per grammo di roccia (in alcune sabbie americane) e $4,8 \cdot 10^{-12}$ gr. (in alcune rocce vulcaniche europee). Per l'acqua del mare, le cifre (Joly) hanno variato fra 0,01 e $0,034 \cdot 10^{-12}$ gr. per grammo d'acqua.

nazione che si trova al disopra del suolo è appunto, presso a poco, quella che occorrerebbe per mantenere in permanenza nell'aria il numero di piccoli ioni che vi è stato riscontrato, tenuto conto della entità probabile e dell'effetto delle cause di ricombinazione che d'ordinario agiscono e che tenderebbero, da sole, a far sparire lentamente la ionizzazione.

Altre cause naturali di ionizzazione dell'aria, più o meno legate alla precedente, sono alcuni dei fenomeni vulcanici e termominerali che si riscontrano in certe regioni; a questi fenomeni, od alla presenza di minerali particolarmente ricchi di radio e corpi analoghi, sembrano dovuti molti dei casi di ionizzazioni locali assai intense che sono stati riscontrati in certe regioni. Influenza minore, ma non trascurabile, hanno varie altre cause terrestri, per lo più artificiali; per es., i fenomeni di combustione in genere.

Fra le cause extra-terrestri, la più importante è certo la radiazione solare. L'assorbimento, da parte degli strati superiori dell'atmosfera, delle radiazioni ultraviolette più corte ^(*) è una causa assai efficace di ionizzazione, specie dell'alta atmosfera; ed è forse la principale delle ragioni della esistenza, ad una certa altezza, di quello strato atmosferico discretamente conduttore che prende il nome di strato di Heaviside.

Ma la constatazione che nelle masse d'aria depurate da ogni traccia di emanazione, rinchiusa entro recipienti metallici e sottratte a qualsiasi azione ionizzante nota, la ionizzazione, anziché tendere gradatamente a zero per la progressiva ricombinazione degli ioni, tende ad un valore residuo che dipende per altro dalla natura e dallo spessore delle pareti dell'involucro e appare soggetto a variazioni parallele a quelle che si riscontrano in altre manifestazioni atmosferiche, ha fatto nascere tre ipotesi esplicative, delle quali l'una non esclude l'altra. La prima (tendenza dei gas alla ionizzazione spontanea) è una spiegazione per modo di dire, e non ha grandi argomenti a suo favore, sebbene non ne abbia nemmeno in contrario; la seconda (che tutti i metalli, in grado maggiore o minore, abbiano proprietà aventi qualche analogia con quelle dei corpi radioattivi; Wood, Campbell) si ricollega ovviamente alla più importante delle cause terrestri, sopra accennate, di ionizzazione; ma la terza (Rutherford), postulerebbe l'esistenza di un'altra efficace causa, d'origine in gran parte extra-terrestre, e cioè di un irradiazione del tipo dei raggi X, eccezionalmente penetrante, capace di attraversare tutta l'atmosfera ed anche degli involucri metallici, in guisa da mantenere ionizzata l'aria che vi fosse rinchiusa.

Fra le basi sperimentali più solide di questa terza ipotesi sono da citare le osservazioni di Kolhörster [7] e di Hess, dalle quali risulterebbe che tutto avviene come se la intensità di questa radiazione penetrante diminuisse in principio con l'altezza dal suolo, come se la radiazione avesse in parte origine terrestre ^(*); ma che poi, a partire da circa mille e cinquecento metri e sino alle più grandi altezze raggiunte in queste prove (novemila metri), l'intensità della radiazione andrebbe crescendo sempre, e rapidamente.

2. - La dispersione elettrica.

In condizioni normali, dunque, l'aria è più o meno fortemente ionizzata; e l'intensità della ionizzazione, cioè il numero medio di ioni per unità di volume, dipende ovviamente dall'entità relativa delle cause ionizzanti e di quelle che favoriscono la ricombinazione, fra le quali, tutte, tende di continuo a stabilirsi una specie di equilibrio statistico, soggetto naturalmente ad alterarsi col variare delle circostanze che vi influiscono.

Ora, la ionizzazione dell'aria è la causa di uno dei primi fenomeni constatati nell'atmosfera dopo l'inizio delle osservazioni regolari, e cioè della *dispersione elettrica*; del fatto [8], cioè (Coulomb, 1785; Matteucci), che in qualsiasi conduttore elettrizzato, lasciato a sé stesso in seno all'aria, la carica (e quindi il potenziale) va diminuendo col tempo, *anche se sia stata eliminata* (o ne venga tenuto conto) *ogni altra plausibile ragione di dispersione* (p. es., attraverso i sostegni) [9]. L'entità del fenomeno viene ordinariamente misurata dal rapporto, espresso in centesimi, fra la diminuzione ΔV di potenziale che si verifica in un minuto primo ed il valor medio,

durante lo stesso tempo, del potenziale V . Dal complesso delle misure più attendibili effettuate in questi ultimi decenni appare che quando il tempo è sereno il rapporto $d = \frac{\Delta V}{V}$, è sensibilmente indipendente da V , ed oscilla d'ordinario, nei vari Paesi, fra 3 ed 8 centesimi: che, per altro, è diverso a seconda che il conduttore sia elettrizzato positivamente oppure negativamente, tanto che il rapporto $\frac{d(-)}{d(+)}$ (nel quale numeratore e

denominatore rappresentano i valori medi della dispersione elettrica per i corpi elettrizzati negativamente e positivamente) assume d'ordinario valori compresi fra 0,9 ed 1,4.

Nei diagrammi annuali rappresentanti, per un medesimo luogo, l'andamento della dispersione d in funzione del tempo, si nota d'ordinario un massimo in estate ed un minimo in inverno [4]; nei diagrammi giornalieri si verificano spesso due massimi, più o meno pronunziati (verso le 6 e verso le 13) e due minimi (verso le 9 e verso il tramonto). Se il tempo è nebbioso, la dispersione assume valori notevolmente minori ^(*) che d'ordinario; prende invece valori più elevati dopo le neviccate; e varia irregolarmente durante i temporali. Sul mare calmo la dispersione è generalmente minore che sulle terre circostanti; si verifica il contrario se il mare è agitato.

In talune regioni, sono stati osservati valori eccezionalmente elevati della dispersione, persino di 80 centesimi (Cañon del Colorado); in altre, è il fenomeno del maggior disperdimento delle cariche negative che si accentua, sì da far giungere il rapporto $\frac{d(-)}{d(+)}$ a valori superiori a 10 ^(*).

Non occorrono molte parole per chiarire come le principali modalità del fenomeno della dispersione siano spiegate dall'esistenza nell'aria degli ioni; i quali, ove si trovino in presenza di corpi elettrizzati di segno contrario, vi si precipitano sopra, neutralizzandone la carica in un tempo più o meno breve a seconda dell'intensità della ionizzazione, esattamente come se la carica si disperdesse attraverso l'aria per la conduttività più o meno grande di quest'ultima; e l'analogia è resa maggiore dalla circostanza che esistono veramente delle cariche elettriche allontanantisi, nello stesso tempo, attraverso l'aria, dal corpo elettrizzato: e sono gli ioni rimanenti, dello stesso segno del corpo, dal quale vengono ovviamente respinti. Quanto alla diversità di comportamento, a parità di altre condizioni, dei corpi elettrizzati positivamente e negativamente, che in passato era sembrata così difficile da spiegare, essa è la conseguenza diretta del diverso numero medio e della differente mobilità degli ioni dei due segni.

3. - Il campo elettrico atmosferico.

Ma un'altra particolarità dello stato normale di ionizzazione dell'aria, e cioè il lieve eccesso che generalmente si riscontra nel numero degli ioni positivi, è la principale causa, verosimilmente, d'un importante fenomeno che da tempo è stato constatato: l'esistenza d'un *campo elettrico atmosferico*, diretto verticalmente ed avante, con tempo sereno, quasi sempre il senso che corrisponde alla ipotesi che l'aria sia elettrizzata positivamente e quindi *il suolo negativamente* [10]. Con cielo coperto, ma tempo calmo, il campo è più debole; la pioggia, come sarà accennato più diffusamente in seguito, fa diminuire ancora il valore del campo e può anche (durante i temporali) invertirne la direzione.

Molte circostanze influiscono tuttavia sul valore del campo elettrico. Nelle regioni temperate del nostro emisfero, su terreno scoperto e nelle basse regioni dell'atmosfera, il campo (con tempo sereno) è per lo più compreso [4] fra 0,7 ed 1 volt per cm in estate, e fra 1,4 e 1,8 volt per cm in inverno. Scendendo verso l'equatore, il campo diminuisce (a Patavia, ad es., il valore medio annuo è di 0,4 volt per cm), per poi aumentare fino a latitudini antartiche piuttosto elevate ^(*); si ignora tuttavia se alle altissime latitudini antartiche il campo

^(*) Si intende qui naturalmente, di parlare della dispersione dovuta all'aria, non di quella che può dipendere dall'accentuarsi, a causa della umidità, dell'imperfetto isolamento dei sostegni.

^(*) Alla cima del Monte Bianco, il 2 settembre 1902, alle ore 14,17' è stato trovato (Le Cadet): per le cariche negative, $d=30,4$ centesimi; per le cariche positive $d=1,9$ centesimi; il rapporto fra le due dispersioni è 16.

^(*) A Port Lockroy (a 64°49'), sono stati misurati sino a 2,1 volt per cm; e nell'isola Petermann, (a 65°10') si è giunti a 3 volt per cm (gennaio 1909).

^(*) E' noto che l'aria, trasparentissima per le radiazioni dello spettro visibile e per le ultrarosse, lo è meno per le ultraviolette; al disotto, anzi, di lunghezze d'onda di circa 0,2 micron, l'assorbimento diventa assai forte.

^(*) Ed è naturale che sia così, giacché tutti i corpi più o meno radioattivi, come le rocce, emettono anche delle radiazioni X.

torni a diminuire fortemente come è stato osservato nelle regioni artiche: nello Spitzberg, ad es., si superano di rado (Andrée) i 0,08 volt per cm.

In talune regioni, il rapporto fra il massimo invernale del campo elettrico ed il minimo estivo raggiunge talvolta valori ben superiori al valor medio *due* che vale d'ordinario ⁽¹¹⁾ per i nostri climi; così, forse per l'azione di cause non permanenti, è stato riscontrato persino il valore *nove* a Ladenburg.

Ma in uno stesso luogo, il campo elettrico è soggetto anche a forti fluttuazioni giornaliere, come appare dalla figura 1

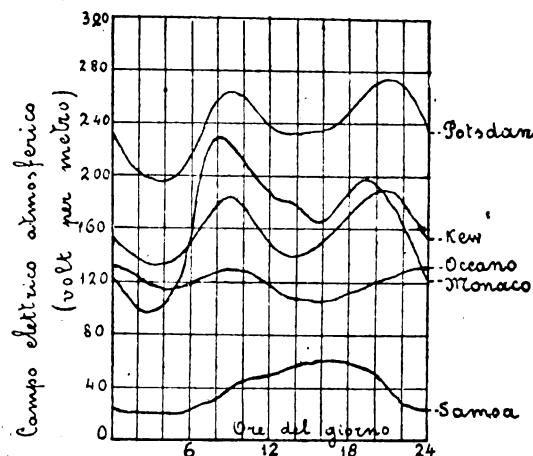


Fig. 1.

(Bauer e Swann) [6], la quale si riferisce ai valori medi annuali. In taluni luoghi (Samoa) la fluttuazione è semplice, in altri (per es., Kew, Potsdam, ecc.), è doppia; un fatto comune è la esistenza di un minimo ben netto fra le tre e le quattro del mattino.

È stata anche oggetto di studi la variazione del campo elettrico atmosferico con l'altezza dal suolo, la quale variazione è intimamente legata alla presenza di masse elettriche nell'aria. Per gli strati atmosferici più bassi, le conclusioni sono ancora incerte, essendosi riscontrati fatti che indurrebbero ad ammettere talora lievi eccessi di cariche positive, talora eccessi di cariche negative ⁽¹²⁾ in seno all'aria; ma a partire da qualche centinaio di metri, non v'ha dubbio (Le Cadet) che tutto procede come se esistesse nell'atmosfera quell'eccesso di cariche positive al quale s'è ripetutamente accennato. Il valore del campo diminuisce difatti con l'altezza, con discreta regolarità, raggiungendo già a pochi chilometri valori di qualche centesimo di volt per cm.

È infine da segnalare che quando il tempo non è sereno, il campo elettrico atmosferico appare soggetto a variazioni repentine e irregolari, le quali si accentuano in tempo di pioggia, di neve e di temporale; ma perturbazioni irregolari del medesimo genere, per quanto più brevi, si manifestano anche con tempo sereno, soprattutto durante il giorno.

4. - La conduttività elettrica dell'atmosfera e le correnti elettriche verticali.

La presenza degli ioni comunica all'aria una debole *conduttività elettrica*, della quale il fenomeno della *dispersione* (§ 2) è appunto una delle manifestazioni. Ma poichè la ineguale ripartizione degli ioni dà origine ad un campo elettrico verticale (§ 3), è facile previsione quella che l'atmosfera debba essere sede normalmente di una corrente elettrica verticale, dovuta al movimento, in senso contrario degli ioni dei due segni, sotto l'influenza del campo e, eventualmente, di altre cause.

Le misure della intensità di questa corrente (che è la somma di due: l'una dovuta al movimento discendente degli ioni positivi, l'altra al moto ascendente degli ioni negativi), anzi, meglio, quella della sua densità (in ampere per cm²) effettuate in vario modo, hanno portato al risultato, poco prevedibile, che (fatta astrazione dalle regioni polari), il valor *medio* della corrente verticale nelle varie regioni è ovunque molto prossimo, con tempo sereno a $2 \cdot 10^{-16}$ ampere per cm² di sezione atmo-

sferica ⁽¹³⁾; nelle regioni polari sono stati riscontrati valori notevolmente maggiori ⁽¹⁴⁾.

Questa densità di corrente è oggetto, in un medesimo luogo, a variazioni annue e diurne le quali pur essendo ancora poco note, sembrano analoghe a quelle del campo elettrico; ad ogni modo, esse sono considerevoli ⁽¹⁵⁾.

È anche osservazione comune che con tempo nebbioso la densità della corrente verticale è notevolmente maggiore (anche doppia) che con tempo sereno.

Nelle ricerche sopra i fenomeni elettrici atmosferici si usa definire *conduttività elettrica* dell'aria la grandezza fisica (λ) per la quale occorre moltiplicare il valore del campo elettrico $\frac{\Delta V}{\Delta H}$ per dedurne la corrispondente densità di corrente.

La circostanza che il valor medio della densità di corrente varia poco da una regione all'altra, mentre forti variazioni si riscontrano nel valor medio corrispondente del campo elettrico, significa che il valore medio della conduttività elettrica così definita dovrà subire, da una regione all'altra, forti variazioni, in senso contrario, per altro, a quelle del campo elettrico. Espresi in unità elettrostatiche c. g. s., i valori medi di λ fin qui misurati sono compresi fra $0,84 \cdot 10^{-14}$ (Potsdam) e $5,8 \cdot 10^{-14}$ (Simla) ⁽¹⁶⁾. Si tratta dunque di valori estremamente piccoli (la conduttività del rame è circa $3 \cdot 10^{21}$ volte maggiore; nelle stesse unità essa verrebbe espressa da $5,5 \cdot 10^{17}$), dell'ordine di quelli che si attribuiscono ai buoni isolanti solidi.

Non v'ha dubbio ch'essi siano soggetti a notevoli variazioni *diurne*, *annuali* (la conduttività è generalmente maggiore in estate) ed accidentali (con tempo nebbioso, ad es., la conduttività è molto minore che con tempo sereno); grande influenza ha anche l'altezza rispetto il suolo.

Può ritenersi difatti accertato che, ad eccezione delle prime centinaia di metri (nelle quali cause verosimilmente locali perturbano sempre irregolarmente lo stato elettrico dell'aria), la conduttività dell'aria vada aumentando fortemente con l'altezza dal suolo (da misure eseguite da Gerdien risulterebbe che a 6000 metri la conduttività è già venti volte maggiore che a livello del suolo), con la conseguenza ⁽¹⁷⁾ che rimane pressochè costante con l'altezza, la densità della corrente verticale.

Si è anche tentato di misurare, direttamente od indirettamente, le conduttività relative alle due correnti, formata l'una da ioni negativi, l'altra da ioni positivi in moto, dalla cui somma risulta la corrente verticale. Le misure non sono ancora molto numerose; ma sembrano dimostrare (Kähler, Bauer e Swann [6]) che la conduttività relativa alla corrente formata da ioni positivi è maggiore (forse di un 15-20 %) dell'altra.

5. - Sulle cause possibili dei fenomeni elettrici, in tempo sereno, dell'atmosfera.

I fenomeni sin qui accennati non sono i soli ai quali dia luogo, direttamente od indirettamente, la ionizzazione dell'aria, od ai quali questa ionizzazione sia strettamente legata. Basterà ricordare — il trattarne con qualche diffusione non è consentito dai limiti fissati al presente scritto — sia il fenomeno delle *correnti telluriche*, il quale può anche assumere proporzioni considerevoli ⁽¹⁸⁾ e che ha probabili relazioni con le variazioni momentanee e locali che nel potenziale elettrico del suolo sono prodotte dalle variazioni della corrente verticale dell'atmosfera; sia il complesso di quelle svariate perturbazioni d'origine non artificiale, che si osserva di continuo nelle comunicazioni radio-elettriche (i cosiddetti segnali « intrusi », « parassiti », ecc.); sia altri fenomeni minori, fra i quali, ad esem-

⁽¹³⁾ I valori estremi sono $1,8 \cdot 10^{-16}$ (Simla, Indie) e $2,67 \cdot 10^{-16}$ (Göttingen).

⁽¹⁴⁾ In Groenlandia, nella parte N. E., sono stati misurati: $4,3 \cdot 10^{-15}$ ampere per cm²; nelle regioni antartiche, sino a $7,1 \cdot 10^{-16}$ ampere per cm².

⁽¹⁵⁾ Ad es., in una serie di osservazioni effettuate a Potsdam per 68 giorni consecutivi: si è riscontrato: valore *minimo* della densità di corrente: $0,6 \cdot 10^{-16}$ amp/cm²; valore *massimo*: $7 \cdot 10^{-16}$ amp/cm²; valore medio del periodo: $2,2 \cdot 10^{-16}$ amp/cm².

⁽¹⁶⁾ Il comportamento delle regioni polari sembra non aver nulla di speciale nei riguardi della conduttività; in quanto i valori misurati sono bensì piuttosto alti (nel N. E. della Groenlandia, $5,5 \cdot 10^{-14}$; nelle regioni antartiche $4,2 \cdot 10^{-14}$), ma compresi nei limiti sopra indicati.

⁽¹⁷⁾ A motivo delle variazioni in senso opposto subite dal campo elettrico, § 3.

⁽¹⁸⁾ Il 16 luglio 1892, ad es., sulla linea telegrafica da New-York ad Elizabeth (N. J.), lunga circa 23 chilometri, fu riscontrata una forza elettromotrice d'origine tellurica di circa 210 volt. Il fenomeno ebbe breve durata.

⁽¹¹⁾ Più esattamente, nei nostri climi questo rapporto assume nella maggior parte dei casi valori compresi fra 1,5 e 2,5.

⁽¹²⁾ Il quale ultimo fatto può dipendere ovviamente dalla elettrizzazione dell'aria a contatto immediato col suolo.

pio, quello delle correnti elettriche dovute (dato l'ineguale numero degli ioni dei due segni) ai movimenti d'insieme delle masse d'aria, prodotti dalle differenze di pressione che si manifestano di continuo in seno all'atmosfera⁽¹⁹⁾; sia, infine, alcuni magnifici fenomeni caratteristici di speciali regioni, quali le aurore polari.

Ma sarebbe difficile affermare che in tutti questi fenomeni, tutto si spieghi senz'altro in base a ciò che oggi conosciamo sullo stato di ionizzazione normale dell'aria. Certo, molti dei fatti noti e fra i più importanti, appaiono (ed è stato già fatto rilevare caso per caso) come una conseguenza così immediata e naturale, di questo stato, che non è probabile possa domani trovarsi un'altra spiegazione sostanzialmente diversa; ma altri lati della complessa questione delle manifestazioni elettriche, in tempo sereno, dell'atmosfera rimangono avvolti nell'oscurità, sì da obbligarci ancora, nei loro riguardi, ad una semplice raccolta e catalogazione di fatti e di osservazioni.

Pur tralasciando di accennare ad altri fatti minori, non è possibile tacere, ad es., della folla di problemi sollevati dal fenomeno della corrente elettrica verticale nell'atmosfera (§ 4).

È certamente assai singolare che questa corrente abbia valori medi pressoché eguali in tutte le regioni, malgrado le notevoli differenze che si riscontrano nei corrispondenti valori medi del campo elettrico; nè può considerarsi come una spiegazione, dato come la conduttività elettrica viene definita, il fatto che questa conduttività subisca variazioni in senso contrario al campo, non solo da regione a regione ma anche, per una stessa regione, alle diverse altezze.

Ma poi, la corrente elettrica verticale, benché abbia una densità minima, corrisponde in realtà, per l'intera superficie terrestre, ad una corrente in senso radiale dell'ordine dei 1000 ampere; ciò che significa che la superficie terrestre acquista in ogni secondo, in media, una carica elettrica positiva dell'ordine dei 1000 Coulomb; senza, tuttavia, che il suo stato elettrico, per quanto ci risulta, accenni a variare sensibilmente col tempo. Esiste, allora, e quale è, un fenomeno compensatore? Qual'è la causa che mantiene indefinitamente, a quanto pare, una direzione predominante a questa corrente?

Non sono mancati i tentativi di spiegazione di questi, che sono tra i fatti più importanti, e insieme più oscuri, che presentano le manifestazioni elettriche dell'atmosfera.

Particolare attenzione merita forse la idea (Swann, 1917) che la radiazione eccezionalmente penetrante della quale s'è constatata l'esistenza anche alla superficie del suolo (§ 1), e che sembra provenire in gran parte dalle altissime regioni dell'atmosfera (cioè essere con ogni probabilità d'origine extra-terrestre), possa avere nei fenomeni elettrici una parte più importante di quella sin qui sospettata [11]. Le esperienze di laboratorio dimostrano infatti che in certe condizioni, che sono vicine a quelle che si verificano verosimilmente nell'atmosfera, le radiazioni X molto penetranti danno origine a radiazioni β (cioè, ad elettroni negativi) dotate di grande velocità e dirette prevalentemente nello stesso senso delle prime; cioè, nel caso terrestre, dirette dall'alta atmosfera (dove rimarrebbe un eccesso di cariche positive) verso il suolo. L'avvenire chiarirà il valore di questa teoria, che sembra oggi prestare il fianco a più d'una obiezione e che, ad ogni modo, lascia sempre insoluta la questione della origine prima della radiazione X; ma è probabile che la luce definitiva verrà fatta solo quando saranno stati meglio lumeggiati anche i rapporti, che ora s'intravedono appena, fra fenomeni elettrici e fenomeni magnetici terrestri, e fra questi ultimi e taluni fenomeni extra-terrestri, quali le variazioni nella attività solare.

PARTE II.

I fenomeni elettrici temporaleschi.

6. - Lo stato elettrico delle precipitazioni atmosferiche.

Le manifestazioni elettriche più grandiose sono tuttavia quelle che si verificano quando il tempo non è sereno, e, in particolare durante i temporali; per quanto non vada dimenticato che, a causa della scarsa frequenza e della breve o brevissima durata, esse hanno nell'economia generale dei fenomeni naturali una importanza di gran lunga minore di quanto non venga spesso creduto.

(19) Tenuto conto dei valori medi dell'eccesso di ioni positivi, l'ordine di grandezza della densità di queste correnti è (Humphreys) di 10^{-16} ampere per cm^2 di sezione (contata trasversalmente alla direzione del vento) della corrente d'aria e per ogni metro al secondo di velocità del vento.

Le più notevoli fra queste manifestazioni sono l'elettrizzazione delle precipitazioni atmosferiche (pioggia, neve, ecc.), e le scariche elettriche.

Sono solo pochi anni che può considerarsi risolta, nelle sue linee generali, mercé gli studi di Kähler, di Simpson e di Baldit, la questione del segno e della entità delle cariche elettriche che la pioggia trascina con sé [12] [4]. Può ritenersi ormai fuori dubbio quanto segue:

1) Nella grande maggioranza dei casi la pioggia, temporalesca o no, è elettrizzata positivamente;

2) Lasciando da parte le anomalie temporalesche, sono le piogge più deboli che appaiono più fortemente elettrizzate.

Così, per piogge d'intensità superiore a 0,2 mm d'acqua al minuto primo⁽²⁰⁾, la carica è generalmente inferiore a 0,4 unità elettrostatiche c. g. s. per grammo di pioggia; ma sale intorno a due unità elettrostatiche per gr. con piogge tre o quattro volte più deboli.

3) I valori più elevati delle cariche elettriche portate dalla pioggia sono, per altro, più spesso negativi che positivi. Può citarsi, ad es., il valore di — 19 unità elettrostatiche c. g. s. rilevato da Humphreys nel 1908, e quello di — 44 unità e. s. c. g. s. misurata da Baldit verso l'orlo della zona colpita da un temporale, mentre l'intensità della pioggia era minima (appena 0,003 mm d'acqua al minuto primo).

4) Le circostanze di cui in (1) e (3) portano alla conseguenza che le cariche elettriche positive portate al suolo dalle piogge, sebbene in eccesso sulle cariche negative portate pure dalle piogge, hanno però una prevalenza minore di quello che potrebbe attendersi dal confronto dei corrispondenti volumi di pioggia.

5) Le correnti elettriche verticali, di convenzione, prodotte dalla caduta della pioggia elettrizzata, difficilmente superano, in media, la densità di 10^{-11} ampere per cm^2 di superficie orizzontale colpita dalla pioggia; più spesso, sono comprese fra questo valore e 10^{-10} ampere per cm^2 .

6) Infine, tacendo di altre particolarità meno essenziali, il campo elettrico atmosferico cambia quasi sempre di segno durante le piogge, mostrandosi altresì soggetto, se queste sono temporalesche, a variazioni brusche, forti e irregolari.

Lasciando per un momento da parte gli altri tipi di precipitazione (neve, grandine), e venendo alle scariche elettriche (sulle quali si dovrà ritornare in seguito) che accompagnano i temporali, anzi alla loro forma più comune ed importante, quella che si può chiamare del fulmine *lineare* (§ 9), si ritiene in passato ch'esse richiedessero differenze di potenziale immensamente elevate; la quale opinione era fondata sulla conoscenza delle forti differenze di potenziale che occorrono per produrre nei laboratori le scariche elettriche, anche le più corte, e sulla valutazione approssimata delle lunghezze raggiunte normalmente dal fulmine (§ 10). Si è poi riconosciuto che le esperienze di laboratorio non potevano permettere extrapolazioni così ardite; e si inclina oggi a ritenere, per un complesso di ragioni (§ 10), che le differenze di potenziale alle quali sono dovute le scariche atmosferiche, siano bensì altissime, ma assai inferiori a quei molti miliardi di volt dei quali in addietro si parlava.

Saranno accennate in seguito (§ 10) le ragioni che inducono a ritenere che l'ordine di grandezza delle cariche elettriche in giuoco durante le scariche atmosferiche possa essere di qualche decina di Coulomb. Ne segue che la quantità di energia associata ad una scarica può superare il miliardo di Joule, cioè alcune centinaia di kilowatt-ora; e dei valori massimi della potenza della scarica si potrà avere una idea tenendo conto che la maggior parte della quantità di energia sopra accennata può venire dissipata in qualche millesimo di secondo (§ 9).

7. - Sulle origini dei fenomeni elettrici temporaleschi.

Le cifre contenute nel precedente paragrafo e quelle che saranno date nel § 10, anche se si voglia considerarle come è prudente, solo come cifre di orientamento, danno una idea quantitativa della imponentza delle manifestazioni elettriche che accompagnano i temporali. Ora, qual'è la origine di queste differenze di potenziale, di queste cariche elettriche libere?

Si è ritenuto per molto tempo che si trattasse di una conseguenza, di una specie di esaltazione, in condizioni particolar-

(20) Piogge tali, cioè, che la quantità d'acqua caduta in ogni minuto primo sia sufficiente a formare uno strato uniforme dell'altezza di mm. 0,2. Le piogge più forti che siano state misurate corrispondono ad alcuni mm. d'acqua al minuto primo.

mente favorevoli, dei fenomeni elettrici che si riscontrano nell'atmosfera anche con tempo sereno.

Ma forti obiezioni possono rivolgersi a questo modo di vedere, che negli ultimi anni è andato perdendo assai della sua importanza.

Si può intanto affermare che lo studio della ripartizione dei temporali fra le varie regioni e nelle varie epoche dell'anno non rivela alcuna relazione sostenibile con le grandezze che caratterizzano i fenomeni elettrici normali [13]. Così, mentre vi sono regioni dove i temporali sono frequentissimi e di grande intensità, nulla di molto speciale presenta in quei luoghi l'andamento del campo elettrico; mentre i temporali sono generalmente più frequenti in estate, il campo elettrico raggiunge i suoi valori massimi in inverno; e così via.

Comunque, fu immaginata fin dal 1885 (Elster e Geitel), e modificata nel 1913, una teoria per la quale la elettrizzazione delle precipitazioni atmosferiche avrebbe la sua causa principale nel campo elettrico preesistente [14]; teoria fondata, tra altro, sulle due ipotesi seguenti: a) che le piccole gocce d'acqua, e in particolare gli elementi di cui le nubi sono formate, possano urtare (od essere urtate) gocce di dimensioni maggiori anche senza unirsi, rimbalzando cioè, in qualche modo, contro la loro superficie; b) che tuttavia le due gocce, la grande e la piccola, vengano per un momento, all'atto dell'urto, in contatto elettrico.

Si immagini allora una goccia d'acqua in una caduta verticale; la sua velocità sarà tanto maggiore quanto maggiore ne sarà la grossezza (come verrà meglio ricordato poco oltre), con chè sarà legittima la affermazione che, almeno entro certi limiti, le gocce grandi cadono rispetto le piccole. Non v'ha dubbio che per effetto del campo elettrico atmosferico, la goccia sarà elettrizzata per induzione: se, ad es., il campo è diretto dall'alto (positivo) verso il suolo (negativo), la parte inferiore della goccia sarà caricata positivamente, e negativamente la parte superiore. Se durante la caduta la goccia urta, con la sua parte inferiore, la parte superiore di un'altra goccia, più piccola (che sarà anch'essa elettrizzata), senza unirsi, ma venendo in contatto elettrico, è chiaro che parte della carica positiva della goccia grande sarà neutralizzata da quella positiva esistente alla parte superiore della gocciolina. Sicchè, dopo l'urto, la goccia grande in caduta conterrà un eccesso di cariche negative, che finirà col comunicare al suolo: mentre l'altra, ancora troppo piccola per cadere velocemente, avrà un eccesso di cariche positive. Il campo preesistente verrà così rinforzato: ed il fenomeno si ripeterà con intensità maggiore, sino a giungere ai valori che sono necessari per spiegare le scariche elettriche.

A questa, che è la parte sostanziale della teoria di Elster e Geitel, sono state mosse numerose difficoltà, le quali possono dividersi in due gruppi, a seconda che riguardano le ipotesi prime sulle quali si fonda, oppure le conseguenze che, ammesse quelle ipotesi, se ne debbono dedurre. Così, che due gocce d'acqua non elettrizzate possano urtarsi senza unirsi, è cosa che può ammettersi senza riserva; ma il caso di due gocce elettrizzate appare ben diverso, per poco che si ricordino i fatti dimostranti (Rayleigh) la grande influenza dello stato elettrico sopra i fenomeni di capillarità e di tensione superficiale [15], e le forze non indifferenti che nascono certo fra le due gocce ove le rispettive cariche vengano a trovarsi, sia pure per un istante, estremamente vicine. D'altra parte, la esperienza in base alla quale Elster e Geitel conclusero che due gocce possono venire a contatto elettrico senza unirsi, sembra suscettibile oggi d'un'interpretazione differente da quella che le assegnarono i suoi autori; sicchè anche questa conclusione deve essere considerata come dubbia, specie dopo le esperienze (Englund) dimostranti che due conduttori rimangono ancora perfettamente isolati anche se fra loro interceda una distanza pari alla metà appena della lunghezza d'onda corrispondente alla riga doppia D del sodio (cioè una distanza di circa 3 decimillesimi di millimetro) [16].

Ma, anche ammesse le due ipotesi fondamentali, ne seguirebbe logicamente che la grande maggioranza delle piogge dovrebbe essere elettrizzata negativamente, ciò che è in netto contrasto con i fatti osservati; nè vi sarebbe modo plausibile di spiegare quelle brusche e frequentissime inversioni del segno del campo elettrico atmosferico che sono così caratteristiche, specie nei periodi temporaleschi.

Sembrano dunque più accettabili le idee emesse a varie riprese ed infine coordinate a guisa di teoria (1909-1915) dal Simpson [12]; tanto più che anche Elster e Geitel hanno finito col riconoscere che ad esse spettava una parte nella spiegazione dei fenomeni temporaleschi.

I punti fondamentali della teoria di Simpson sono i seguenti:

a) I fenomeni temporaleschi sono sempre accompagnati da violenti correnti ascensionali d'aria. È difatti a queste correnti che si deve la forma caratteristica dei « cumuli » (fig. 2,

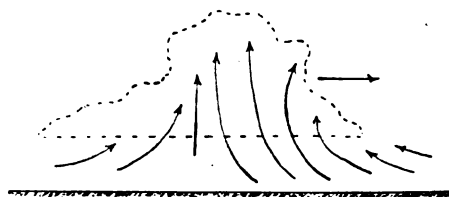


Fig. 2.

Humphreys); e la loro esistenza, è stata anche direttamente e ripetutamente constatata nelle ascensioni in pallone. La fig. 3 dà una idea del modo caratteristico nel quale alcune delle principali grandezze individuanti lo stato meteorologico dell'atmosfera (temperatura, pressione, velocità del vento e pioggia) possono variare al principio d'un temporale; essa si riferisce (Humphreys) al temporale osservato a Washington il 30 luglio 1913. Si noterà che la velocità del vento ha superato per un momento i 100 km all'ora.

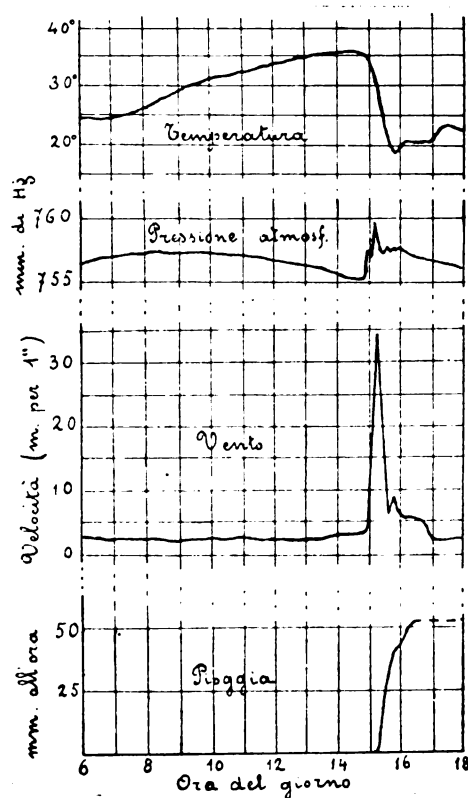


Fig. 3.

b) Allorchè un corpo qualsiasi e, in particolare, una goccia liquida, cade nell'aria, la sua velocità non va crescendo sino all'istante dell'urto col suolo (come accadrebbe se l'aria non vi fosse), ma tende invece ad un limite superiore, che viene raggiunto nell'istante nel quale la resistenza opposta dall'aria alla caduta del corpo eguaglia il peso del corpo stesso; nel quale istante, difatti, si annulla l'accelerazione. Il valore di questa velocità limite dipende dalle dimensioni e dal peso del corpo e dalla densità dell'aria (la quale diminuisce con l'altezza); nel caso delle gocce d'acqua, essa finisce col dipendere in primo luogo dal diametro della goccia (assimilata momentaneamente ad una piccola sfera), perchè mentre il peso della goccia cresce col cubo del diametro, la resistenza opposta dall'aria cresce con la sezione della goccia, cioè col quadrato del diametro; cadranno dunque con maggiore velocità le gocce grandi. Se si considera allora una goccia d'acqua in seno ad una corrente d'aria, essa potrà finire col cadere realmente solo se la sua velocità limite è superiore alla componente verticale della velocità della corrente d'aria; ne segue che mentre in aria calma potranno cadere anche goccioline assai minute (piogge non temporalesche), durante i temporali non potranno cadere che gocce piuttosto grosse.

c) Ma quando una goccia d'acqua cade, se il suo diametro medio è superiore a circa 4 mm (Leonard) essa finisce col suddividersi, col rompersi per effetto della resistenza opposta dall'aria alla caduta [17]; e per effetto di questa rottura (Simpson) le goccioline che ne risultano si elettrizzano positivamente, mentre si elettrizza negativamente l'aria circostante, come risulta da esperienze intorno alle quali non vi sono contestazioni [18].

In conclusione, secondo Simpson, la origine principale delle cariche elettriche che sono in giuoco durante le piogge e, in modo speciale, durante i temporali è da ricercare nel fenomeno della suddivisione, durante la rapida caduta, delle gocce di pioggia. Naturalmente, non occorre che la pioggia giunga sino al suolo affinché il fenomeno si inizi, ma bastano dei fenomeni del medesimo genere che si producano entro la nube temporalesca; la qual cosa non è difficile immaginare tenendo conto del valore variabile delle correnti ascensionali d'aria alle diverse altezze e, anche, della influenza delle corrispondenti densità dell'aria sulle velocità limiti di caduta.

La differenza (più quantitativa che qualitativa, in fondo) fra ciò che avviene durante le piogge non temporalesche sarebbe dovuta all'assenza, nel primo caso, di intense correnti ascensionali d'aria (e questo è conforme all'esperienza), ciò che consentirebbe la presenza nella pioggia di forti proporzioni di goccioline molto piccole, tali da giungere al suolo senza (probabilmente) suddividersi e quindi elettrizzarsi.

Naturalmente, ad accentuare l'importanza dei fenomeni elettrici intervengono, qualunque sia la teoria, dei fatti ormai ben noti, fra i quali importante è l'aumento di potenziale elettrico che accompagna sempre la riunione di più goccioline in una goccia di dimensioni maggiori; nel caso ideale, ad es., di sferette liquide elettrizzate, che si riuniscano per formare sfere di dimensioni maggiori, il potenziale cresce col quadrato del diametro ⁽²¹⁾ delle sfere finali.

Ai punti fondamentali della teoria di Simpson non pare, oggi, possano rivolgersi osservazioni importanti; d'altra parte, la loro conseguenza principale, che la pioggia è elettrizzata positivamente, non solo è d'accordo con la generalità dei fatti osservati, ma fornisce la spiegazione più semplice, anche quantitativa delle inversioni del campo elettrico atmosferico ⁽²²⁾.

Ma se pare fuori dubbio che, nella maggior parte dei casi, la causa principale delle manifestazioni elettriche temporalesche vada ricercata all'infuori del campo elettrico terrestre e, con ogni probabilità, nei fatti dei quali Simpson ha mostrato la importanza e che sono stati ora sommariamente accennati, sarebbe eccessivo credere che il campo elettrico terrestre non possa esercitare mai alcuna influenza apprezzabile, diretta ed indiretta, e che non possano intervenire anche altri fenomeni, forse ancora poco noti. La complessità e la varietà grandissima, qualitativa e quantitativa, delle manifestazioni elettriche durante le giogge ed i temporali indurrebbero difatti a pensare che possa non essere sempre una sola la causa che agisce.

(continua).

⁽²¹⁾ Perché la capacità elettrica d'un sfera conduttrice isolata è proporzionale al suo raggio, mentre il numero di sfere (e quindi di cariche elettriche) che occorre unire per formare un'altra di dimensioni maggiori è proporzionale al cubo del raggio di quest'ultima.

Aumenti notevoli di potenziale possono anche prodursi in una gocciolina liquida in seguito alla diminuzione di volume e quindi di raggio, dovuta all'evaporazione.

⁽²²⁾ Se si suppone che il campo elettrico F fra suolo e nube abbia, in prossimità del suolo il valore iniziale di -1 volt per cm (cioè, espresso in unità elettrostatiche c.g.s., di $-\frac{1}{300}$), poichè si ha $F = \frac{4\pi}{\epsilon} \sigma$, se ne ricava (essendo per l'aria $\epsilon=1$, circa) come valore della densità elettrica alla superficie del suolo, $\sigma = -2,65 \cdot 10^{-11}$ unità c. g. s. elettrostatiche per cm², cioè $-0,9 \cdot 10^{-13}$ coulomb per cm². Assumendo in 10^{-13} ampere per cm² la densità media della corrente elettrica verticale di convenzione costituita dalla pioggia elettrizzata (§ 6), basteranno 90 secondi di pioggia per neutralizzare la carica iniziale del suolo; una pioggia di durata maggiore, o più fortemente elettrizzata, farà cambiare di segno al campo elettrico.

Elenco dei Fabbricanti in Italia di macchinario e materiale elettrico

L'Ufficio Centrale sta preparando la 3^a edizione dell'elenco, del quale pervengono continue richieste da parte di Ministeri, Enti pubblici, Camere di Commercio, Consolati, ecc. E' quindi interesse di tutte le Ditte Costruttrici in Italia di essere incluse in questa vera Guida dell'industria elettrotecnica nazionale.

Gli interessati sono pregati di rivolgersi direttamente all'Ufficio Centrale - Via S. Paolo, 10 - Milano (3)

LE CENTRALI TERMOELETTRICHE CON COMBUSTIBILI NAZIONALI ED IL PROBLEMA DELL'AZOTO

LEANDRO RICCI



Conferenza tenuta a Roma il 6 giugno 1923, nella Sede
:: :: :: dell'Associazione Elettrotecnica Italiana :: :: ::

Quale e quanta sia per l'umanità l'importanza che ha l'azoto combinato, è noto a tutti, e non è il caso che io mi dilunghi su tale argomento. Riassumo brevemente alcune cifre: a prescindere dai consumi dell'azoto combinato per gli usi diversi delle industrie dei colori, degli esplosivi, ecc., mi soffermo su quello per la concimazione dei terreni.

In Belgio si concima in ragione di 17 kg di azoto per ettaro; in Germania di 8, in Francia di 3, in Italia di 0,8; cifre di per sé stesse eloquenti, contro le quali, per citare una delle produzioni agricole più importanti, quella del grano, stanno le rese per ettaro di qli 36; qli 22; qli 20; qli 10.

Considerando per l'Italia la sola superficie coltivata per la coltura granaria, circa 5 milioni di ettari, concesso che attualmente si coltivano a grano anche terreni inadatti, con rese irrisorie, e decurtandone il 20 %, cioè riducendo a 4 i 5 milioni di ettari oggi coltivati a grano, si dovrebbe avere un impiego di azoto, eguagliando il Belgio, e per la sola coltivazione del grano, di 68 milioni, pari a circa 350 mila tonnellate di prodotto azotato, sotto forme di nitrato di soda, calcio-cianamide, e solfato ammonico.

Ove potessimo concimare nelle misure avanti indicate 4 milioni di ettari a coltivazione granaria, il nostro prodotto in grano, anche con le cifre più modeste, si aumenterebbe di almeno 16 milioni di quintali all'anno, cioè su per giù di un quantitativo che corrisponde a quello che importiamo.

Questo vorrebbe dire la sicurezza di mangiare tutti quanti siamo in Italia, col prodotto delle nostre terre; vorrebbe dire il pareggio della bilancia commerciale verso l'estero, e ognuno sa che all'indipendenza economica, va compagna la vera indipendenza politica che è vano sperare di ottenere, quando un paese ha bisogno di altro paese.

A questo punto occorre porsi una prima domanda: è conveniente acquistare ai prezzi odierni 350 mila tonnellate di prodotto azotato per averne in cambio 16 milioni di quintali di grano in più? L'operazione è altamente conveniente: precisamente si spende 1, per avere 3. Infatti i prezzi degli ultimi mesi per i prodotti azotati avanti indicati, sono stati: per ogni kg di azoto contenuto nella calcio-cianamide L. 6 1/2 a 7; per ogni kg di azoto contenuto nel nitrato di soda o nel solfato ammonico L. 9/9,25; dati i consumi dei diversi fertilizzanti, e volendo largheggiare nel considerare tale spesa, assumiamo, come media del costo di 1 kg di azoto combinato, sotto forma di uno dei tre fertilizzanti avanti indicati, L. 9,—; quindi, per acquistare 68 milioni di kg di azoto combinato, si dovrebbero pagare circa L. 600.000.000,00.

Di contro, 16 milioni di quintali di grano costano circa 1.800 milioni di lire.

Da queste cifre emerge che dovrebbe essere obbligo precipuo degli organi dirigenti il Paese di incitare, e comunque spingere all'impiego dei fertilizzanti azotati.

Occorre ora domandarci: è possibile in Italia una industria propria per produzione di fertilizzante azotato, capace di dare l'azoto combinato che a noi occorre, ai prezzi avanti indicati?

E certo che la via maestra per la produzione delle quantità ingenti di azoto combinato che a noi occorrono, è quella della produzione per via sintetica; già abbiamo in Italia delle applicazioni ormai industriali su brevetti Fauser e Casali, che hanno potuto adattare la soluzione del problema che a noi tanto interessa, agli elementi che noi possiamo avere in Italia, senza bisogno di importarli dall'estero.

In sostanza, occorre dell'energia elettrica a buon mercato; dell'acido solforico a buon mercato.

Per poter dire se nei processi sopra nominati si può avere dell'azoto al costo di Lire 8 o 9 al kg bisognerebbe conoscere a quale prezzo effettivamente la nostra grande industria idro-elettrica potrebbe dare i milioni di kWh che occorrono all'industria dell'azoto.

D'altra parte troppo poco io conosco tali processi di fabbricazione, per poter avventurarmi ad un esame, anche sommario, del costo di produzione.

Dirò solo, in cifra approssimativa, che per la produzione di 350.000 tonnellate di fertilizzanti azotati si ha un bisogno di kWh

che sorpassa milioni 1400. Supponendo che fra la energia fornita continuamente e quella fornita discontinuamente, per utilizzare i cascami della produzione di energia elettrica, si abbia una utilizzazione media di 4 mila ore, si avrebbe pur sempre la necessità di avere a disposizione nuovi impianti per la potenza di 350 mila kW, da cui si può dedurre la potenza dei kW già installati che verrebbero utilizzati nelle ore in cui hanno minor carico per gli altri servizi più redditizi.

Del resto, anche se occorresse creare ex-novo tutta la potenza richiesta di circa 350 mila kW, l'Italia potrebbe sopporre a tale suo fabbisogno.

Nel numero aprile-giugno dei *Comptes Rendus du Génie civile de France* vi è una descrizione completa del processo Haber, per la produzione dell'ammoniaca sintetica, e, poichè si tratta del processo che ha avuto l'applicazione quantitativa più grande, credo conveniente riportare i prezzi di costo che sono dati in tale articolo. Questo per poter dedurre il costo ad oggi in lire italiane della produzione dell'azoto con un processo dei più fortunati, dato, ripeto, che per l'impianto tipo Casali e Fauser non si conoscono ancora consuntivi di esercizio.

È del resto ovvio che le future installazioni italiane dovranno mettersi in condizioni di eguagliare, salvo una giusta protezione, i costi di produzione coi processi che hanno avuto le maggiori applicazioni, chè altrimenti o non potrebbero sorgere, o, se sorte, non potrebbero vivere.

Nell'articolo citato, partendo dal costo del coke a Frs 30 la tonn; del carbone da vapore a Frs 25 la tonn; dell'acido solforico a 53 Bé a Frs 30 la tonn; dell'energia meccanica a Frs 0,05 il kWh; della mano d'opera a Frs 0,70 l'ora; delle spese normali di esercizio e manutenzione, in ragione del 10 % del capitale di prima installazione; delle spese generali, in ragione del 10 % di tutte le spese precedenti; degli ammortamenti, in ragione del 5 % per gli stabili e del 10 % per il macchinario; del 5 % per interessi sul capitale di prima installazione; calcolando l'azoto puro a Frs 0,025 per mc., si arriva per il solfato ammonico a Frs 0,70 per kg di azoto fissato.

Considerati i prezzi base dai quali l'articolaista è partito; considerati i prezzi odierni delle materie prime avanti indicate, occorre moltiplicare almeno per un parametro eguale a 6, cioè un costo oggi di Frs $6 \times 0,70 =$ Frs 4,20, e in lire italiane, al cambio attuale di Lire 6.

Sembra dunque possibile che si possa avere azoto combinato ai prezzi prima detti di 8 o 9 lire il kg; in effetto, il costo di produzione col sistema Haber, sistema già industrialmente diffusissimo, sembra potersi aggirare intorno alle L. 6.— per kg. È quindi sperabile che anche coi processi che più si convengono alle materie e all'energia prima di cui dispone l'Italia, si possa ottenere azoto nei limiti di costo fissati, fra 6 e 8 lire il kg.

Riferendoci alla discussione avvenuta recentemente alla Camera, a quanto è stato pubblicato nei giornali politici, dobbiamo augurarci che il nostro Governo voglia intervenire quanto e come occorra, perchè importanti capitali possano dedicarsi agli impianti necessari per avere di nostra produzione l'azoto di cui abbiamo bisogno, e quindi voglia dare sicurezza ai nostri industriali, con quei dazi doganali che possano assicurarli per un buono e sicuro impiego dei capitali vasti, occorrenti al bisogno.

Per dare un'idea delle spese in capitale, occorrenti, ad esempio, per un'installazione capace di dare 20 tonnellate di azoto fissato al giorno, col sistema Haber, sempre ricavando tali dati dall'articolo che prima ho citato, si ha una spesa di impianto, in Frs oro 1914, di $1500 \times 20 \times 365 = 10.950.000$ che riportati in lire italiane attuali, ragguagliano 60 milioni.

Questo perchè, per avere il conguaglio fra l'oro 1914 e la lira di oggi, occorre moltiplicare per il trasporto del cambio coi paesi che hanno moneta senza aggio sull'oro, e per il numero indice del costo della vita in tale paese ad oggi, rispetto al costo della vita del 1914 (ad esempio coll'America noi abbiamo un cambio da 1 a 4, e il numero indice del costo della vita negli Stati Uniti è rispetto al costo della vita nel 1914, 1,55).

In sostanza, per tonnellata-anno di azoto occorrono installazioni che costano L. 9.000.—. Quindi per 68.000 tonnellate di azoto all'anno, quale sarebbe il nostro fabbisogno per liberarci dall'importazione del grano estero, occorrerebbe un impiego di capitale di L. 68.000×9.000 eguale a circa L. 600 milioni. A tale spesa, od a parte di tale spesa, bisogna aggiungere quanto occorre per i nuovi impianti idroelettrici, raggiungendosi probabilmente i 1000 milioni, e cioè complessivamente L. 14.000 per tonnellata-anno di azoto.

È evidente che nelle condizioni odierne del mercato finanziario, di fronte alle incertezze dell'assestamento futuro, ben difficile è trovare ingenti masse di capitale per impiego a lunga scadenza, ove non siano allettate da interessi convenienti.

Non ragionare in questo senso, sarebbe un volersi illudere.

*

Dopo quanto sopra ho espresso, circa il problema attuale dell'azoto in Italia, vediamo come ed in qual modo potrebbero concorrere a facilitarne la soluzione i combustibili nazionali.

Premetto che il patrimonio minerario italiano accertato si aggira intorno ai 400 milioni di tonnellate: io voglio qui occuparmi solo dei giacimenti di lignite o di torba che abbiano un'importanza superiore ai 10 milioni di tonnellate, e che sul campione, ragguagliato all'anidride, abbiano non meno dell'1,2 % di azoto, quindi i seguenti:

| | |
|---------------------------|----------|
| Torre del Lago | Torbiera |
| Campotosto | » |
| Cavarzere | » |
| Pietrafitta | Lignite |
| Gualdo Cattaneo | » |
| Branca | » |
| Ruscio | » |
| Morcone | » |
| Mercure | » |
| Valgandino | » |

Sono in tutto 10 giacimenti, che potrebbero dar luogo a 10 installazioni del tipo Mond con gassificazione della torba o lignite, produzione dei sotto prodotti (solfato ammonico e catrame) e produzione di energia elettrica.

Per la conoscenza diretta che ho, per avere progettato e diretto i lavori di costruzione dell'impianto di Torre del Lago, e per la parte indirettamente presa alla costruzione dell'impianto di Pietrafitta, posso dare dati precisi circa i costi di tali installazioni, e circa le probabili condizioni alle quali verranno a fare i loro esercizi.

Dall'esame dei costi di questi due impianti, voglio trarne le conclusioni dei costi dell'azoto e dell'energia elettrica, con tale sistema di utilizzazione dei nostri combustibili.

Per l'epoca diversa nella quale sono stati costruiti, i costi della sola parte di utilizzazione del combustibile e della produzione di energia elettrica dei due impianti, sono: per Torre del Lago L. 2.200.— per kW installato, e per 15.000 kW installati L. 33.000.000.—; per Pietrafitta L. 2.100.— per kW installato e per 15.000 kW installati L. 31.500.000.—.

In tali costi sono comprese tutte le installazioni accessorie, esclusa la sola miniera.

Il capitale impiegato ha bisogno di una quota per interessi ed ammortamenti, che può considerarsi fissa o quasi fissa, anche se dovessero avvenire forti variazioni nel valore della moneta; stabiliamo una quota, per interessi ed ammortamenti, del 12 % del capitale impiegato.

Le spese per kW installato, avanti dette, possono così suddividersi:

Per la centrale elettrica vera e propria, compresi i relativi servizi d'acqua e fabbricati . . . L. 1.400 per kW

Per l'impianto di gassificazione vero e proprio, compresa la quota parte di servizi generali e fabbricati » 800 » »

L. 2.200

Per la quota per interessi ed ammortamenti, avanti indicata nel 12 %, considerato che per un kW installato si calcola un funzionamento di ore 2000, sul pieno carico, si avranno L. 168.— e cioè per kWh cent. 8,4.

Per l'impianto di gassificazione, su una produzione presunta di 40 000 qli di solfato, all'anno, si avrà: per un quintale di solfato, sempre per la quota del 12 % dovuta a interessi e ammortamenti sull'impianto di gassificazione, L. 30.— e L. 6.— per ogni quintale di catrame deacquificato prodotto, dato che si produce tanto catrame quanto solfato.

Tali cifre si può ritenere rimangano fisse ed immutabili nel tempo.

Dopo abbiamo le spese vere e proprie di esercizio, cioè quelle dovute al personale, alle spese generali e tasse, e ai materiali di esercizio, che, per gli impianti considerati, si aggirano intorno a L. 2.200.000 all'anno, spesa per acido solforico esclusa; di queste spese ne supponiamo invariabili nel tempo il 20 % e variabili in maniera direttamente proporzionale col variare del valore della moneta l'80 %; le percentuali di divisione fra la centrale termoelettrica e l'impianto di gassificazione sono 25 % e 75 %; avremo quindi:

per la parte fissa invariabile dovuta alla centrale elettrica (L. $2.200.000 \times 0,20 \times 0,25$) L. 110.000 cioè, per ognuno dei 30 milioni di kWh da prodursi in un anno cent. 0,035; pel solfato am-

monico e pel catrame (L. $2.200.000 \times 0,20 \times 0,75$) L. 330.000 e per ognuno dei 40.000 quintali L. 8,25 che diviso fra solfato ammonico e catrame, nei rapporti dei loro valori odierni, da 6 a 1, danno per un quintale di solfato ammonico L. 7,05 e per un quintale di catrame L. 1,20;

per la parte variabile proporzionalmente al variare del valore della moneta, per la centrale elettrica ($2.200.000 - 440.000$) $\times 0,25 =$ L. 44.000 e per 1 kW (se ne producono 30 milioni) cent. 1,5; per il solfato ammonico e pel catrame ($2.200.000 - 440.000$) $\times 0,75 =$ L. 1.320.000 e per ognuno dei 40.000 qli L. 33 che divise fra solfato ammonico e catrame nel rapporto da 6 a 1, danno rispettivamente L. 28,30 e L. 4,70.

Rimane ora da considerare l'aggravio dovuto al costo del combustibile. Converrà tener distinti i costi di produzione per tonnellata anidra di torba, da quelli per tonnellata anidra di lignite, e, per le diverse miniere di lignite, tenere distinti i costi per quelle miniere nelle quali si può escavare a giorno con mezzi meccanici, da quelle per le quali occorre escavare in galleria.

Un'installazione moderna, con mezzi meccanici per estrazione e preparazione della torba, mezzi di trasporto, e servizi accessori compresi, costa un capitale di L. 100 a tonnellata producibile nell'anno, e quindi, per interessi e ammortamenti sul capitale, L. 12 per T.A.; il costo di esercizio per la produzione di una T.A. di torba, e cioè mano d'opera, spese generali, tasse e materiali di esercizio, è attorno a L. 25; d'altra parte, supponiamo anche qui che le spese di esercizio variabili col variare del valore della moneta siano pel 20 % immutabili nel tempo e per l'80 % variabili con rapporto proporzionale.

Considerando che, al minimo, le torbe hanno un contenuto in azoto sul campione anidro dell'1,7 %; che col processo di gassificazione Mond si ricava praticamente ed industrialmente kg 30 di solfato ammonico per ogni 1 % di contenuto in azoto, si ha che, per avere 1 quintale di solfato ammonico, occorrono 2 tonnellate di torba, e quindi, per ogni quintale di solfato ammonico prodotto, e addebitato tutto il costo del combustibile alla produzione del solfato, e del catrame, senza niente addebitare alla produzione dell'energia elettrica, si ha:

Parte del costo di una tonnellata di torba per spesa fissa ed invariabile dovuta a interessi e ammortamenti dei capitali di impianto L. 12 per tonnellate e per 2 tonn. L. 24.—
Costo della parte di spese di esercizio, giudicate invariabili nel tempo (20 % di L. 25) L. 5 e per 2 tonn. » 10.—
Costo attuale della parte delle spese di esercizio variabile col variare del valore della moneta L. 20 e per 2 tonnellate , , , , , » 40.—

In totale, per il caso della torba, e per quanto riguarda il costo del combustibile per produrre un quintale di solfato ammonico, ed un quintale di catrame, avremo: per la parte fissa L. 34, per la parte variabile L. 40, in totale L. 74 che, ripartite in ragione dei valori odierni del solfato ammonico e del catrame, danno luogo a L. 62 per quintale di solfato, e L. 12 per quintale di catrame.

Per esaurire l'argomento, per quanto ha riguardo alla torba, avremo, richiamando le cifre precedentemente segnate, che il costo di un quintale di solfato ammonico è:

per la parte fissa dovuta alla preparazione del combustibile 6/7 di L. 34 = L. 29.—
per la parte variabile dovuta alla preparazione del combustibile 6/7 di L. 40 = » 34,25
per la parte fissa dovuta alle spese per interessi e ammortamenti dell'impianto di gassificazione » 30.—
per la parte dovuta alle spese invariabili dell'esercizio dell'impianto di gassificazione » 7,05
per la parte dovuta alle spese di esercizio variabili col variare della moneta » 28,30
L. 128,60

di un quintale di catrame è:

per la parte fissa dovuta alla preparazione del combustibile 1/7 di L. 34 = L. 5.—
per la parte variabile dovuta alla preparazione del combustibile 1/7 di L. 40 = » 5,75
per la parte fissa dovuta alle spese per interessi e ammortamenti dell'impianto di gassificazione » 6.—
per la parte fissa dovuta alle spese di esercizio dell'impianto di gassificazione » 1,20
per la parte variabile dovuta alle spese di esercizio » 4,70
L. 22,65

di un kWh è:

per la parte dovuta agli interessi e ammortamenti delle spese d'impianto cent. 8,4
per la parte dovuta alla parte delle spese di esercizio, giudicata invariabile nel tempo » 0,35
per la parte dovuta alle spese di esercizio giudicate variabili col variare della moneta » 1,05
cent. 10,25

Il costo del combustibile, nel caso si tratti di lignite, è per le miniere che possono avere escavazione a giorno:

per interessi e ammortamenti, sempre nella misura complessiva del 12 % del capitale investito nei macchinari per escavazione e trasporto, L. 6 (L. 50) capitale investito per ogni tonnellata naturale estraibile nell'anno; per la parte dovuta alle spese di esercizio (mano d'opera, direzione, spese generali, tasse, materiali, ecc.) L. 8.

Per il caso dell'escavazione in galleria, per la parte dovuta a interessi e ammortamenti del macchinario L. 4; per la parte dovuta alle spese di mano d'opera, direzione, spese generali, tasse e materiali di esercizio L. 20.

Applicando anche per il caso della lignite la norma che il 20 % delle spese di esercizio rimane invariata nel tempo, e che solo l'80 % di esso varia col variare del valore della moneta, avremo:

per la parte fissa L. 6 più il 20 % di L. 8.—, in tutto L. 7,60;
per la parte variabile L. 6,40, in totale L. 14 e questo per il caso di lignite escavabile a giorno.

Per il caso di lignite da escavarsi in gallerie, avremo per la parte fissa L. 4 più il 20 % di L. 20 in tutto L. 8.

per la parte variabile L. 16.

in totale L. 24.

Mediando i due prezzi, avremo L. 7,80 come parte fissa, e L. 11,20 per la parte variabile.

Noi abbiamo supposto che il tenore di azoto sul campione anidro della lignite da trattarsi con tali installazioni sia 1,2 % almeno, ossia di ottenere per ogni tonnellata anidra kg 36 di solfato ammonico e eguale quantità di catrame: poichè la maggior parte di tali ligniti, allo stato naturale, appena esce dalle miniere, tout-venant, ha un'umidità superiore al 50 %, occorre moltiplicare i costi di estrazione della tonnellata naturale per 2,2, per ottenere il costo della tonnellata di lignite anidra, e quindi la lignite occorrente, per avere un quintale di catrame, costerà:

per la parte fissa (prendiamo i valori medi) L. $7,80 \times 2,2 \times 2,8 =$ L. 48 che nel solito rapporto di 6 a 1 danno luogo a L. 40,80 per il solfato e L. 7,20 per il catrame;

per la parte di spese variabili, sempre adottando i valori medi, avremo L. $11,20 \times 2,2 \times 2,8 =$ L. 69 che, divise nel solito rapporto di 6 a 1, danno L. 59,70 per il solfato ammonico e L. 9,30 per il catrame.

Pertanto, per il caso della lignite, le cifre saranno:

per un quintale di solfato ammonico:
per la parte delle spese fisse dovute alla preparazione del combustibile L. 40,80
id. variabile col variare del valore della moneta » 59,70
per la parte fissa dovuta alle spese per interessi e ammortamenti dell'impianto di gassificazione » 30,—
per la parte dovuta alle spese invariabili dell'esercizio dell'impianto di gassificazione » 7,05
per la parte dovuta alle spese di esercizio dell'impianto di gassificazione, variabile col variare della moneta » 28,30
L. 165,85

per un quintale di catrame:

per la parte, dovuta agli interessi e ammortamenti, giudicata invariabile nel tempo e per quanto riguarda la preparazione del combustibile L. 7,20
per la parte spese variabile, dovuta al combustibile (mano d'opera, spese generali, e materiale d'esercizio) » 9,30
per la parte dovuta ad interessi ed ammortamenti del capitale investito nell'impianto di gassificazione e per la parte giudicata invariabile delle spese di esercizio » 7,20
per la parte variabile dovuta alle spese di esercizio dell'impianto di gassificazione » 4,70
L. 28,40

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

LETTERE ALLA REDAZIONE

In tema di Istruzione Industriale.

Riceviamo:

Aderendo al desiderio espresso nell'ultimo numero di codesta Rivista a proposito di Istruzione industriale, espongo qui alcune brevi considerazioni che mi vengono suggerite dall'articolo del Prof. Occhialini, oltre che da dirette osservazioni fatte sull'argomento.

Pare allo scrivente che ogni discussione sul «metodo di insegnamento» sia per lo meno prematura fintantochè non venga ben definito il «compito» che si intende assegnare ad una scuola industriale. Tale definizione non spetta certamente ai singoli insegnanti, bensì ai superiori organi preposti alla direzione di dette scuole, interpreti alla loro volta dei voti espressi dai tecnici del paese, siano dirigenti di industrie o liberi professionisti: penso quindi che la direzione degli insegnanti di materie industriali dal Convegno di Roma debba anche attribuirsi alla diffusa convinzione che, non precisata la questione fondamentale, il Convegno si riducesse ad una sterile accademia di opinioni personali.

Occorre dunque innanzitutto che venga data precisa risposta alla domanda: la scuola industriale deve dare una istruzione specifica, o una cultura tecnica generale? I fautori delle due tendenze hanno tutti argomenti ed obiezioni da vendere: ma poichè in generale obbediscono a due «forme mentali» difficilmente conciliabili, così non deve sperarsi che si possano accordare su un compromesso. Ne dipendono alcune importanti conseguenze:

1) Che, pur ammessa l'esistenza dei due tipi di scuola, si debba dare a ognuna di esse decisamente o l'uno o l'altro indirizzo.

2) Che deve essere ben diverso nei due casi il criterio di selezione degli allievi.

3) Che deve essere specialmente ben diverso il criterio di scelta e di sistemazione degli insegnanti.

Riguardo al primo punto, sono fautore convinto delle scuole di istruzione specifica, pur ammettendo che anch'esse non possano prescindere da un minimum di fondamenti teorici generali, ciò che non ha nulla a che vedere con la famigerata «cultura generale» che è la vera lue del nostro insegnamento professionale. Per quanto infatti sia difficile negare, in tesi astratta, l'importanza dei «saldi fondamentali teorici» la utilità di far vedere «il fondo delle cose» di obbligare l'allievo a «riflettere» più che ad apprendere, ci si può domandare se tale funzione non spetti più precisamente alle Scuole superiori (Politecnici) da cui debbono uscire i dirigenti anzichè a scuole che debbono produrre, di regola, dei subordinati. Chiunque sappia quanta somma di studi sia necessaria per stabilire pochi saldi fondamentali «capaci di portare qualsivoglia edificio» non può non essere scettico sulla efficacia degli insegnamenti teorici a scartamento ridotto.

Che se poi tale efficacia potesse dimostrarsi reale, che ci starebbero a fare i nostri Politecnici, e chi li vorrebbe più frequentare?

Secondo me, fu appunto attraverso ad una bizzarra mescolanza di idee e di funzioni che qualche scuola detta industriale ha potuto ridursi ad una vera «caricatura di Politecnico» generando così la curiosa pretesa nei suoi licenziati di assumere il titolo stesso di Ingegneri (ne è giunta testè una eco persino in Senato!) e riservando quindi ai Politecnici la nobile funzione di... creare i docenti ad uso delle Scuole industriali: sapiente ripartizione del fumo e dell'arrosto, come vedesi!

Occorre dunque separare e limitare scopi e funzioni. Precisati i criteri relativi ai tre punti suesposti, il miglior metodo di insegnamento ne verrà di conseguenza, attraverso la collettiva esperienza del corpo insegnante. Non so, per es., fino a che punto sia attuabile presso di noi il citato metodo americano, vale a dire la lettura in classe di un libro di testo con discussione collettiva (?) fra la scolaresca. Anche se attuabile, non vedo perchè sia preferibile, e perchè proprio per le Scuole industriali: o perchè invece non impegnare la osservazione degli scolari direttamente sui fenomeni e sui loro rapporti elementari, metodo più consono alle funzioni nient'affatto speculative dei futuri capitecnici?

Una discussione di tal natura potrebbe protrarsi all'infinito, con scarso risultato pratico; d'altronde ritengo che tale questione sia secondaria di fronte a quella veramente vitale, decisiva, che riguarda la scelta degli Insegnanti; e su questo punto che rappresenta a mio avviso il nocciolo del problema dell'insegnamento (professionale o non) mi sia qui concesso sostenere una tesi forse ardita, ma maturata attraverso una diretta osservazione di fatti.

Non v'è dubbio che gli insegnanti di materie industriali debbano riunire in sè delle qualità che raramente si trovano congiunte: temperamento di studiosi e attitudine didattica, senso pratico e spirito di iniziativa, contatto permanente con la realtà industriale, sensibilità ad

ogni innovazione, discernimento esatto di ciò che nella istruzione tecnica è sostanziale e perenne da ciò che vi è accessorio e mutevole. Questo complesso di doti che non si richiede in generale agli insegnanti di materie letterarie o puramente scientifiche e speculative, se da un lato deve rendere più accorta e rigorosa la scelta della persona, deve insieme dar luogo ad una sistemazione economica-disciplinare tutta particolare.

Scendiamo nella realtà, mettendo coraggiosamente il dito sulla piaga, e constatiamo che le migliori condizioni offerte in generale dall'industria o dalla professione privata tenderanno inesorabilmente a strappare i più capaci all'insegnamento, forse nel momento in cui vi avrebbero dato il massimo rendimento; chi vi rimarrà, probabilmente lo farà per un calcolo affatto estraneo all'amore del suo ufficio, e tenderà a dedicarvi una sempre minor frazione della sua attività mentale, protetto in ciò dal fatto che non gli si potrebbe inibire l'attività professionale, perchè ne verrebbero a decadere gran parte di quelle doti che abbiamo ritenuto essenziali per un insegnante di materie industriali.

La spinta a contemperare nella giusta misura le due attività non può venire all'interessato che da una condizione economico-giuridica che gli renda da un lato veramente desiderabile l'acquisto e la conservazione della cattedra, ma che in pari tempo, abolito ogni concetto di ruolo, carriera e simili, lo sottoponga all'alea della conferma periodica (triennale o quinquennale) secondo il giudizio di un competente Consiglio direttivo della Scuola, nel qual giudizio non dovrà trascurarsi quello anonimo della pubblica opinione e quello specifico dei tecnici d'industria. Queste condizioni di particolare favore e insieme di particolare rigore mi pare siano ben giustificate se, come afferma il Prof. Occhialini, dalle Scuole industriali dipende in gran parte l'avvenire delle industrie, e se è vero che il danno che vi si può produrre può essere grave ed irrimediabile!

Ritornando poi alla questione del metodo didattico, penso che trovati i buoni insegnanti se ne debba lasciare a ognuno d'essi la scelta attraverso la propria personale esperienza, in funzione della qualità numero, omogeneità della scolaresca, dei mezzi di cui la Scuola dispone, della psicologia locale, ecc. Nulla di più mutevole ed elastico dell'arte didattica, nulla di più esiziale all'insegnamento della pretesa di stabilirne a priori i metodi, secondo questo o quel criterio o moda dominante! Ripeto, il problema è di uomini e di mezzi, e una Scuola industriale non può che essere assai costosa: si allarghino pertanto i cordoni della borsa e non v'è dubbio che se ne avranno dei risultati mirabili....

Ing. ALESSANDRO MAGRINI.

* *

A proposito di lunghe campate.

Riceviamo:

Preg. Sig. Direttore,

Nella pubblicazione fatta sull'«Elettrotecnica», n. 7, del 5 marzo, relativa ad «Una campata di 900 m in una linea a 130.000 volt», l'Autore è incorso in una citazione errata, che conviene rilevare per regolarità, sebbene sia cosa di poca importanza.

Al n. 1 del suo articolo, l'egregio Ing. Renzo Norsa, citando l'attraversamento del Po a Casalmaggiore, della Società Emiliana, dice che esso si effettua con una sola campata di 782 m. Effettivamente invece la lunghezza della campata unica è di 814 metri, come posso assicurare avendo io personalmente atteso a quei lavori.

Coll'intento poi di fare cosa grata a qualche lettore della Rivista, cui possono interessare, riporto i dati seguenti, che credo furono mai pubblicati, della campata in parola.

Corda acciaio da 180 kg alla rottura:

| | | |
|---|-------|-------------------|
| Diametro esterno | 13 | mm |
| Sezione | 101 | » |
| Per p. m. l. | 0.86 | kg |
| Tensione orizzontale mass. per corda | 3.700 | » |
| Freccia massima calcolata | 37.90 | m |
| Altezza totale stilata destra | 55.70 | » |
| » » » sinistra | 57.20 | » |
| Carico unitario sul terreno di fondazione | 2900 | kg/m ² |

Ringrazio il Signor Direttore della ospitalità concessami e presento i miei ossequi.

Dev. G. F. CIVALLERI.

L'elenco dei Soci vitalizi o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.

LA NOSTRA INDUSTRIA

In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali.

L'anticipo automatico dell'accensione nei moderni motori d'automobile.

La Fabbrica Italiana Magneti Marelli ci comunica la seguente nota dovuta all'Ingegnere capo della sua «Sala prove speciali» destinata a chiarire in modo del tutto oggettivo la questione dell'anticipo automatico dell'accensione o dell'anticipo comandato a mano, la quale ha sempre destato grande interesse e discussioni tra i tecnici costruttori del motore a scoppio e quelli che lo adoperano.

Da anni, case importantissime costruttrici di motori, adottano ininterrottamente l'anticipo automatico, mentre altri tecnici seriissimi ne negano l'applicazione.

È noto che per ottenere da un motore d'automobile il massimo rendimento alle diverse velocità, è necessario far avvenire l'accensione nell'istante corrispondente alla posizione del pistone teoricamente più conveniente in relazione al numero dei giri del motore, ed alla quantità di gas immessa nel cilindro. Per dare un'idea dell'importanza che può avere la regolazione esatta dell'anticipo dell'accen-

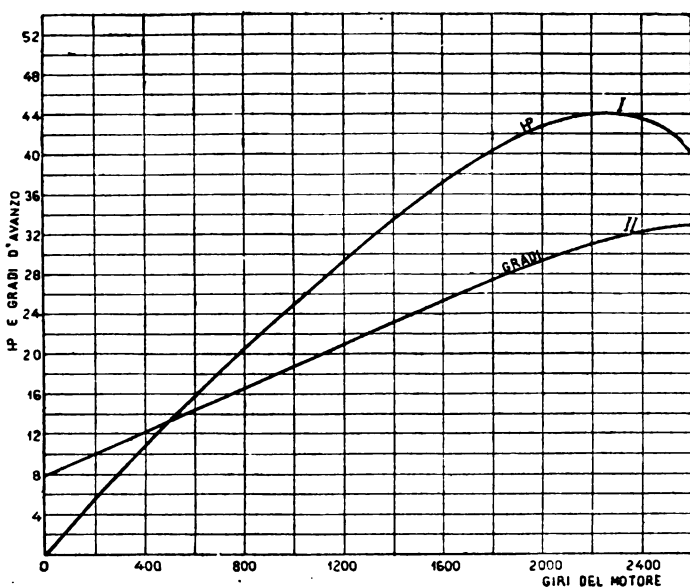


Fig. 1.

sione, nella figura 1) diamo i diagrammi di potenza e di anticipo d'accensione rilevati al freno su un moderno motore d'automobile.

Da essi appare che il motore dà la massima potenza a circa 2400 giri e richiede in corrispondenza un anticipo d'accensione di circa 30°.

A 1500 giri la potenza si riduce al 75 % e richiede in proporzione un anticipo minore, ossia 24°. È questa del resto una nozione che empiricamente è alla portata di tutti i conduttori di automobili, giacché essi sanno bene che aumentando il numero dei giri è necessario aumentare l'anticipo all'accensione. Però il problema in realtà è assai più complicato, giacché entrano in gioco anche altri elementi dipendenti dal funzionamento stesso del motore, che influiscono in vario modo su questo principio.

Condizione fondamentale dell'accensione nel motore a scoppio è che nell'istante in cui scocca la scintilla nella candela, l'accensione si propaghi rapidissimamente dal punto di origine. Perciò i motori con piccolo volume di camera di scoppio (motori con camera semisferica a candela nel centro) sono quelli che lavorano in condizioni più favorevoli: infatti tale disposizione conduce al sistema di valvole in testa e si comprende perché a tale sistema vadano sempre più orientandosi i moderni motori d'automobili.

Sempre in base al principio di facilitare la propagazione dell'accensione, si comprende anche come abbia influenza la diversa posizione delle candele: ad esempio si trova che in un normale motore (vedi figura 2) il porre le candele nella posizione A piuttosto che nella posizione B, porta la necessità di un anticipo maggiore di circa 10°. Lo stesso motore a testa di cilindro semisferica necessita di soli 25° + 30° di anticipo massimo, contro 45° nel caso della testa a martello con valvole ai lati.

Così ha assai importanza il porre le candele in vicinanza delle valvole di scarico piuttosto che di quelle di ammissione, giacché nel primo caso si richiede un anticipo di accensione di circa il 10 % maggiore, quindi con minor rendimento del motore.

Tempo addietro si tentò di ottenere un'accensione più ampia e quindi un maggior rendimento con l'adozione della «doppia accensione».

Ma ben presto si trovò che il vantaggio ottenuto era illusorio giacché la serie di candele posta lontano dalle valvole d'ammissione funzionava in condizioni migliori se si dava alla loro accensione un anticipo maggiore di quello dell'altra serie; ciò che naturalmente non è possibile fare con la doppia accensione mediante unico magnete.

Ciò spiega la ragione per cui la doppia accensione, dopo aver avuto un effimero periodo di fortuna, è ben presto tramontata, e spiega anche perché nel motore d'aviazione e nei motori speciali da corsa, in cui si montano due magneti, quello che alimenta la serie di candele posta più lontana delle valvole di ammissione, abbia un anticipo di circa 8° maggiore dell'altro.

Accenniamo brevemente ai vari modi di regolazione dell'accensione, senza per altro addentrarci nei particolari, unicamente per dimostrare l'importanza che assume l'adozione di un sistema di regolazione razionale.

I sistemi di regolazione dell'anticipo, comunemente in uso, si possono ridurre a quattro: — ad anticipo fisso; — ad anticipo variabile a mano; — ad anticipo automatico variabile; — ad anticipo variabile combinato automatico e a mano.

Anticipo fisso.

Questo sistema, che è certamente il più semplice, provoca l'accensione in un istante corrispondente ad una posizione fissa del pistone. Ciò fa sì che il motore non raggiunga effettivamente il suo maggiore rendimento, ma tuttavia evita, coll'opportuna scelta dell'istante di accensione, che anche a piena ammissione di gas e a basso regime di giri (ad esempio in salita in presa diretta) il motore «batta in testa». Questo sistema di anticipo viene comunemente usato su piccoli motori fino a 65 mm di alesaggio, quindi con piccolo volume di miscela compressa.

Anticipo variabile a mano.

In questo caso la variazione di anticipo dipende dal conduttore dell'automobile, il quale regola l'accensione a suo criterio, in modo che il motore possa dare il suo massimo rendimento nelle migliori condizioni di funzionamento. È evidente che il conduttore deve avere una buona pratica per poter stabilire se il motore lavora nelle migliori condizioni con l'anticipo datogli. Le conseguenze di un errato anticipo possono essere varie, in base alle considerazioni svolte precedentemente.

Generalmente si rileva che i conduttori inesperti tendono a dare un anticipo di accensione troppo limitato, il che porta ad un eccessivo riscaldamento del motore ed in conseguenza surriscaldamento e deformazione delle valvole e, ciò che è ancor peggio, riscaldamento delle sedi delle valvole.

Per un conduttore d'auto-carro è da escludersi assolutamente che possa regolare esattamente l'anticipo in modo esatto, poichè causa il rumore dell'auto-carro stesso non può udire se il motore «batte».

Si comprende perciò come sia stata cura dei costruttori di motori d'automobili di trovare una soluzione migliore per la regolazione conveniente dell'anticipo e come di conseguenza sia sorto l'anticipo automatico.

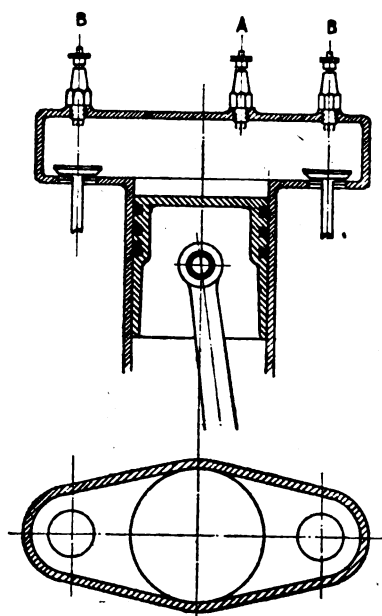


Fig. 2.

Anticipo automatico.

Lo sforzo di tutti i progettisti di motori d'automobili è sempre stato volto a rendere più semplice possibile la costruzione e l'uso del motore.

Si comprende perciò come in Italia e all'estero si sia pensato all'introduzione dell'anticipo automatico, il quale agisce indipendentemente dall'attenzione o dalla perizia del conduttore, e nello stesso

tempo assicura al motore il suo massimo rendimento ai vari regimi di velocità.

Tutti gli anticipi automatici finora introdotti nella pratica, lavorano sul principio della forza centrifuga azionante masse rotanti che si spostano diversamente a seconda delle varie velocità, variando la calettatura dell'asse del magnete rispetto all'albero di comando, e così anticipando la fase tra magnete e motore.

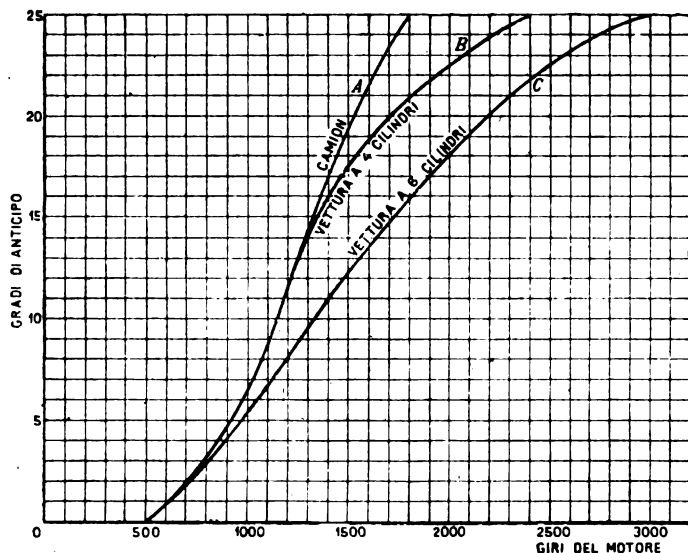


Fig. 3.

Le curve A, B, C, della figura 3, mostrano lo spostamento di accensione dovuto all'anticipo automatico in funzione della velocità, relativa ai diversi tipi di autoveicoli.

La curva A è relativa ai motori funzionanti a basse velocità (autocarri) che abbiano un grandissimo alesaggio e richiedano in conseguenza un forte anticipo di accensione a basso regime di giri.

Le due curve B e C sono riportate più che altro per dimostrare come sia possibile adattarsi con l'anticipo automatico alle varie esigenze dei vari motori.

In tal modo, scegliendo opportunamente l'anticipo, è possibile ottenere sempre l'accensione nell'istante voluto e corrispondente al numero di giri del motore, evitando tutti gli inconvenienti per errata accensione ai quali abbiamo accennato più indietro.

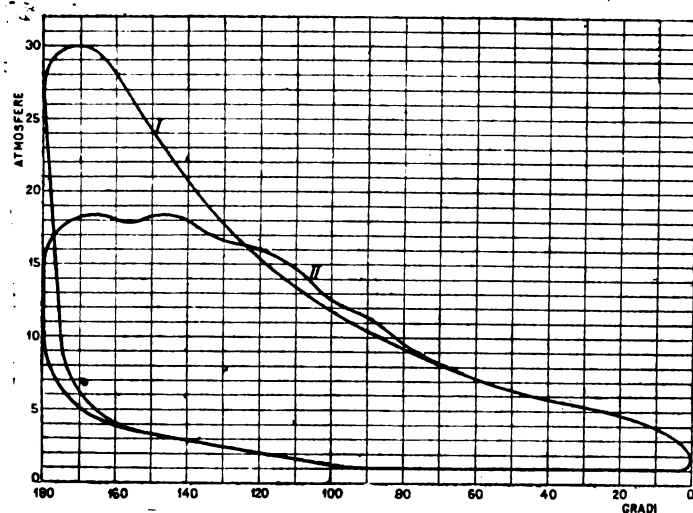


Fig. 4.

Nella figura 4 il diagramma 1° riproduce il ciclo dovuto ad una accensione avvenuta al momento opportuno, mentre il diagramma 2° mostra il ciclo dello stesso motore nelle stesse condizioni, ma con accensione ritardata. Dall'esame dei due diagrammi è evidente l'energia perduta nella seconda ipotesi, e dimostra quindi evidente il vantaggio dell'anticipo automatico che elimina sicuramente tali inconvenienti.

Bisogna però ammettere che anche l'anticipo automatico non è in grado di seguire sempre le diverse esigenze del motore in modo di ottenere sempre il massimo rendimento. Ad esempio il motore a piena ammissione necessita dell'anticipo mostrato dalla curva seconda nella figura 1; invece a metà carico e quindi minore ammissione, ma uguale numero di giri, ha bisogno di un anticipo maggiore.

Viceversa, poiché come si è detto, l'anticipo automatico agisce solamente in dipendenza delle variazioni di velocità, l'anticipo dell'accensione rimane sempre costante per un dato numero di giri. Poiché a piena ammissione un'accensione troppo anticipata fa battere in testa il motore ad evitare ciò si studia la curva di anticipo prendendo come base la potenza massima del motore. Quindi il motore con

anticipo automatico quando non lavora a piena ammissione non dà tutta la potenza che darebbe se l'accensione fosse regolata esattamente.

La differenza però è tanto minima da essere rilevabile solo con accurate prove al freno e perciò in pratica può essere facilmente trascurata. Qualche cosa di simile avviene per l'anticipo automatico in relazione ai diversi combustibili usati poichè, come è noto, ogni diverso combustibile richiede un grado d'anticipo diverso, ciò che non è possibile ottenere con l'anticipo automatico, se non spostando il giunto di accoppiamento, il che può essere fatto solo da meccanici esperti.

Anche in questo caso però si ha una differenza di rendimento che si può facilmente trascurare.

In conclusione si può dire che l'anticipo automatico non è invero l'apparecchio ideale, ma esso va acquistando di giorno in giorno il favore dei costruttori d'automobile, giacchè i suoi vantaggi sono di gran lunga superiori ai suoi innegabili difetti.

Anticipo variabile combinato automatico ed a mano.

Questa condizione è quella che soddisfa meglio ogni esigenza tecnica perchè mentre da un lato l'anticipo automatico dell'accensione segue con una legge fissa la velocità del motore con i vantaggi già spiegati, dall'altro con l'anticipo a mano è possibile ancora di correggere il punto di accensione e di adattare l'andamento dell'anticipo automatico alle diverse esigenze del motore.

Inoltre il sistema misto di anticipo automatico ed a mano risolve pienamente il caso dell'accensione dei motori a 6 cilindri a velocità non eccessivamente elevate che sinora ha dato delle difficoltà, dato il rapporto di velocità tra motore e magnete, che richiede per questo ultimo un grado d'anticipo elevatissimo, ottenibile solo altrimenti con ripieghi delicati e costosi.

Vi sono anche degli inconvenienti nel sistema misto, dato che per i profani l'uso malfatto dell'anticipo a mano può significare deterioramento del motore, ma i vantaggi d'altra parte ne bilanciano di gran lunga i difetti.

I diversi argomenti dimostrano che l'applicazione dell'anticipo automatico ai motori a scoppio è cosa utile sotto ogni rapporto, e che, grazie ad esso, l'uso dell'automobile è assai facilitato, portando un benefico vantaggio sia sul consumo del combustibile, sia sulla durata del motore.

Ciò è condizione tanto più necessaria in questi tempi nei quali gli sforzi sono concentrati per rendere l'automobile un mezzo popolare di trasporto e che deve essere alla portata di tutti.

:: SUNTI E SOMMARI ::

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI

W. STUMPNER -- Lo sviluppo dei contatori. (Siemens Zeitschrift, febbraio e marzo 1923, pagg. 59 e 132).

L'A. divide i contatori in 3 categorie principali: elettrolitici, elettromeccanici ed a motore e ne esamina brevemente la evoluzione nel tempo.

Dei contatori elettrolitici (amperometri o wattometri sotto tensione costante) ricorda il primitivo tipo Edison (1881) nel quale la variazione di peso degli elettrodi veniva ingegnosamente sfruttata ad azionare un meccanismo integratore (fig. 1); nel tipo successivo

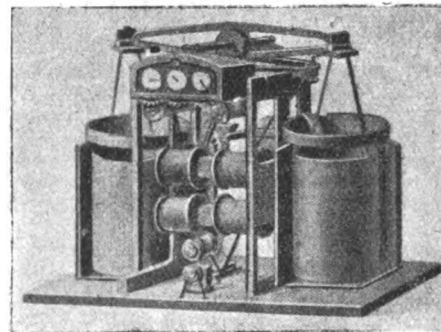


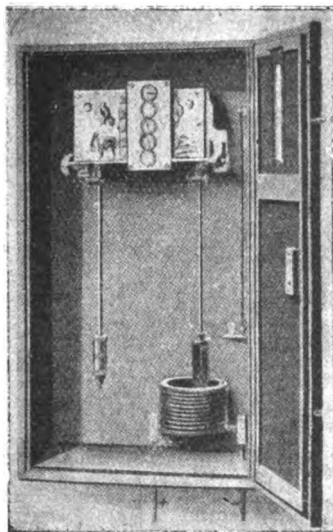
Fig. 1.

(1884), onde semplificare la costruzione che riusciva assai complessa, si abolì il sistema integratore e le variazioni di peso degli elettrodi venivano semplicemente constatate a mezzo di bilancie ordinarie.

In Inghilterra ebbe qualche impiego il contatore Bastian a gas tonante, ed in Germania il Wright, nel quale la corrente operava la decomposizione di joduro di mercurio e potassio: ed era precisamente la quantità di mercurio raccolta in apposita provetta graduata che dava la misura della quantità di elettricità passata.

Il primo tipo di contatore elettromeccanico introdotto nella pratica fu il tipo Aron il cui principio fu enunciato da Ayrton e Perry nel 1881, e nel quale si sfruttano, com'è noto, le variazioni di periodo di

oscillazione che subisce un pendolo costituito con materiale magnetico, immerso in un campo magnetico opportunamente diretto, e di intensità variabile: la fig. 2a mostra il primitivo tipo amperometro, in cui sono visibili la bobina amperometrica ed i due pendoli, uno dei quali (quello di sinistra) serve a battere il tempo: il meccanismo integratore vien azionato a mezzo di un sistema planetario, in quanto tra i due pendoli si manifesti una differenza nel periodo di oscilla-



F g. 2 a)

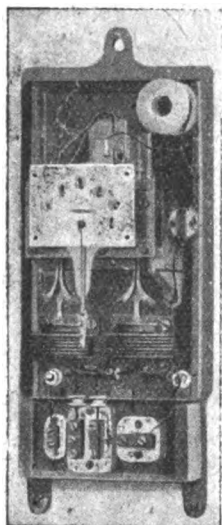


Fig. 2 b).

zione. E' noto pure come il tipo descritto possa venir trasformato in wattorometro costituendo la lente del pendolo con una bobina di tensione; e come, per eliminare gli effetti di eventuali sregolazioni convenga formare i due pendoli in modo identico (fig. 2 b) e di invertirne periodicamente la funzione a mezzo di apposito movimento di orologeria.

Altro tipo di contatore elettromeccanico perfezionato poi da Raps è quello cosiddetto a sciabola, dalla forma caratteristica che assumeva l'organo principale, costituito da una specie di leva messa in oscillazione da un movimento di orologeria: il movimento della leva stessa veniva limitato dall'indice di un apparecchio indicatore (amperometro o wattmetro) e le successive escursioni venivano poi ad essere sommate in apposito apparecchio integratore.

A proposito dei contatori a motore, l'A. fa una ulteriore suddivisione in: contatori a magnete, a mercurio, elettrodinamici e ad induzione.

Del tipo a magnete il più antico è quello dovuto ad O' Keenan (figura 3) nel quale, agendo come azione frenante il solo attrito, il complesso veniva energicamente sollecitato specie nei riguardi mec-

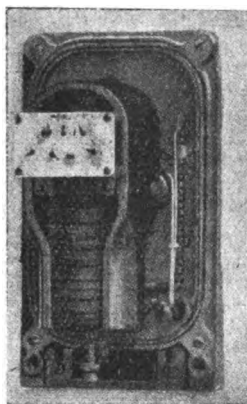


Fig. 3.

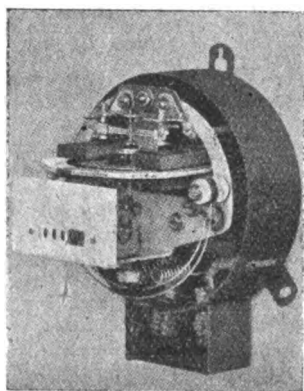


Fig. 4.

canici in vista delle notevoli velocità raggiunte: successivamente la Casa Schuckert adottò un indotto a disco (fig. 4), posto tra le espansioni di energici magneti in acciaio, allo scopo di aumentare il momento motore e di diminuire la velocità.

Il tipo a mercurio, che ebbe una certa diffusione solo in Inghilterra, si fonda sul fatto che (Ferranti, 1881) se il mercurio contenuto in un recipiente immerso in un forte campo magnetico si fa attraversare da una corrente opportunamente diretta, il mercurio stesso assume un moto di rotazione che può essere sfruttato a trascinare una campana in esso immersa e ad azionare quindi il meccanismo integratore.

Più importanti dei precedenti sono i contatori elettrodinamici, il cui primo tipo (amperometro) risale al 1881 (Edison); qui si manifesta la necessità di una coppia frenante crescente col quadrato del numero dei giri (frenamento con palette muovendosi in aria od olio) affinché il numero dei giri stesso riesca proporzionale alla intensità della corrente.

Nel 1884 W. v. Siemens costruì il primo tipo di wattorometro elettrodinamico (fig. 5) con bobine fisse di corrente e con armatura mobile di tensione. In questo primo tipo il complesso, alla parte

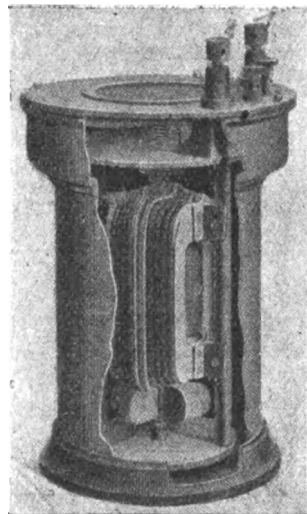


Fig. 5.

ruotante del quale erano fissate delle palette di frenamento, era immerso in recipiente pieno d'olio, talché il momento frenante riusciva ancora proporzionale al quadrato del numero dei giri.

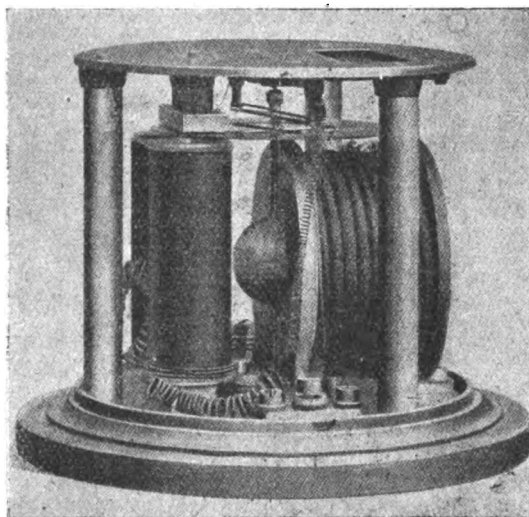


Fig. 6.

Spetta a Deprez il merito di aver indicato la possibilità di conseguire una coppia frenante proporzionale alla velocità mediante l'im-

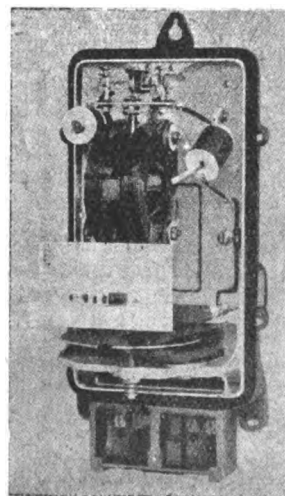


Fig. 7.

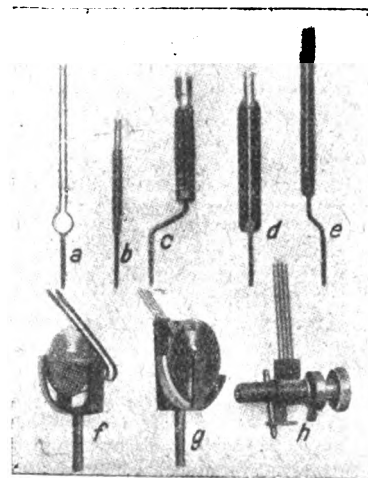


Fig. 8.

piego di dischi metallici ruotanti fra le espansioni di magneti permanenti: la fig. 6 mostra appunto il primo tipo di contatore wattorometro elettrodinamometrico con freno elettromagnetico, messo in

M' portante la preparazione (carta o pellicola) sensibile e marcante in sincronismo col tamburo dell'apparecchio trasmettente. Poichè lo specchio dell'oscillografo ed il diaframma disposto davanti al tamburo portante la preparazione sensibile, sono coniugati rispetto alla lente *L*. È evidente che, qualunque sia la deviazione subita dal primo, l'immagine luminosa si forma sempre in corrispondenza del secondo: se nonchè, per la presenza dello schermo a tinta digradata accoppiato alla lente, l'immagine stessa è più o meno luminosa, e quindi produce una immagine fotografica più o meno intensa a seconda dell'ampiezza e del senso della deviazione subita dall'equipaggio mobile dell'oscillografo.

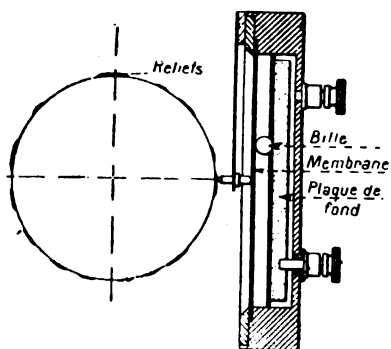


Fig. 1.

Un complesso simile a quello descritto completato, s'intende, da opportuni dispositivi di sincronizzazione, non si presterebbe ovviamente che alla trasmissione su linee metalliche continue (telegrafiche); per la trasmissione sulle lunghe linee telefoniche nelle quali si deve di necessità abbandonare la continuità metallica, l'inventore ha modificato, fermi restandone i concetti base, l'apparecchio primitivo, alimentandone il microfono anzichè con una tensione continua, con una tensione di frequenza telefonica: si è così pervenuti all'apparecchio più recente rappresentato schematicamente in fig. 3; si

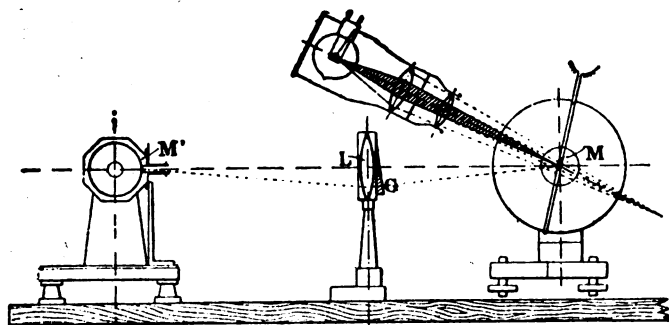


Fig. 2.

tratta in sostanza di un vibratore *V* il quale eccita un circuito oscillante formato dal primario del trasformatore *T*₁ e dai condensatori *C*₁ e *C*₂: sul secondario di *T*₁ è inserito un microfono a bassa resistenza, sul quale agisce ancora l'immagine fotografica in rilievo. Le correnti di ampiezza variabile così ottenute vengono poi, attraverso il trasformatore *T*₂, trasmesse alla linea.

L'apparecchio sincronizzatore che il Belin ha adottato per la trasmissione a grande distanza sulle linee telefoniche è schematicamente

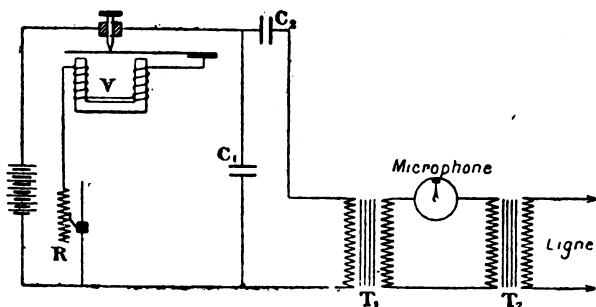


Fig. 3.

rappresentato, per il complesso ricevente, in fig. 4. Ciascun posto è munito di un apparecchio che batte il tempo (cronometro di marina o regolatore astronomico a contatto elettrico), *P*: esso non agisce però sul cilindro di ricezione direttamente, ma bensì attraverso un complesso il quale permette di fare la sincronizzazione preliminare dell'apparecchio. La necessità di questo organo supplementare va ricercata nel fatto che al cronometro vien affidato il solo compito di assicurare la perfetta regolarità del movimento, mentre nel nostro caso è condizione essenziale per il regolare funzionamento dell'apparecchio, che i cilindri ruotino in esatta concordanza di fase; è perciò necessario che, ad ogni giro, i cilindri stessi partano esattamente nello stesso istante. Il posto trasmettente, all'inizio di ogni giro

(corrispondentemente cioè ad un battito del suo regolatore ed alla liberazione del cilindro) emette un segnale, il quale vien ricevuto, a mezzo del telefono, dall'operatore addetto alla stazione ricevente; d'altra parte, ogni volta che i due contatti disposti l'uno sulla corona ruotante *M* isocronizzata dal cronometro *P*, l'altro sulla corona mobile dentata *C*, si incontrano, l'operatore stesso ode ancora un segnale; e sono precisamente i due contatti stessi che, al loro incontro liberano, ad ogni giro, il cilindro di ricezione. Per la sincronizzazione preliminare l'operatore non ha allora che girare, a mezzo dell'apposita vite senza fine, la corona esterna *C*, sino a quando non oda contemporaneamente il segnale emesso dalla stazione trasmettente e quello generato dal proprio apparecchio.

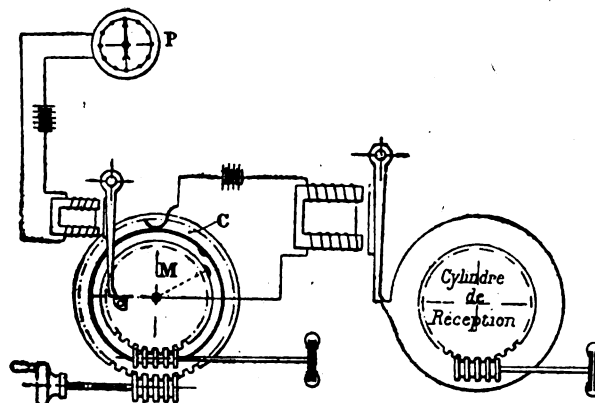


Fig. 4.

L'inventore, allo scopo di conservare il segreto nelle comunicazioni, ha anche munito il complesso di un dispositivo criptotelegrafico. Ciascun posto ha un certo numero di dischi, ruotanti solidalmente e spostabili l'uno relativamente all'altro, ciascuno dei quali ha un incavo alla periferia; a ciascun disco corrisponde una leva che comanda un circuito elettrico: i cilindri ricevitori e trasmettitori sono arrestati o liberati, a ciascun giro, allorché una leva incontra il corrispondente incavo. È ovvio allora che condizione necessaria affinché l'immagine ricevuta sia identica all'originale, è che, oltre che eguale la velocità dei cilindri, sia identica anche la posizione relativa dei dischi. S'intende che ciascuna combinazione di incavi corrisponde ad un numero, il quale vien comunicato alla stazione ricevente all'inizio della trasmissione.

Il sistema Belin è stato con successo applicato anche alla radiotelegrafia: nel 1921 sono state effettuate trasmissioni di documenti tra la Francia e l'America.

Il tempo necessario alla trasmissione, può ritenersi di 5' per una superficie di 150 × 100 mm.

Nell'esperimento che, come si è detto, tenterà prossimamente l'Amministrazione delle Poste e Telegrafi Francese, i documenti dovranno essere scritti dal mittente con un inchiostro speciale su appositi moduli. Su questi verrà subito dopo gettata della gomma lacca in polvere, la quale aderisce allo scritto. Basterà allora, prima della trasmissione, riscaldare leggermente il foglio, perchè la gomma lacca, fondendo, delinea in rilievo il tracciato del documento e questo divenga così atto ad azionare il microfono. All'arrivo i documenti saranno rimessi al destinatario sotto forma di prova fotografica.

La tariffa sarà di 20 Fr. per una superficie di 95 × 135 mm., e di 10 Fr. per una superficie metà.

f. n.

*

TRAZIONE E PROPULSIONE.

G. E. LUKE — Temperature limiti dei motori elettrici per trazione e loro determinazione. (E. R. J., 19 agosto 1922, pag. 255).

L'articolo si riferisce ai dati relativi alla durata dell'isolamento nei motori elettrici, e particolarmente a quei dati che si riferiscono al riscaldamento del motore nei sovraccarichi, e al modo di misurare le temperature relative.

I motori elettrici, in genere, ma particolarmente quelli per trazione, devono poter sopportare forti sovraccarichi, sia perchè l'equipaggiamento viene usato talvolta solo in parte, sia perchè sono utilizzati anche per spazzare la neve, per trainare vetture fuori servizio, o coi freni quasi inceppati.

I danni che da ciò derivano consistono nell'eccessivo riscaldamento del materiale isolante e nel conseguente suo deterioramento progressivo, visibile a volte soltanto dopo settimane o mesi.

I motori, dal punto di vista dell'isolamento possono dividersi in due gruppi: il primo comprende quelli provvisti d'isolamento combustibile, quale cotone impregnato, carta e simili; il secondo quello con isolamento incombustibile, quale mica, amianto, usati particolarmente nei motori per trazione pesante, presentanti avvolgimenti di filo piatto.

L'isolamento del primo gruppo si deteriora anche, col tempo, a temperatura ordinaria e si ritiene generalmente che 105° C sia la temperatura massima sopportabile in lavoro continuo. Per motori di trazione, sottoposti alla ventilazione dovuta al movimento, si può ar-

rivare, senza incorrere in guasti, fino ad una temperatura di riscaldamento fra 115°C e 125°C . Usando gomme e vernici speciali, atte ad impedire l'ossidazione e la bruciatura del cotone, carta o simile, si potrebbero raggiungere anche temperature alquanto superiori. La durata dell'isolamento dipende anche dal tempo durante il quale esso rimane sottoposto a determinati riscaldamenti. Infatti un motore provato a un carico del 150 al 300 % per periodi da cinque a trenta minuti, così da raggiungere una temperatura massima interna di 150°C , non rivelò alcun guasto nell'isolamento, per quanto al termine della

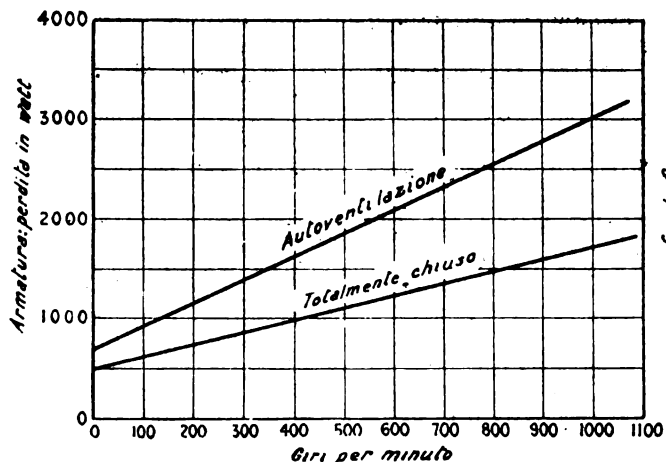


Fig. 1. — Relazione fra le perdite in Watt e i giri per una temperatura costante di 60°C , in un motore di 65 HP.

prova fumasse intensamente. È molto probabile però che una seconda prova di questo genere non sarebbe stata superata con gli stessi risultati.

L'isolamento del secondo gruppo può raggiungere i 150°C e più: ma in questo caso il limite è dato piuttosto dalle saldature normali che a 180°C fondono; solo con saldature di zinco si può arrivare a 230°C .

In alcuni casi si hanno motori con isolamento misto che presentano la stessa resistenza al riscaldamento di quelli isolati con solo materiale incombustibile: ciò per il fatto che l'isolamento di cotone o carta viene usato solo in quelle parti esterne, che non raggiungono alte temperature.

I motori di trazione devono essere costruiti in modo da poter sopportare un carico massimo continuo, e in questo caso il calore sviluppato deve eliminarsi continuamente, e da sopportare sovraccarichi, nel qual caso il calore deve essere assorbito dal motore senza danneggiare gli avvolgimenti, cioè passare dal rame al nucleo di ferro attraverso l'isolamento.

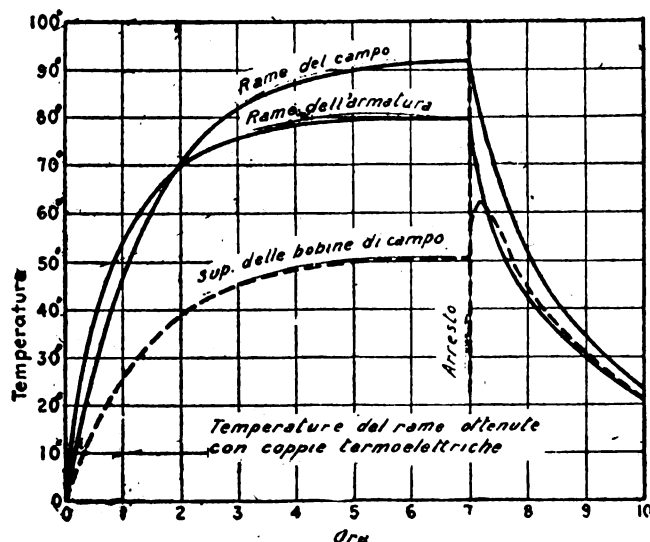


Fig. 3. — Curve di un motore 50 HP con autoventilazione a funzionamento continuo.

Un isolamento ordinario presenta al passaggio del calore una resistenza 3000 volte maggiore di quella del rame; ciò equivale a dire che per il passaggio di 1 watt attraverso una superficie di cm^2 6.45 e dello spessore di mm $1\frac{1}{2}$, si avrà una caduta di temperatura di 20°C , la quale dipende soltanto dal passaggio di calore e dallo spessore dell'isolamento ma non dalla ventilazione.

La sottrazione di calore dal rame e ferro viene effettuata dall'aria circolante nei canali di ventilazione e il salto di temperatura fra le superfici da raffreddare e l'aria è funzione della temperatura di questa, della velocità relativa fra aria e superficie da raffreddare e del numero di watt per cm^2 di superficie che devono essere dissipati.

Per migliorare le condizioni di raffreddamento si adottò la venti-

lazione artificiale, assai opportuna per il fatto che assorbe solo il 5 % delle perdite totali, assicurando una diminuzione di temperatura interna del 13 % (prove su un motore da 50 HP). Il beneficio che si ottiene con l'autoventilazione è grosso modo proporzionale alla velocità periferica del ventilatore.

Nel caso che la sottrazione energica di calore sia necessaria anche per motori la cui armatura va ad una velocità relativamente bassa (motori per trazione pesante) occorrerà provvedere ad un ventilatore indipendente a velocità costante.

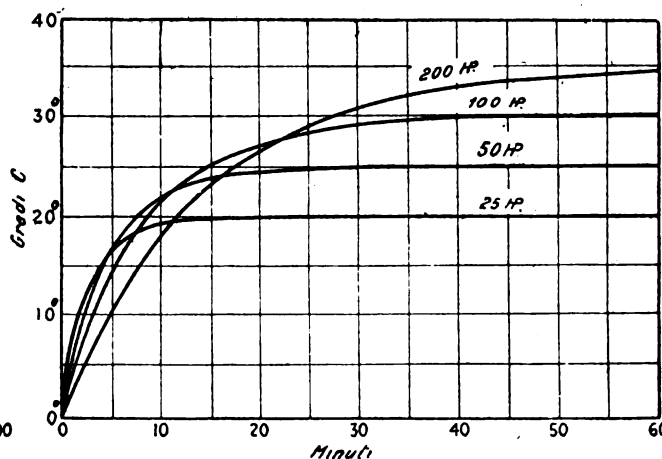


Fig. 2. — Fattore di correzione per ottenere i massimi di temperatura a regime normale per diversi motori.

Le figure rappresentano rispettivamente:

Fig. 1 le curve di un motore di trazione di 65 HP, indicanti la relazione fra le perdite nell'armatura e la velocità sulla base di circa 65°C .

Fig. 2. Il fattore di correzione dei massimi di temperatura a regime nominale per motori di diverse potenze.

Fig. 3. Curve approssimative di riscaldamento e raffreddamento di un motore di trazione da 50 HP con autoventilazione a funzionamento continuo, ottenute con coppie termoelettriche (linee piene) e con termometro e termocoppie (linee punteggiate).

Fig. 4. Curve corrispondenti a quelle della fig. 3 per il funzionamento di un'ora dello stesso motore.

Nelle prove dei motori sul banco si hanno in generale dei riscaldamenti superiori che durante il servizio, dovuti alla mancanza del movimento della vettura. Per una velocità media di circa 16 km all'ora si trovò una temperatura inferiore del 15 al 20 % a quella trovata sul banco di prova. In motori con auto-ventilazione il calore ceduto dall'armatura è del 25 al 65 % delle perdite totali e dipende dalla ve-

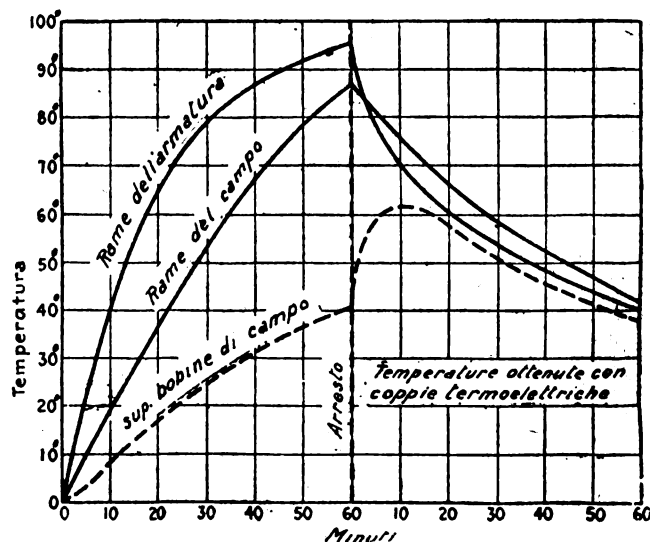


Fig. 4. — Curve di un motore 50 HP con autoventilazione per 1 ora di funzionamento.

locità del motore a funzionamento continuo, cosicché per un motore su una vettura che a 16 km all'ora la temperatura viene ridotta approssimativamente dal 5 al 15 %.

In un motore a funzionamento continuo il raffreddamento avviene in parte per irradiazione e convezione dal telaio in ferro, in parte per effetto dell'aria che passa attraverso il motore, mentre parte di esso viene assorbito dal motore stesso. In un piccolo motore non ventilato si riscontrò che più dell'85 per cento delle perdite vennero assorbite dal motore stesso, mentre con motori ben ventilati questo assorbimento è solo del 60 %, un 30 % essendo asportato dall'aria. Da ciò si deduce che la ventilazione ha una notevole importanza e che la prova di un'ora di funzionamento con sovraccarico non permette di

farsi una esatta idea della capacità di immagazzinamento di calore da parte del motore.

Il limite dei sovraccarichi è segnato dal considerevole aumento della temperatura nel rame, e particolarmente nel rame della armatura che non può raffreddarsi dato il suo isolamento termico rispetto alle masse di ferro circostanti. Una perdita di 5 watt per 450 grammi circa di rame aumenta la temperatura di questo di 100° C in un'ora, ammesso che detta perdita venga totalmente assorbita. A regime nominale le perdite dell'armatura variano da 5 a 50 watt per 450 grammi di rame a seconda delle dimensioni dei motori, da ciò si deduce che la percentuale di perdita che deve essere sottratta all'armatura dal ferro o dall'aria va dal 66 al 90 %, il che richiede una sufficiente differenza di temperatura fra il nucleo di ferro e l'avvolgimento.

Data tale differenza di temperatura è possibile in base alla temperatura del ferro, e con l'aiuto di un fattore di correzione, proporzionale alla quantità di calore che passa attraverso l'isolamento, allo spessore di questo, alla condizione e durata del sovraccarico, determinare la temperatura interna dell'avvolgimento.

La fig. 2 rappresenta curve ottenute per diversi motori, con questo metodo.

Per altri carichi questo fattore varia approssimativamente col quadrato della corrente, il che mostra chiaramente la piccola capacità termica del rame dell'armatura nei piccoli motori.

Durante le prove, la misura delle temperature viene generalmente fatta a mezzo di coppie-termoelettriche che vengono introdotte fra le spire del motore nei punti voluti e la lettura può essere fatta quando esse siano montate sulla parte fissa, anche durante il funzionamento. Nel caso che la lettura debba essere fatta sull'armatura rotante è necessario disporre di collettori o spazzole apposite.

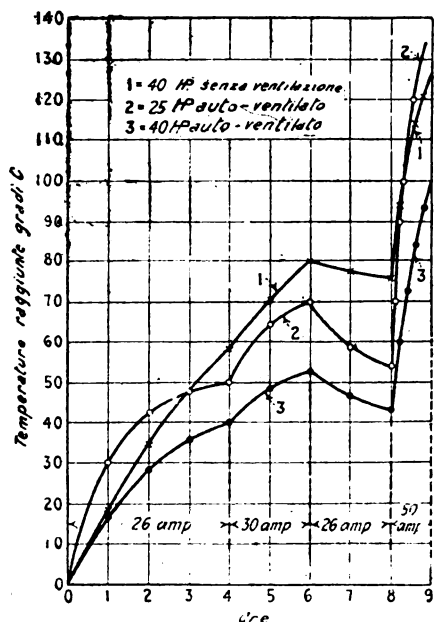


Fig. 5. — Temperatura nel rame in tre motori di trazione

La temperatura media delle spire può anche essere ottenuta sul banco di prova col metodo delle resistenze, che essendo generalmente piccole in un motore in serie, possono essere lette con l'aiuto di un doppio ponte di Kelvin.

La determinazione delle temperature durante il servizio dei motori è assai più difficile ma può ugualmente essere ottenuta coi metodi sopra indicati.

I vecchi tipi di motori per trazione erano senza ventilazione e marciavano a bassa velocità; erano cioè atti a sopportare grandi carichi, ma per breve durata. Oggi invece i motori devono essere leggeri e a buon mercato, il che richiede una energica autoventilazione. In pratica il grado di ventilazione economicamente raggiungibile è limitato dal fatto che la necessità di far fronte a sovraccarichi intensi e brevi richiede una sufficiente quantità di ferro e di rame per assorbire le perdite sovrabbondanti. In ogni modo però, come appare chiaramente dalla figura 5, che rappresenta le curve relative a tre motori rispettivamente di 40 HP - 860 kg senza ventilazione; 25 HP - 453 kg con autoventilazione; e 40 HP - 860 kg con autoventilazione, e prescindendo dalla presenza di sovraccarichi eccessivi, con un motore di 453 kg munito di autoventilazione si può ottenere lo stesso lavoro che con un motore da 860 kg senza ventilazione.

a. r.

VARIE.

P. RAZOVS — Le distribuzioni rurali di elettricità in Francia. (Génie Civil, N. 23 del 9 giugno 1923, pag. 552).

Lo Stato Francese, allo scopo di diffondere anche nelle campagne l'uso delle energia elettrica, interviene, con la propria legislazione, in doppio modo:

In primo luogo, presso i produttori od eventualmente presso i distributori (legge del 15 luglio 1922), riservandosi il diritto di obbli-

garli a costituire speciali organismi collettivi, ai quali (sotto la direzione ed eventualmente il concorso finanziario dello Stato stesso) sia riservato il compito di costruire ed esercire linee di trasporto ad alta tensione fra le centrali produttrici e le sottostazioni serventi di base alle reti di distribuzione. Stabilisce inoltre per gli esercenti centrali costruite o da costruirsi sotto il nuovo regime, l'obbligo di prevedere per i bisogni agricoli, una riserva di energia da cedere a prezzo nettamente inferiore a quello corrente. Ancora, il progetto di bilancio per il 1923, prevede delle sovvenzioni, fino alla concorrenza di 35 milioni e mezzo di franchi, da concedersi dal Ministero dei Lavori Pubblici ai concessionari delle cadute d'acqua od agli enti collettivi costituiti tra i concessionari stabiliti sui corsi d'acqua di una medesima valle o di un medesimo bacino.

In secondo luogo lo Stato agisce in modo più diretto in favore dei consumatori, concedendo delle sovvenzioni agli enti collettivi costituiti allo scopo di costruire ed esercire le reti di distribuzione cui sono o saranno allacciati i consumatori stessi.

Gli enti collettivi cui la legislazione francese si riferisce, sono formati essenzialmente dalla riunione di un certo numero di comuni rurali, i quali possono costituire, allo scopo, o una cooperativa agricola (di una ventina di Comuni), o un grande sindacato intercomunale (di 50 a 70 Comuni), od una società d'interesse collettivo agricolo di analoga importanza.

Il progetto di bilancio per il 1923, autorizza il Ministero di Agricoltura a concedere sovvenzioni per lavori idraulici e agricoli fino alla concorrenza di 23 milioni di franchi (di cui però non più di 8 o 9 milioni potranno essere esclusivamente destinati alle reti rurali di distribuzione elettrica dovendo, nella somma complessiva, rientrare anche l'esecuzione di altri lavori di miglioramento agricolo), ed il Ministero dei Lavori Pubblici fino alla concorrenza di cinque milioni.

Le sovvenzioni alle associazioni dei Comuni di cui già si è fatto parola, verranno concessi sotto forma di anticipi, con un tasso di interesse del 2 per cento, e da estinguersi in un periodo di tempo che può giungere fino ai 25 anni. La sovvenzione non potrà in alcun caso superare il 35 per cento delle spese previste per l'esecuzione del progetto, ed è limitata al caso in cui le spese stesse superino i 200 franchi per abitante servito.

f. n.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

ASSOCIAZIONI, CONGRESSI, ECC.

Congresso Nazionale di Chimica Industriale. — Dal 12 al 17 aprile corrente, si svolgerà in Milano il Congresso Nazionale di Chimica Industriale indetto dalla Società di Chimica industriale.

Per informazioni ed iscrizioni rivolgersi alla Segreteria, in Via San Paolo, 10 - Milano (3).

CONCORSI.

Concorsi a posti di Professore presso la R. Accademia Navale. — Con Decreto ministeriale del 18 gennaio u. s., sono stati banditi alcuni concorsi per posti di professore presso la R. Accademia Navale. In particolare sono messi a concorso, fra gli altri, due posti di professore straordinario, con lo stipendio annuo di L. 9500, oltre il supplemento di servizio attivo di lire 600 annue, l'uno per la matematica, l'altro per la fisica generale e complementare. Le domande debbono essere presentate entro quaranta giorni dalla pubblicazione del decreto nella *Gazzetta Ufficiale*. I concorrenti non debbono avere superato l'età di 40 anni.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Disturbi reciproci fra telai di ricezione radio. — Nel numero 22 (ottobre 1923) de «L'Onde Electrique» R. Mesny pubblica un interessante studio sui disturbi ai quali possono essere assoggettati più telai ricevitori posti in vicinanza l'uno dell'altro. Poiché evidentemente non si possono in tal caso applicare le note formule di radiazione a grande distanza e poichè d'altra parte quelle ordinarie di mutua induzione sono quasi certamente fuori dei limiti di applicabilità, l'A. partendo dalla considerazione di un telaio elementare di dimensioni infinitesime, ed estendendo la trattazione al caso di un contorno piano di forme e dimensioni qualsiasi, calcola l'espressione completa del campo elettrico e del campo magnetico prodotti ad una distanza qualunque da una corrente che percorre il contorno considerato. Con le formule così stabilite si può allora calcolare l'intensità della corrente indotta da un telaio in un altro per una emissione sulla quale entrambi siano accordati; il rapporto fra l'intensità di questa corrente e quella della corrente direttamente indotta dal segnale, fornisce una misura dell'entità del disturbo.

Calcoli numerici eseguiti su dati pratici mostrano che due telai accordati sulla stessa onda debbono distare di almeno 30 metri se uno di essi è impiegato come radiogoniometro. Sempre per questo tipo di impiego, la distanza può essere considerevolmente diminuita non appena le onde su cui i due telai sono accordati differiscano fra loro, sia pure di pochi centesimi del loro valore.

U. Ru.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

E. GNESUTTA. — *Le radiocomunicazioni*. - Un vol. rilegato in tela di 216 pagine (Num. di parole medio per pagina 154), 108 incisioni nel testo, formato 10,5 x 15,5 cm. (Manuale Hoepli) - Editore Hoepli - Milano - L. 9.

In questo manualetto l'A. si propone, come è detto nella prefazione, di far conoscere in breve tempo agli studiosi e dilettanti, forniti di elementari cognizioni di elettrotecnica generale e senza che essi debbano affrontare formule di matematica superiore, nè difficili concetti, come avvengano le radiocomunicazioni, e con quali mezzi si possano costruire piccoli apparecchi riceventi.

L'esporre con forma semplice e chiara i principi della trasmissione e della ricezione radiotelegrafica, quelli della radiotelegrafia e della radiogoniometria, il descrivere gli apparecchi a valvola spiegandone il funzionamento in 117 pagine di piccolo formato e di stampa assai poco densa, chè tante ne sono dedicate a tali argomenti, è certamente compito arduo e ci pare dubbio che l'A. sia sempre riuscito ad adempierlo, anche se si tien conto dell'ausilio che può fornire il primo capitolo, dedicato ad una molto sommaria esposizione degli elementi di elettrotecnica riguardanti la telegrafia senza fili. La seconda parte fornisce dati e consigli per la costruzione ed il montaggio di apparecchi ricevitori.

In conclusione ci sembra che questo volumetto non sia abbastanza elementare per potere essere completamente compreso dai profani, nè abbastanza ricco di spiegazioni e di notizie per costituire un'aiuto veramente efficace ai dilettanti di radiocomunicazioni.

P. Bo.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

La Redazione si riserva di dare eventualmente più ampie notizie, in altra rubrica, dei lavori qui elencati.

UMBERTO BIANCHI. — *Il problema nazionale telefonico*. — Roma, Tip. della Camera dei Deputati, 1923. - Opuscolo di 42 pagine, formato 16 x 23 cm. - Numero medio delle parole per ogni pagina di testo, 250 circa.

A. SELLERIO. — *Étude des quatre effets galvano et termomagnétiques généralisés sur un même échantillon métallique*. — Estratto dagli «Annales de Physique». - Massont C. ie, éditeur - 120 Boulevard St. Germain, Paris (VII).

Detto. — *Effetto galvano-magnetico di nuovo tipo*. — Estratto dal Volume XXXII - Serie 5^a - 1^o sem., fascicolo 11^o dei Rendiconti della R. Accademia Nazionale dei Lincei. — Roma, Tip. della R. Accademia Nazionale dei Lincei, 1923.

Detto. — *Un suggerimento di tecnica spettroscopica e osservazioni relative*. — Estratto dal «Nuovo Cimento», Serie VII, Vol. XXV. - Pisa, Stabil. Tipogr. Toscano, 1923.

Ing. Dott. P. BARRECA. — *Elementi di telegrafia e telefonia senza fili* - Seconda edizione migliorata ed aumentata - Livorno - Raffaello Giusti, editore. — Un volumetto in brochure, form. 10,5 x 15,5 cm. - 450 pagine con 254 figure ed un'appendice. - Numero medio delle parole per una pagina di testo, 250 circa. — Prezzo Lire 18,50.

Ing. ERNESTO MONTU' — *Radio per tutti*. — Un volume di pag. 312, formato 19,5 x 19 cm. con 177 illustrazioni e 6 tabelle. - Numero medio delle parole per una pagina di testo, 150 circa. - Editore Hoepli, Milano, 1924. — Prezzo L. 12,50.

Annual Report of the Smithsonian Institution. — Un volume in brochure 15,5 x 23 cm., pag. 700. — Washington Government Printing Office, 1922. - Numero medio delle parole per una pagina di testo, 400 circa. - Senza indicazione di prezzo.

H. DE PISTOYE. — *Étude mécanique et usinage des machines électriques*. - Paris, Librairie J. B. Baillière et fils - 19, rue Haute-feuille, 1924. — Un volume 15 x 25 cm. circa, di pag. 808 con 802 figure. - Numero medio delle parole per una pagina di testo, 300 circa. — Prezzo 70 franchi.

Vacuum Oil Co. - *Società Anonima Italiana* - Genova. — Motori a testa calda (a superficie di ignizione), opuscolo di pag. 22.

Archivio Tecnico Scientifico della Sezione Bibliografica del Comitato Naz. Scientifico-Tecnico per lo sviluppo e l'incremento dell'industria italiana. — Bibliografia riguardante le dighe di sbarramento (periodo 1917-1923), pag. 18.

A. BARBAGELATA. — *Macchine elettriche - Costruzione, funzionamento e prove*. — Parte seconda - Preliminari e generalità sulle prove delle macchine elettriche. — Un volume di pag. VIII-115 con 109 figure; formato 25 x 18. - Numero medio di parole per pagina di stampa, 440. — Libreria Editrice Politecnica - Milano, 1924. — Prezzo L. 20 a Milano, L. 22 nelle altre città del Regno.

E. GNESUTTA. — *Le radiocomunicazioni*. — Un volume rilegato in tela, di 216 pagine. - Num. di parole medio per pagina, 154; 108 incisioni nel testo; formato 10,5 x 15,5 cm. - Manuale Hoepli, Editore - Milano. — L. 9.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

**Il nuovo Presidente generale dell'A. E. I.
pel triennio 1924-26**



Prof. Ing. GIUSEPPE SARTORI (Bologna).

* *

CONSIGLIO GENERALE.

Verbale della seduta 29 settembre 1923 - Venezia.

Ordine del Giorno:

a) Parte ordinaria:

Comunicazioni della Presidenza;
Convalidazione costituzione Sezione Sarda;
Premio Jona;
Presentazione e discussione dei Bilanci dell'A. E. I. e del giornale *L'Elettrotecnica*.

b) Parte straordinaria:

Modifiche dello Statuto e del Regolamento dell'A. E. I.

Presiede il Presidente generale Comm. Ing. Del Buono, assistito dal Segretario generale Ing. Comboni. Egli apre la seduta alle ore 16.

Presidente: È lieto di dare li benvenuto ai Colleghi nella magnifica Città della Laguna, bene augurando per la riuscita della XXVIII Riunione sociale, e rivolge un cordiale ringraziamento all'Ing. Pitter, Presidente della Sezione Veneta, per l'ospitalità che così degnamente egli ha preparato ai Congressisti.

Pitter: Ringrazia i colleghi per essere venuti così numerosi all'adunata di Venezia.

Presidente: Dall'ultimo Consiglio tenutosi in primavera non sono avvenuti fatti di notevole importanza, per cui farà una rapida enumerazione dell'andamento dei lavori della nostra Associazione.

Incremento in detto periodo e del numero dei soci.

Degno di compiacimento è l'aumento del numero dei soci che in complesso sommano a 4750, di cui 420 collettivi. Si compiace specialmente per la formazione della nuova sezione di Sardegna costituitasi da poco ed approvata per referendum.

Convalidazione della costituzione della Sezione Sarda.

Domanda la ratifica del Consiglio il quale risponde con un applauso unanime. La sezione sarda viene così a costituire un anello di congiunzione intellettuale fra il continente e l'isola benemerita, ed augura che l'A. E. I. contribuisca allo sviluppo dell'elettrotecnica in Sardegna così come ha contribuito a quello delle altre regioni d'Italia, e manda un cordiale saluto ai colleghi della sezione sarda.

Attività delle Sezioni:

Ringrazia i Presidenti di tutte le Sezioni che hanno intensificato il lavoro delle stesse, e specialmente segnala le Sezioni di Bologna, Milano, Napoli e Roma, presso le quali si sono svolte interessanti discussioni. Alcune di esse hanno preparato memorie che saranno discusse durante i lavori del Congresso.

I colleghi Selmo e Righi si sono fatti promotori di questi lavori nelle Sezioni di Napoli e di Bologna: egli li ringrazia e si augura

che nei futuri congressi questo esempio sia imitato da un maggior numero di sezioni.

Lavori della XXVIII Riunione annuale:

Nelle sedute tecniche del Congresso saranno trattati due argomenti principali: le applicazioni elettriche all'agricoltura e lo sviluppo della radiotelegrafia, entrambi della massima attualità ed importanza.

Le questioni agricole hanno valore capitale per il nostro paese. ed esse vengono trattate in quella Regione veneta che conta già numerose applicazioni: infatti saranno visitate bonifiche che hanno dato vita a territori vastissimi e che hanno utilizzato energia per dieci o dodici mila chilowatts.

L'amico Prof. Lori, dotto cultore di scienze, darà ampia ospitalità ai congressisti nella sua Scuola di elettrotecnica, in cui è preparata una esposizione di apparecchi radiotelegrafici modernissimi, ed in quella sede saranno trattate le questioni relative a tale argomento. Esse hanno nel momento attuale una importanza speciale in quanto che il Governo ha in animo di studiare disposizioni di legge che disciplinano la materia relativa alle comunicazioni radiotelegrafiche. In tale sistemazione è necessario che l'A. E. I. porti il valido contributo della sua competenza ed autorità.

A fianco ai due argomenti principali suddetti saranno trattati altri temi inerenti alle applicazioni elettriche: perciò tutte le memorie presentate sono state divise opportunamente in sezioni e verranno ordinatamente in discussione. Avverte che il sistema adottato l'anno scorso a Milano di concedere a ciascun autore dieci minuti per riassumere la sua comunicazione sarà rigorosamente mantenuto, senza di che non sarebbe possibile esaminare in sei sedute e discutere le trenta memorie presentate. Si faranno poi delle gite molto importanti, quale quella alle bonifiche tra Livenza e Piave, che sarà specialmente interessante per i colleghi che non appartengono alla regione veneta; quella alla scuola di elettrotecnica di Padova, e la visita agli impianti di Santa Croce, che magistralmente studiati e ottimamente eseguiti costituiscono un vanto dell'ingegneria italiana.

Malgrado le sollecitazioni fatte non tutte le comunicazioni presentate dai colleghi sono giunte in tempo per essere pubblicate sul giornale prima del Congresso, ma esse sono state tutte stampate e saranno raccolte dopo la riunione in un volume unico allo scopo di documentare l'attività dei Congressi annuali. Poiché l'estero mostra d'interessarsi sempre più all'attività del nostro sodalizio è bene che noi corrispondiamo con una propaganda adeguata a tale interessamento.

I lavori che la Presidenza aveva in animo di compiere sono stati portati a termine e si sono pubblicate le norme per gli impianti di macchinario e quelle per gli isolatori. Sono in corso di allestimento le norme per gli olii isolanti e per gli impianti di cavi di trasmissione. L'attività del Comitato Elettrotecnico procede regolare.

È stato pubblicato il primo volume della statistica degli impianti ed è pronto in parte il secondo volume col quale si avrà la statistica completa anche per le Tre Venezie. Per questa regione si sono dovute superare speciali difficoltà nella raccolta dei dati e per ragioni di toponomastica.

Sarà qui distribuito durante il Congresso il terzo fascicolo degli « impianti » con la descrizione delle opere compiute e delle installazioni relative al lago di Santa Croce. Queste pubblicazioni sugli « impianti » sono molto apprezzate e però vanno diffuse. Raccomanda ai Presidenti delle Sezioni di curare la raccolta degli importi relativi alle commissioni che vengono fatte alla sede centrale per queste monografie.

Sarà curata una traduzione in lingua francese di queste pubblicazioni per divulgarle anche all'estero.

Lori: È del parere che per fare conoscere fuori d'Italia le monografie sugli impianti sarebbe preferibile una traduzione in lingua inglese in quanto che chi legge il francese è più o meno in grado di leggere l'italiano.

Presidente: Ringrazia il Prof. Lori del parere che ha espresso e che egli prende nella dovuta considerazione.

Stando nel campo dell'attività dell'A. E. I. all'estero informa che nel novembre prossimo una commissione di colleghi prenderà parte ai lavori della conferenza « des hantes reseaux » che avrà luogo a Parigi a cura « des Syndicats de l'Electricité ». Tale riunione è stata rimandata di proposito a novembre anche per assicurare l'intervento della delegazione italiana. Nell'aprile venturo alcuni egregi colleghi in commissione prenderanno parte alla conferenza internazionale di elettrotecnica che si terrà a Londra. La World Power Conference. La partecipazione italiana è stata curata dai Ministeri dei Lavori Pubblici e dell'Economia Nazionale, ed il Presidente generale della nostra Associazione è stato ufficialmente chiamato a far parte della Commissione ordinatrice. In entrambe le riunioni saranno presentate delle memorie apposite, e l'A. E. I. figurerà anche con la traduzione del numero unico pubblicato l'anno scorso in occasione del 25° anniversario e con la traduzione del discorso commemorativo del Prof. Lori, nella seduta inaugurale dell'anno scorso a Milano.

La Presidenza ha curato l'affermazione all'estero del nostro Sodalizio ed ha attivato l'opera dei soci corrispondenti residenti all'estero appunto con questo intento, e con buoni risultati. Pochi mesi or sono siamo stati invitati alla celebrazione del 75° anniversario dell'Associazione Ingegneri di Francia ed abbiamo aderito cordialmente, facendoci rappresentare dal socio Ing. Niccolini che risiede a Parigi. Il suo intervento fu molto gradito e gli fu assegnato uno dei posti d'onore.

Ci siamo molto interessati alla costituzione della Scuola Tecnica Italiana di Barcellona per la parte che riguarda l'insegnamento scientifico, aiutando la « Dante Alighieri » nella dotazione tecnica della scuola stessa. Tale aiuto è stato molto apprezzato e gradito.

Civita: A riguardo della propaganda all'estero vuole fare una proposta:

Il 2 dicembre parte in crociera per l'America del Sud una nave italiana che avrà a bordo una fiera campionaria. Il Presidente del Consiglio ha chiamato a raccolta tutti gli industriali per organizzare questa spedizione ed ha invitato anche l'Associazione Esercenti. Questa è venuta nella determinazione di realizzare un'idea che maturava da tempo: quella di curare l'esecuzione di una film che rappresentasse i principali impianti elettrici italiani ed attà dare nel tempo stesso una chiara idea dell'importanza e dello sviluppo degli impianti. Si comincerà dal Veneto.

L'A. E. I. potrebbe far conoscere la sua attività mandando una raccolta delle sue pubblicazioni che saranno opportunamente messe in vista. Si potrebbe concretare qualcosa rispondente allo scopo della propaganda nel sud America, tanto più che il patrocinio assicurato sarà il più ampio e cordiale possibile.

Presidente: Ringrazia l'Ing. Civita per la informazione data e per la proposta, ed assicura che la Presidenza farà del suo meglio per fare figurare l'A. E. I. nella Mostra che si organizza.

Passando a riferire sui lavori delle Commissioni parla di quella che si occupa delle Norme di bordo. Si trattava di costituire una Commissione composta di membri appartenenti alla sezione di Trieste e a quella di Genova per lo studio delle norme di bordo dato che il Registro Navale Italiano desiderava elaborare al più presto tale argomento importantissimo. Fu prescelto a presiedere tale commissione il Prof. Rebora che con la sua competenza ed autorità porterà in breve tempo a termine l'incarico avuto insieme ai membri della Commissione e collaboratori Prof. Cesare Garibaldi, Ing. Edmondo Schmidt, Ing. Alberto Cantù, Ing. Giovanni Cehovin, Ing. Mario Dworseg, Ing. Cesare D'Henzy, un delegato del Registro italiano e l'Ing. Renzo Norsa, delegato della Commissione delle Norme.

Altra iniziativa che è stata portata a termine è quella riguardante la costituzione del Comitato Nazionale per la illuminazione e riscaldamento. Questo Comitato è la trasformazione del Comitato per l'illuminazione già esistente, in cui oltre all'A. E. I. era rappresentata anche l'Associazione Esercenti e l'Associazione Industrie gas e acqua (A. I. G. A.). Esso promuoverà studi e ricerche in tema d'illuminazione e riscaldamento, e comprenderà rappresentanti delle associazioni suddette.

Il Comitato Elettrotecnico desidera provvedere alle norme per l'impiego dei cavi di trasmissione e perciò ha chiamato a collaborare due eminenti specialisti nelle persone dell'Ing. Soleri e dell'Ing. Emanueli. Domanda l'approvazione di queste due nomine al Consiglio che approva per acclamazione.

Si è mantenuto un contatto continuo con gli Enti pubblici e l'A. E. I. viene richiesta di collaborazione o di parere in tutti i problemi che possono interessarla. Si è avuta infatti la nomina di un rappresentante del nostro Sodalizio nel Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e S. E. il Ministro delle Poste e Telegrafi in varie circostanze volle sentire il nostro parere.

In tema di rapporti con i pubblici poteri, l'attuale Presidenza ha potuto iniziare ed affermare anche in questo ramo l'attività dell'A. E. I.

Premio Jona.

Presidente: Comunica che dovendosi assegnare la seconda medaglia del premio Jona fu istituita una Commissione, di cui fu relatore il Prof. Bordon che ha presentato le sue conclusioni, proponendo che la medaglia sia assegnata ex equo al Prof. Barbagelata e all'Ing. Emanueli con i quali si felicita cordialmente. Domanda al Consiglio quali proposte ha da fare trattandosi di una sola medaglia attribuita a due persone.

Soleri: Si associa alle decisioni della Commissione ed esprime i suoi rallegramenti ai colleghi designati. Propone che a cura dell'A. E. I. vengano coniate due medaglie identiche in oro.

Il Consiglio approva la proposta ed il Presidente prende atto.

Presentazione e discussione dei bilanci dell'A. E. I. e del giornale l'Elettrotecnica.

Presidente: Presenta il bilancio consuntivo dell'Associazione per l'anno 1922, quello di previsione d'assestamento dell'anno 1923 ed il bilancio preventivo del 1924. Tiene ad esprimere la sua soddisfazione per i risultati che sottopone al Consiglio e fa rilevare il notevole movimento di capitale che permette di fare le previsioni migliori per la vita dell'A. E. I., mentre augura che il rigoglio che si manifesta di già vada sempre più aumentando col crescere del numero dei soci, e con i proventi delle pubblicazioni.

Quantunque attualmente si sia in perdita con la pubblicazione delle descrizioni degli impianti.

Forti: È di avviso che gli stralci dal giornale riguardanti le pubblicazioni relative agli impianti potrebbero forse essere presentate in veste più semplice e potrebbero essere date ai soci come le pubblicazioni che fa il Touring, comprendendo l'ammontare relativo nella quota annua. In tal modo l'Associazione non soffrirebbe remissione.

Comboni: Segretario generale, interpellato, fa rilevare che una cosa simile si può fare solo con pubblicazioni regolari. Per lo in-

nanzi l'A. E. I. non ha potuto seguire il criterio accennato dall'Ing. Forti, si vedrà se sarà possibile adottarlo in seguito.

Soleri: Osserva che la questione dell'onere che le pubblicazioni importano è stata già fatta dalla Sezione di Torino in cui si è dovuto aumentare di una lira la quota dei soci. Quest'onere è stato risentito. Propone che in altre circostanze simili o la spesa venga assorbita dal bilancio della sede centrale oppure che si stabilisca una quota solo per i soci che vogliono la pubblicazione.

Passando ad un altro argomento affine lamenta che sia stato stabilito un abbonamento speciale al giornale per gli studenti. Per la sezione di Torino questo è un male in quanto che parecchi studenti si erano fatti soci esclusivamente per avere l'*Elettrotecnica*. Si dovrebbe abolire la facilitazione.

Presidente: Rammenta che l'abbonamento speciale per gli studenti universitari fu stabilito dal Consiglio su proposta di un'altra Sezione. Domanda cosa pensa il Consiglio sulla proposta Soleri relativa alle pubblicazioni.

Barbagelata: Per il giornale risponde che a Milano l'abbonamento speciale fu stabilito solo per i laureandi ingegneri, quindi la facilitazione dura un anno solo.

Soleri: Questo è male. Di solito l'ingegnere appena laureato si iscrive all'A. E. I. mentre gli studenti in tanto lo fanno in quanto sanno che al sodalizio sono iscritti professori e assistenti. Ed essi sono dei buoni soci. La facilitazione di abbonamento non avrebbe perciò ragione d'essere.

Selmo: Per quanto riguarda l'onere della pubblicazione se l'ufficio centrale dell'A.E.I. crede di assumerlo a suo carico tutti possono essere d'accordo; ma se l'onere deve essere lasciato alle sezioni è bene che ciascuna di queste abbia libertà di assumerlo nella maniera più conveniente. La necessità di questa libertà emana dalle condizioni stesse in cui ogni sezione versa. Torino ad esempio ha dovuto adottare il sistema di elevare di una lira la quota di ogni socio, ma domani la stessa sezione può trovarsi in condizioni diverse. È contrario pertanto alla proposta Soleri.

Quanto all'abbonamento per gli studenti lo trova conveniente. A Napoli si è stabilita la quota speciale di L. 40, di esse 35 sono inviate alla sede centrale e 5 restano alla Sezione, che trova un utile diretto.

Ferraris: In merito alla questione delle pubblicazioni delle norme osserva che il darle gratis o a prezzo ridotto significa impegnare la Associazione. Non si può dare una pubblicazione a prezzo ridotto senza avere la possibilità di esitare un gran numero di copie. Noi vogliamo dare le norme, anche in maniera tale che non si debba avere un guadagno. È bene che ogni sezione veda a sua volta se può gravare il suo bilancio con la spesa relativa all'indennizzo alla sede centrale per distribuire gratis le pubblicazioni. Con questa libertà ciascuna sezione può decidere conformemente alle disponibilità che il suo bilancio consente.

Soleri: Le norme sono date gratis ai soci, di regola. L'importo o dovrebbe essere a carico della sede centrale oppure le sezioni dovrebbero versare una quota proporzionata al loro bilancio. Tutti i soci dovrebbero avere in tal modo le pubblicazioni ed egli domanda formalmente al Consiglio se non crede che il bilancio della A.E.I. possa assumersi l'onere relativo.

Belluzzo: Domanda se per le pubblicazioni relative agli impianti non si possa contare sopra un contributo dell'A.E.I.E.

Civita: Informa che 250 copie sono assicurate per ogni pubblicazione e pagate dall'Associazione Esercenti.

Belluzzo: Ritiene che siano poche e domanda se non si possa contare sopra un sussidio del Ministero.

Presidente: La Presidenza si è interessata presso l'Associazione Esercenti e presso i privati per assicurare l'esito di un buon numero di copie delle pubblicazioni degli impianti, ma ritiene che presso i Ministeri non è possibile ottenere sussidii. S. E. Carnazza ha consentito di mantenere le pubblicazioni degli annali del Consiglio Superiore delle Acque, non accetterebbe certo di sussidiare altre pubblicazioni. Si troverà modo di colmare la perdita causata dalle monografie sugli impianti; raccomanda solo di diffonderne la conoscenza e di pagare le copie che dalle varie sezioni vengono domandate.

Belluzzo: Propone che anche le aziende elettriche municipali siano chiamate a dare il loro contributo, e per suo conto assicura l'appoggio dell'Azienda Municipale di Milano.

Presidente: Accetta la proposta, ringrazia il Prof. Belluzzo e fa assegnamento sull'appoggio dell'Azienda di Milano.

Soleri: Insiste perchè le pubblicazioni che possono interessare tutti i vari soci siano distribuite a tutti regolarmente.

Selmo: Propone al Consiglio che la sede centrale si assuma l'impegno di dare le norme gratis quando il bilancio di qualche sezione non può corrispondere l'importo o un contributo. Questo in casi eccezionali; ma di solito ogni sezione è tenuta a contribuire alla spesa rimanendo però libera di provvedere come crede a soddisfare tale onere.

Bordoni: È del parere che nulla si debba richiedere alle sezioni per le pubblicazioni fino a quando il bilancio della Sede Centrale è attivo e presenta buon margine. Raccomanda che il Consiglio decida in questo senso.

Ferraris: L'Ing. Selmo ha fatto sua la proposta che egli aveva già prospettata, quindi si associa a quanto il collega domanda al Consiglio. Vuole perfezionare però la proposta stessa per cercare di eliminare la divergenza tra Selmo e Soleri. La conservata piena libertà alle sezioni di regolarsi secondo le esigenze del proprio bilancio. Quando la sede centrale domanda ad una sezione un certo

contributo per un socio o per un gruppo di soci la sezione veda se il suo bilancio consente di assumersi il pagamento a suo carico oppure stabilisca come crede nei riguardi del socio.

Rebora: Riconosce che la questione che si dibatte è nata un po' confusa. Vorrebbe sapere innanzi tutto quante sono e quali sono le sezioni che non hanno dato il loro contributo ultimo dovuto, per giudicare quante di esse si trovano in difficoltà di bilancio.

Comboni: Tutte le sezioni hanno pagato.

Righi: In conseguenza di quest'affermazione propone che le cose a riguardo delle pubblicazioni restino come sono. In caso di necessità la Sede Centrale a giudizio della Presidenza domanderà un contributo alle sezioni.

Il Consiglio approva questa proposta accettata dal Presidente.

Presidente: Domanda se qualcuno ha osservazione da fare sui bilanci che sono posti in discussione.

Civita: Rileva che nel Consuntivo delle spese per il 1922 contro 3000 lire preventivate per spese della Presidenza figuravano solo L. 507. Se c'è da ammirare la delicatezza del Presidente, occorre anche pensare che oggi giorno le spese di viaggio e trasferte sono onerose e quindi la Presidenza dovrebbe usufruire dei fondi messi a disposizione.

Presidente: Ringrazia.

Ferraris: Lasciando la presidenza dopo il suo triennio egli ricorda che la quota per spese ferroviarie era di L. 3000. Ora è evidente che tale somma è troppo piccola. Propone che sia cambiata la voce «Spese ferroviarie della Presidenza» nell'altra «Spese della Presidenza» e che la somma sia elevata a 5000 lire.

Righi: È del parere che il Presidente debba essere rimborsato delle spese di viaggio e di quelle accessorie. Anche il Segretario alla Presidenza che interviene alle riunioni e coadiuva il Presidente non può essere obbligato a viaggiare e a stare sulle spese senza un rimborso. Si associa alla proposta Ferraris di aumentare il fondo «Spese della presidenza» in misura adeguata.

Vismara: Propone che il fondo suddetto sia portato a 12000 lire annue, lasciando alla discrezione del Presidente l'impiego di tale somma.

Ferraris: Per non creare dissonanze con altre voci del bilancio propone di accogliere la cifra da lui indicata — L. 5000 — la quale però non è tassativa, ma vuole rappresentare un indirizzo. Col progredire dell'Associazione anche tale fondo potrà essere aumentato figurando nel bilancio per una cifra maggiore.

Il Consiglio approva la proposta Ferraris.

Soleri: Rileva che nel preventivo 1922 figura la somma di lire 12000 alla voce «Spese per commissioni» mentre nel consuntivo figurano spese soltanto L. 305.

Presidente: Spiega che la somma preventivata era stata stanziata perchè fra le Commissioni c'era anche quella per le pubblicazioni, e perchè si voleva mettere a disposizione dei fondi per studi e ricerche. Tale somma non è stata però utilizzata durante il 1922, ed i presidenti delle Commissioni non hanno accettato neppure il rimborso delle spese postali. Ritiene sia opportuno mantenere per il lavoro delle Commissioni lo stanziamento di L. 12000 in bilancio.

Richiama l'attenzione del Consiglio sulla spesa per il «Manuale per gli operai elettricisti» e domanda se tale fondo deve essere mantenuto.

Il Consiglio stabilisce che il fondo di L. 4000, sia mantenuto, ed approva successivamente il bilancio consuntivo 1922, il bilancio di assestamento per il 1923 e quello preventivo per 1924.

Presidente: Presenta il bilancio del giornale l'*«Elettrotecnica»*.

Silva: Ritiene che il Consiglio sia concorde nel rilevare che la «Elettrotecnica» non solo si è mantenuta all'altezza che l'autorità dell'A.E.I. richiede, ma che va sempre migliorando. Propone un voto di plauso alla Presidenza e alla Redazione.

Il Consiglio acclama cordialmente.

Presidente: Ringrazia e fa rilevare come il bilancio del giornale si chiude con esito soddisfacente; è soddisfatto della diffusione che esso ha preso e che aumenterà certamente anche all'estero. Propone che la sottoscrizione privata che sussidia il giornale e che scade il 31 dicembre prossimo non sia rinnovata. Pertanto si potranno ringraziare i sottoscrittori per l'aiuto che hanno dato e dispensarli dal mantenerlo. Domanda al Consiglio di autorizzare la Presidenza in questo senso.

Il Consiglio approva.

Soleri: È del parere di ringraziare i sottoscrittori, ma di pregarli di mantenere il loro contributo che servirà per la pubblicazione delle descrizioni degli impianti.

Presidente: Prega il Prof. Soleri di non insistere in tale proposta; egli ritiene di poter assicurare che col prossimo bilancio sparirà il passivo causato dalle pubblicazioni relative agli impianti.

Opere di Alessandro Volta.

Presidente: Comunica che la Reale Commissione per l'Edizione Nazionale delle opere di Alessandro Volta ha presentato alla nostra Associazione il secondo volume delle opere di Volta accompagnandolo con una lettera molto gentile. Si riserva di mandare un adeguato ringraziamento.

La suddetta Commissione Reale domanderebbe poi il parere e l'aiuto dell'A. E. I. per indire una sottoscrizione internazionale onde raccogliere i fondi per l'adeguata conservazione delle opere del grande Maestro. Prima di rispondere la Presidenza domanda il parere del Consiglio, esprimendo l'opinione che la sottoscrizione debba avere carattere prettamente nazionale.

Il Consiglio è pienamente d'accordo in questo ed autorizza la Presidenza a rispondere in questo senso.

Sartori: Raccomanda che nel rappresentare alla Reale Commissione tale decisione del Consiglio dell'A. E. I. sia usata la forma più acconcia e cortese.

Presidente: Assicura in questo senso il Prof. Sartori.

Onoranze a Righi.

Presidente: Raccomanda vivamente che a cura dei Presidenti delle Sezioni sia portata a termine la sottoscrizione per le onoranze al Prof. Righi. Fa appello anche a tutti i membri del Consiglio perchè la sottoscrizione riesca bene e vuole che entro la fine dell'anno essa sia portata a termine restituendo gli elenchi alla sede Centrale dell'A. E. I.

Modifiche allo Statuto e Regolamento.

Presidente: Presenta il testo di alcune modifiche allo Statuto e al Regolamento, le quali si sono manifestate necessarie durante il decorso triennio. Le modifiche allo Statuto sono valide se decise ed approvate per referendum, perciò egli le sottopone all'esame preventivo del Consiglio perchè questo decida in merito.

Non crede di dovere spiegare troppo le ragioni che consigliano di deferire ai poteri del Consiglio la nomina del Segretario Generale e del Segretario della Presidenza che attualmente sono nominati dall'Assemblea dei soci. Si è visto nel caso della sostituzione dell'Ing. Bianchi nella mansione di Segretario Generale come il nuovo Segretario è rimasto a prestare l'opera sua senza una convalida ufficiale, cosa che non sarebbe accaduto se il Consiglio avesse avuto pieni poteri per provvedere alla nomina definitiva.

Il Segretario alla Presidenza è un collaboratore diretto del Presidente e deve perciò averne la fiducia. È giusto che su designazione della Presidenza esso sia nominato dal Consiglio direttivo.

Un'altra modifica riguarda una sistemazione dei rapporti fra le varie sezioni che ormai sommano a 14. Si è rilevato che la continuità dei rapporti regolari fra le sezioni è necessaria e quindi un organo di collegamento e armonizzatore dello sviluppo e dell'attività di esse stabilito con disposizione statutaria è desiderabile.

La preparazione delle riunioni annuali diventa un problema delicato e laborioso e però sarebbe opportuno d'introdurre due o tre disposizioni. Legge i due articoli proposti.

Presidente: È necessario, date le difficoltà della preparazione che la Presidenza la quale deve occuparsi della preparazione dei Congressi abbia delle direttive fondamentali a cui attenersi, e che possa invocare in confronto dei soci.

Il Presidente Generale ricorda che è stato sua cura precipua di incamminare le nostre riunioni in modo da renderle omogenee e tali che la trattazione di argomenti di speciale importanza venga effettuata invece di avere una serie di letture pur di grande valore intrinseco ma slegate e tali da non poter addivenire a risultati concreti. Egli fece la prima prova di tale sua iniziativa a Milano l'anno scorso con esito soddisfacente; e ritiene ora che il Congresso di Venezia modellato sullo stesso concetto riuscirà bene. Occorre quindi sopprimere le letture per esteso delle memorie e sostituirle con brevi riassunti. Per poter far ciò però occorre che le memorie siano presentate per tempo, pubblicate sul giornale e distribuite ai Soci. E questa organizzazione che si presenta laboriosa che occorre di modificare per dare l'autorità voluta a chi tali norme deve far rispettare.

Presidente: È necessario, date le difficoltà della preparazione, che la Presidenza la quale deve occuparsi della preparazione dei corsi, abbia delle direttive fondamentali a cui attenersi, e che possa invocare in confronto dei soci.

Ferraris: Si può discutere se questo argomento è di competenza dello Statuto o più di regolamento. Egli propende per la seconda opinione, ma riconosce che si debbono comunque stabilire delle norme precise. Il testo dell'articolo letto dal Presidente consente libertà alla Commissione, e lo spirito della modifica è di togliere alle nostre riunioni il carattere di accademia su argomenti staccati e disciplinare i temi del Congresso così come si è fatto lo scorso anno e quest'anno per la riunione che sta per iniziarsi.

Siccome l'esperienza fatta in due anni ha dato risultati abbastanza convincenti e soddisfacenti crede che il Consiglio sarà d'accordo nell'approvare il testo degli articoli proposti dal Presidente.

Selmo: Domanda solo che essi non facciano parte dello Statuto.

Lori: Toglierebbe nel testo dell'articolo 32 le parole «di regola».

Forti: Propone di cambiare la dicitura «nel tempo utile» nell'altra «nel tempo assegnato dalla Commissione».

Vismara: A riguardo dei Congressi egli mantiene inalterato quel che altra volta ha avuto occasione di dire: La nostra Associazione ha un riflesso molto piccolo sulla vita del nostro Paese. Noi rappresentiamo il tecnicismo ed un complesso di capitali per tre miliardi di lire impegnati negli impianti elettrici, dovremmo perciò avere una parte più importante nel ritmo della vita nazionale. Ora gli artefici della nostra autorità ed attività siamo noi stessi, ed è con un senso di orgoglio che dobbiamo far sentire quanta vitalità e quanta eletta accolta di energia e di capacità sono nel nostro Sodalizio. Poiché rappresentiamo il tecnicismo delle industrie che sono l'ossatura, la spina dorsale della vita della nazione, dobbiamo partecipare più intensamente ai problemi nazionali altrimenti le associazioni economiche prenderanno il sopravvento. E poiché il nostro Sodalizio si è mantenuto sempre al di sopra delle competizioni di parte, e poiché essa non ha mai patrocinato interessi specifici potrebbe essere consigliere spassionato ed autorevole quanto sereno.

Ad esempio: i nostri impianti idroelettrici sono un miracolo di

tecnica e di genialità ma nessuno li conosce, mentre dovrebbero essere l'ammirazione di tutti i profani, ed i pratici divulgatori della scienza e dell'industria elettrotecnica. Fra qualche decennio essi impianti diventeranno proprietà dello Stato ed avranno gran valore nella economia nazionale senza essere adeguatamente conosciuti.

Ma l'opinione pubblica si crea con la propaganda, e la propaganda fatta dai tecnici sortisce effetti magnifici. Ne ha avuto una prova volgarizzando la conoscenza degli impianti dell'Alto Belice per i quali spese somme non lievi eseguendo cinematografie e riproduzioni varie. L'interessamento e la meraviglia suscitate nel pubblico da queste opere sono state veramente lusinghiere. Una conferenza tenuta a Catania sull'argomento fu dovuta ripetere a Palermo e in altre città, suscitando ammirazione e plauso anche nel gran pubblico ignaro di questioni tecniche. In grazia di questa propaganda razionale sarà possibile eseguire tutti gli impianti della piana di Catania.

I Congressi dell'A. E. I. dovrebbero avere appunto un gran potere divulgatore ed essere l'affermazione periodica ed autorevole dell'intensa vitalità del Sodalizio. Nell'organizzazione di queste adunate egli sarebbe ancora più rigoroso e vorrebbe che le discussioni su argomenti anche assottiti ed interessanti portassero a risultati concreti che dovrebbero avere influenza sulle direttive governative, impressionando largamente l'opinione pubblica.

Le memorie presentate e discusse dovrebbero essere poche, gli argomenti di attualità, e la stampa dovrebbe largamente occuparsi delle riunioni. I temi non difettano certo e per citarne qualcuno parla della questione dei telefoni, di quella della trazione elettrica, ecc.

In tali questioni l'assenteismo delle associazioni tecniche è un danno; i tecnici sono in genere modesti e alieni da esibizionismo, ma tale tendenza non deve allontanarli dai problemi della vita nazionale. Ciò non avviene certo in America e in altre nazioni estere.

D'accordo sulla linea di condotta da tenere si possono fare le modificazioni e aggiunte proposte allo Statuto, e proporre altre ancora. Tutto questo ha voluto dire per esprimere schiettamente il proprio pensiero e non per fare una critica al Presidente Del Buono, di cui apprezza l'attività e l'amore per l'A. E. I. Deplora che la stampa e la pubblica opinione s'interessino più dei fattacci di cronaca che dei congressi tecnici ed industriali.

Presidente: Ringrazia l'Ing. Vismara delle parole cortesi a suo riguardo. Il collega ha parlato di una questione che riguarda tutta la classe colta italiana, quella cioè dello scarso interesse che il pubblico e la stampa dimostrano per l'attività dei sodalizi tecnici, accentuando la loro preferenza per le attività sportive o festaiole. Circa l'organizzazione dei nostri Congressi la Presidenza se ne è occupata attentamente, e ha dovuto convincersi che c'era da avviare gradatamente l'organizzazione verso un nuovo indirizzo. Oggi non si può fare a meno di comprendere diversi temi nelle discussioni della nostra riunione annuale, comprendendo argomenti di minore importanza a fianco a quelli principali. In tal modo si riesce ad interessare una grande quantità di colleghi; facendo diversamente l'interesse sarebbe minore. Certamente i congressi a poco a poco si trasformano, ma crede che intanto si sia venuto preparando il terreno per una tale trasformazione, prendendo una direttiva che ritiene giusta e che darà certo buoni risultati.

L'Ing. Vismara vuole che la nostra Associazione estenda la cerchia della sua influenza specialmente verso i poteri dello Stato: questo è desiderio di tutti gli aderenti all'A. E. I., ed è stato sempre mia cura particolare di seguire questo indirizzo, ma non bisogna dimenticare che fino ad un anno fa la situazione caotica dei poteri dello Stato non permetteva di farlo. Ora, ripeto, si sono ottenuti notevoli successi e ricorda col riconoscimento ufficiale del nostro Sodalizio, con l'adozione delle nostre norme da parte dei Ministeri.

Tutti sentiamo, ed io per il primo, il bisogno di attuare un programma di massima come quello accennato dal collega Vismara ed ogni socio deve farsi a questo scopo centro propulsore delle idee cui egli ha accennato.

Belluzzo: L'amico Vismara, che è un tecnico di valore, ha la sensazione di qualche cosa che realmente non funziona nel nostro paese per quanto riguarda le industrie. Egli vede che il pubblico non s'interessa che alle manifestazioni sportive in genere, mentre si disinteressa di ogni manifestazione intellettuale. Questa sensazione purtroppo è in noi tutti e ci rammarica, tanto più quando vediamo la stampa autorevole seguire questa tendenza anzi incoraggiarla con le sue cronache piuttosto che correggerla. Ricorda con rammarico che un giornale autorevole di Milano dedicò due righe alla morte del Prof. Righi, mentre ne dedica centinaia al fattaccio di volgare delinquenza.

Se il collega Vismara vuole sfondare una porta per fare sbocciare l'attività della nostra Associazione in un ambiente di adeguato interessamento pubblico egli fa una proposta:

La nostra Presidenza si faccia iniziatrix, in seno alla Confederazione dell'Industria, di un'azione tendente a stabilire in quale forma l'opinione pubblica può essere interessata all'attività industriale e delle classi colte in genere, a vantaggio della prosperità del nostro Paese.

Civita: È di accordo con quanto ha detto il Prof. Belluzzo e nella proposta che egli ha fatto, ma ritiene di potere affermare che la Federazione dell'Industria non sarebbe un ambiente adatto perchè in essa vi sono molti interessi in contrasto. Invece bisogna conquistare il campo della stampa politica e bisogna fare della buona propaganda come si è fatto alla Mostra di Milano e poi a quella di Napoli. In entrambe si è avuto bisogno, in certe ore, di mettere i carabinieri a fianco del nostro reparto col plastico luminoso dell'impianti elettrici in Italia, per trattenere la folla che s'interessava all'attrattiva.

In Sardegna la Società del Tirso aveva incontrato le maggiori difficoltà e aveva dovuto affrontare l'impopolarità più ostile, dovendo

sommergere alcune proprietà. Quando il lago artificiale è stato invaso ed è stata messa in marcia la centrale, con acconcia propaganda sono state organizzate delle gite per mostrare i lavori, la situazione è nettamente cambiata.

In questa propaganda l'A. E. I. non è interessata direttamente, ma l'Associazione Esercenti può farla, la fa, e saprà creare la coscienza del tecnicismo nella stampa politica.

Pitter: Crede che la proposta Vismara si possa scindere nettamente in due parti: per la parte che riguarda la propaganda ha parlato l'Ing. Civita; l'altra parte riguarda la modifica della struttura dei nostri congressi. Questo appunto è compito di quella Commissione che deve organizzare i congressi futuri e che la Presidenza propone di istituire.

Ritiene che si debba accettare il testo degli articoli presentati dal Presidente.

Righi: A riguardo dell'articolo 31, osserva che esso è costituito di due parti. Di queste, la seconda dice: «La Commissione fisserà gli argomenti». Vuole aggiungere: «che devono essere approvati dal Consiglio Generale».

Ferraris: Propone che il Consiglio dia mandato al Presidente di stabilire la dicitura più adatta sulle direttive date dal Consiglio.

Il Consiglio approva la proposta Ferraris e ratifica le modificazioni e aggiunte allo Statuto proposte dalla Presidenza; autorizzando l'inserzione nel Regolamento e non nello Statuto dei due articoli che disciplinano le riunioni annuali.

Presidente: Presenta due articoli da aggiungere allo Statuto riguardanti il Giornale e gli Atti dell'Associazione il cui testo è il seguente:

Sono approvati dal Consiglio senza discussione.

Presidente: Chiusi i lavori del Consiglio dovrebbe riassumere l'opera della Presidenza nel triennio che si compie il 31 dicembre prossimo, ma si riserva di fare tale riassunto dinanzi all'Assemblea. Intanto ringrazia vivamente i colleghi del Consiglio che lo hanno cordialmente assistito con la loro opera e con la loro fiducia.

Soleri: Come Presidente della Sezione di Torino e come membro del Consiglio presenta un voto di plauso cordiale al Presidente Generale per l'opera da lui svolta nel triennio e rende omaggio all'attività del Comm. Del Buono e al grande attaccamento che egli ha al Sodalizio. La sua opera è stata ispirata al maggior benessere dell'A. E. I. e tutti i soci debbono essergli grati. Certo il periodo della sua Presidenza non è stato dei più facili, ed il Comm. Del Buono ha saputo ben guidare l'Associazione col risultato che le cifre dicono meglio delle parole. I Presidenti delle Sezioni hanno avuto in lui una guida cortese e sicura ed egli ricorda il successo che ebbero a Torino le onoranze tributate alla Memoria di Galileo Ferraris, delle quali si parlò molto anche all'estero. Affermazioni indubbie ha avuto all'estero l'A. E. I. in questi ultimi anni ed egli ricorda specialmente il successo alla Conferenza internazionale di Parigi dell'anno scorso.

Il collega Vismara dice che deve essere maggiore da parte del pubblico il riconoscimento dell'importanza ed autorità dell'Associazione Elettrotecnica. Non possiamo disconoscere che il nostro Presidente ha ben lavorato in questo senso ed ha tracciata la via sulla quale siamo a buon punto.

Augura al Presidente sempre maggiori successi e ne augura ugualmente all'A. E. I. (Vivi applausi).

Presidente: Ringrazia vivamente il Prof. Soleri per il riconoscimento della sua opera modesta, ringrazia il Consiglio per il saluto e l'augurio rivoltogli che ricambia ai colleghi tutti ed al Sodalizio, a cui siamo affezionati.

Toglie la seduta alle ore 18,15.

Il Segretario Generale
G. COMBONI

Il Presidente Generale
U. DEL BUONO

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI BOLOGNA

Domenica 16 marzo, alle ore 10, il chiaro Prof. Dott. Luigi Donati, sempre sollecito dei bisogni culturali della Sezione, ha tenuto dinanzi ad un affollato uditorio una magistrale comunicazione sul tema: «Di alcune relazioni concernenti le distribuzioni di correnti in una rete di conduttori».

Ricordate alcune memorie presentate anni addietro alla Accademia delle Scienze di Bologna sullo stesso oggetto, impostando il suo ragionamento sul principio di reciprocità, così fecondo in tanti campi della matematica e della fisica, il conferenziere, dopo aver richiamato i principi informatori, presentò alcune nuove relazioni di carattere energetico che possono essere utilizzate per stabilire rapporti fra differenze di potenziale e corrente, fra coppie di punti di una rete determinata, quando siano stati per essa calcolati determinati parametri con l'impiego delle relazioni dianzi ricordate. E il loro impiego appare molto vantaggioso ed utile quando occorra stabilire la ripercussione che subisce la differenza di potenziale fra una coppia di punti in dipendenza di nuovi rami che vanno ad aggiungersi o togliersi nel sistema per quanto complicato della rete presa in esame e possono, di conseguenza, servire per dedurre elementi interessanti i rapporti di carattere finanziario fra i produttori di energia ed un utente che effettua un determinato prelievo.

Reciprocamente la determinazione sperimentale in una rete esistente, della distribuzione dei potenziali per una nota condizione di carico, potrà dar modo di precisare la ripercussione che sulla diff. di

pot. fra una coppia di punti, potrà aver l'aggiunta o la sottrazione di un ramo della rete, in cui agiscono comunque f. e. m. positive o negative, potendo in tal caso soprassedere al calcolo dei parametri particolari di cui dianzi si è fatto cenno.

Le relazioni, straordinariamente sintetiche, anche nel caso più generale in cui agiscono nei vari rami f. e. m. qualsiasi, e derivazioni di corrente per scopi industriali, dedotte per un sistema con regime di corrente continua, vengono dal conferenziere estese anche al caso di corrente alternata a frequenza industriale, con l'osservazione che le relazioni fra le varie grandezze, devono intendersi in senso vettoriale, mentre quelle particolari energetiche, mantengono ancora il loro significato ove si effettuino, come è ben noto, i prodotti scalari.

Si augura infine il conferenziere in chiusa della dotta e straordinariamente concettiva esposizione, che altri possa trarre argomento di qualche utile applicazione delle cose esposte, nel calcolo, spesso così complicato, delle reti che servono al trasporto ed alla distribuzione di energia.

Il Dott. Lino Sandonnini, vice Presidente, che già prima aveva scusato l'assenza del Presidente, Ing. Amati, interpreta il sentimento dell'uditorio esprimendo all'illustre maestro la riconoscenza e l'ammirazione dei soci dell'A. E. I., ed in particolare dei soci della Sezione di Bologna.

Gli tiene dietro il Prof. Sartori, il quale, rilevata la importanza della lucida esposizione del Prof. Donati, ne esamina brevemente la fecondità negli svariati impieghi che delle relazioni esposte potranno essere fatti. Prendendo poi occasione dal fatto che fra non molto si riunirà nuovamente a Parigi la Commissione Internazionale dei grandi trasporti di energia, si augura che il Prof. Donati si compiacca di riassumere i nuovi principi generali in una memoria da presentarsi in quella sede, sia pure limitandola a quello che può essere di interesse preminente per le grandi reti ad altissima tensione.

La seduta è tolta a mezzogiorno.

*

SEZIONE DI MILANO

Assemblea generale ordinaria del 14 marzo 1904.

I soci sono stati convocati in Assemblea generale ordinaria per deliberare sul seguente *Ordine del Giorno*:

- 1° Comunicazioni della Presidenza;
- 2° Discussione e approvazione dei bilanci;
- 3° Rinnovazione delle seguenti cariche sociali:

a) del *Vice Presidente* in sostituzione dell'uscente per compiuto triennio, e non rieleggibile alla stessa carica, Norsa Ing. Renzo;

b) del *Cassiere* in sostituzione del defunto Bianchi Ing. Comm. Angelo;

c) di *due Consiglieri* in sostituzione degli uscenti per anzianità e non rieleggibili alla stessa carica, Sigg. Modigliani Ing. Umberto e Molinari Ing. Carlo Alberto;

d) di *tre Consiglieri Delegati* alla Sede Centrale, di cui: undici in sostituzione degli uscenti per anzianità e non rieleggibili alla stessa carica, Sigg. Barberis Ing. Giovanni, Benni On. Stefano, Clerici Ing. Giampiero, Dolcetta Ing. Giulio, Emanuelli Ing. Luigi, Forti Ing. Angelo, Ganassini Ing. Gaetano, Gasparoni Ing. Luigi, Roncaldier Ing. Aldo, Rebora Ing. Gino, Semenza Ing. Marco; uno in sostituzione del defunto Bianchi Ing. Comm. Angelo; ed uno di nuova nomina, essendo i Soci della Sezione più di 1300;

e) di *tre Revisori effettivi* in sostituzione degli uscenti per anzianità e rieleggibili alla stessa carica, signori Biffi Ing. Emilio, Bozzolo Ing. Giambattista, Quadrio Ing. Prof. Antonio; di due Revisori supplenti in sostituzione degli uscenti per anzianità e rieleggibili alla stessa carica, signori Dalla Verde Ing. Agostino, Solari Ing. Carlo.

Alle ore 21 il Presidente apre la seduta ed inizia le comunicazioni ricordando i soci defunti nell'annata, Signori: Angelini Ing. Almo, Bianchi Ing. Comm. Angelo, Caprioli Sig. Paolo, Fano Ing. Giacomo, Malferrari Sig. Felice, Steiner Ing. Oscar.

Alla memoria di essi invia, anche a nome dell'Assemblea, un reverente saluto.

Passa quindi a dare alcune cifre sul movimento dei Soci, che hanno raggiunto il numero di 1332 con un aumento netto di 76 dall'ultima Assemblea. Le nuove ammissioni nel corso dell'anno furono, complessivamente, 164, contro un passivo per trasferimenti, morosità e morte di 88 Soci.

L'attività della Sezione registra complessivamente 18 sedute per comunicazioni e discussioni su argomenti diversi, una visita alla Fiera Campionaria e la gita in Valcamonica per la visita agli impianti dell'Adamello, delle Ferriere Franchi e Gregorini e della Società Elettrica Bresciana.

Nessuno domandando la parola sulle comunicazioni della Presidenza, passa alla presentazione dei bilanci i quali vengono approvati all'unanimità, senza discussione.

Il Presidente rivolge quindi un saluto ai membri del Consiglio uscenti che ringrazia per l'attiva collaborazione ed indice la votazione per la rinnovazione delle cariche sociali. Su proposta del Socio Ing. Locatelli vengono eletti per acclamazione:

Vice Presidente: Emanuelli Ing. Luigi.

Consiglieri della Sezione: Cocco Ing. Vittorio; De Andreis On. Ing. Luigi.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA — SEZIONE DI MILANO

Rendiconto dell'anno sociale 1923

Conto preventivo dell'anno sociale 1924

| ENTRATA | | Preventivo 1923 | |
|---|------------|--------------------|---------|
| 1. Contributi: | | | |
| N. 465 Soci individuali residenti a L. 65 | L. 30225,— | | |
| » 362 » non » » 55 | 20295,— | | |
| » 304 » residenti e non residenti » 45 | 13680,— | | |
| » 112 » collettivi » » 150 | 16800,— | | |
| » 2 vilalizi » » » » » | 50,— | | |
| » 1 perpetuo » » » » » | 80,— | | |
| N. 1253 Soci paganti 1923. | | 81130,— | 8147,— |
| Aggio dei contributi esteri. | L. 1,30 | | |
| 2. Interessi capitale al 31 dicembre 1923 | L. 2778,— | | 2530,— |
| TOTALE ENTRATE | L. 83910,— | | 84000,— |
| USCITA | | | |
| a) Ordinarie: | | | |
| 1. Contributo alla Sede Centrale per: | | | |
| N. 1133 Soci individuali . . . a L. 35,— | L. 39830,— | | |
| » 112 » collettivi . . . » 78,— | 7840,— | | |
| » 37 1/2 quote soci ind. morosi » 17,50 | 647,50 | | |
| » 3 1/2 » coll. » » 35,— | 115,— | 48422,50 | 47740,— |
| N. 1290 | | | |
| 2. Affitto, illuminazione, riscaldamento e servizi » | 7000,— | | 8000,— |
| 3. Biblioteca: Periodici, libri e rilegature » » | 2853,35 | | 8000,— |
| 4. Amministrazione: Personale, posta, cancelleria, stampati, riparaz. mobilio, ecc. » » | 10910,65 | | 1000,— |
| 5. Contributo al giornale L'Electrotecnica » » | 1000,— | | 1000,— |
| 6. Spese per conferenze, commissioni, ecc. » » | 839,50 | | 9260,— |
| 7. Impreviste e varie » » » » » » » | 302,— | 22997,50 | |
| b) Straordinarie: | | | |
| 1. Macchina da scrivere L. | 1778,— | | |
| | L. 73198,— | | |
| AVANZO ESERCIZIO 1923 » | 10712,— | | |
| Totale L. | 83910,— | | 84000,— |

| ENTRATE | | |
|--|-----|---------|
| 1. Contributi: | | |
| N. 684 Soci individuali residenti a L. | 65 | 44460,— |
| » 500 » » non » | 55 | 27500,— |
| » 113 » » collettivi » | 150 | 16950,— |
| » 2 » » vitalizi individuali » | | 80,— |
| » 1 » » vitalizio collettivo » | | 50,— |
| N. 1300 | | |
| 2. Interessi capitale al 31 dicembre 1924 | | 89040,— |
| | | 3160,— |
| TOTALE ENTRATE | | 92200,— |
| USCITA | | |
| a) Ordinarie: | | |
| 1. Contributi alla Sede Centrale per: | | |
| N. 1184 Soci individuali a L. | 35 | 41440,— |
| » 113 » » collettivi » | 70 | 7910,— |
| N. 1297 | | |
| 2. Affitto, illuminazione, riscaldamento e servizi | | 10000,— |
| 3. Biblioteca: Periodici, libri e rilegature. | | 9000,— |
| 4. Amministrazione: Personale, posta, cancelleria, stampati, riparazioni mobilio, ecc. | | 12000,— |
| 5. Spese per conferenze, commissioni, ecc. | | 11850,— |
| 6. Impreviste a pareggio | | |
| b, Straordinarie: | | —,— |
| 8 Marzo 1924. | | |
| TOTALE | | 92200,— |

Stato Patrimoniale al 31 Dicembre 1923

| | | | | |
|--|--|----|----------|--------------------|
| ATTIVO: Contanti in Cassa | | L. | 893,48 | |
| Conto Corrente Banca | | | 66466,05 | |
| Consolidato 5% ₁₀ (nom. L. 12.800) al costo | | | 11400,— | |
| Contributi 1923 incassati nel 1924 | | | 450,— | |
| Crediti vari | | | 2788,30 | |
| Anticipi Bilancio 1924 | | | 3312,75 | |
| | | | | 79209,53 |
| | | | | 6101,05 |
| PER MEMORIA: | | | | |
| <i>Biblioteca:</i> Importo al costo (oltre ai libri ricevuti in dono): | | | | |
| Costo al 31 dicembre 1922 | | L. | 26481,30 | |
| Acquisti del 1923 | | | 2855,35 | |
| | | L. | 29336,65 | |
| <i>Mobili:</i> Valore al 31 dicembre 1923 | | | 1000,— | |
| | | L. | 30336,65 | |
| | | | | L. 85310,58 |

| | | | |
|--|--|-------------|-----------------|
| PASSIVO: Accantonamento « <i>Manualetti di cultura elettrotecnica</i> » | | L. 5000,— | |
| Conti a pagare. | | 22634,75 | 27639,75 |
| Patrimonio al 31 dicembre 1923: | | | |
| Importo al 31 dicembre 1922 | | L. 49458,83 | |
| Meno: Conc. spese celebraz. XXV A. E. I. | | 2500,— | 46958,83 |
| AVANZO ESERCIZIO 1923 | | L. 10712,— | 57670,83 |
| | | L. | 85310,58 |

Cassiere : Gorla Ing. Giuseppe.

Consiglieri Delegati alla Sede Centrale: Balsamo Ing. Natale, Banfi Ing. Enrico, Campos Ing. Gino, Clerici Ing. Carlo, Dalla Verde Ing. Agostino, Longhi Ing. Carlo, Marinoni Ing. Pietro, Merizzi Ing. Giacomo, Modigliani Ing. Umberto, Molinari Ing. Carlo Alberto, Norsa Ing. Renzo, Salmoiraghi Ing. Darvino, Ucelli Ing. Guido.

Revisori effettivi: Biffi Ing. Emilio, Bozzolo Ing. Giambattista, Quadrio Ing. Prof. Antonio.

Revisori supplenti: Dalla Verde Ing. Agostino, Solari Ing. Carlo.

Nessuno chiedendo la parola il Presidente dichiara chiusa l'assemblea e riprende le discussioni sulle linee ad altissima tensione colla relazione dell'Ing. Vannotti sugli interruttori in olio.

✱

SEZIONE DI GENOVA

Verbale dell'Assemblea del 9 marzo 1924.

L'assemblea generale dei soci, in conformità dell'invito personale in data 1° marzo (vedi allegato A), ha luogo il giorno 9 marzo nella Sede sociale per trattare il seguente Ordine del giorno :

- 1) Relazione della Presidenza;
- 2) Approvazione del bilancio;
- 3) Elezione a tutte le cariche sociali.

Presiede il Presidente Prof. Omodei : sono presenti 27 soci e rappresentati 7 soci collettivi.

La seduta è aperta alle ore 10,30, ed il Presidente espone la seguente Relazione :

Egredi Consoci.

Debbo anzitutto esprimere il mio sincero rimpianto per il grave lutto che ha colpito la nostra Sezione ed il Consiglio direttivo, colla morte dell'Ing. Vittorio Locarni.

Non è mia intenzione tesserne la biografia, chè troppo egli era noto a voi tutti, né ripeterò qui le sue lodi quale tecnico insigne e quale uomo di alto e generoso sentire.

Lo Stabilimento Elettrotecnico Ansaldo ed il grandioso Stabilimento della Vittoria, colla loro svariata e geniale produzione, sono degni monumenti della sua valentia, a cui aggiungeva anche una squisita sensibilità artistica, come può attestare chi ebbe la fortuna di assistere alle classiche serate musicali nell'ospitale sua dimora.

legro lo resero sempre assai diletto a chi ebbe rapporti con lui; ed io sento di essere interprete anche del vostro intimo sentimento, inviando alla sua cara memoria un reverente saluto.

Il nostro Consiglio, eletto tre anni or sono, fu il primo dopo il duro periodo della guerra vittoriosa e del travaglioso dopo guerra. Nostra prima cura è stata quella di riordinare l'amministrazione della Sezione, facendo le necessarie indagini per rintracciare molti soci che tra le fortunate vicende di quegli anni si erano dispersi.

Fu un lavoro lungo e paziente, ma alla fine si venne a capo anche di quello, pur troppo però la conseguenza fu che, per ragioni diverse, un numero non indifferente di soci ci venne a mancare. Di poi fu nostra norma costante di considerare come dimissionari quei soci che, dopo reiterati e cortesi inviti e malgrado il massimo spirito di tolleranza, non vollero mettersi in regola col versamento delle quote sociali.

Attualmente la consistenza reale dei soci corrisponde esattamente a quella risultante dall'elenco ufficiale e mercè una continua propaganda, non scevra di delusioni, il loro numero salì dai 128 nominali che erano tre anni or sono, a circa 200.

Per numero di soci la Sezione di Genova viene sesta fra le dodici consorelle italiane, essendo Milano a capo-lista con 1335 soci, e se si tien conto della grande importanza della Liguria come centro industriale, il loro numero dovrebbe essere almeno il doppio dell'attuale.

Mercè una rigida economia, evitando ogni spesa che non fosse assolutamente necessaria ed assumendoci per intero il lavoro di corrispondenza e quello, spesso increscioso di sollecitazione ai soci di corta memoria, abbiamo potuto sistemare la nostra gestione, cosicchè dal bilancio che il Consiglio sottopone al vostro esame e che sarà illustrato dal Cassiere Signor Gallo, dopo aver soddisfatto a tutti gli oneri, risulta al 31 Dicembre 1923 una rimanenza attiva di Lire 5498,70.

Ente 5488,76.

Malgrado però il proposito di mantenerci entro i limiti delle nostre disponibilità finanziarie, la nostra Sezione non ha mancato di partecipare degnamente a tutte quelle sottoscrizioni che veramente meritavano di essere prese in considerazione; cito fra queste quelle per le onoranze al Prof. Colombo ed al Prof. Righi, per i danneggiati del disastro di Val Gleno, per il monumento che Genova intende erigere ai valorosi caduti per la patria ed infine per il Congresso Geografico (totale L. 1700).

Abbiamo avuto sempre la massima cura di versare in tempo il contributo dovuto alla Sede Centrale ed almeno a questo riguardo, possiamo dire con soddisfazione, che la Sezione di Genova fu ognora la più diligente.

La Sede Centrale incontra gravi spese per la pubblicazione della *Elettrotecnica*, il vero periodico dell'Associazione, che vive ormai coll'esclusivo contributo dei Soci, ed è una delle migliori Riviste tecniche d'Europa.

Da sola, coi 36 numeri che pubblica ogni anno, dove ogni questione tecnica, giuridica, finanziaria, ecc. riguardante l'elettrotecnica vi è genialmente trattata da mani maestre, vale assai più della modesta quota versata da ciascun socio.

Credo che sarete tutti d'accordo con me nell'inviare un sincero plauso al redattore Capo Ing. Barbagelata, nostro eminente concittadino ed ai suoi valenti collaboratori Bordonì, Semenza e Vallauri, che seppero portare la Rivista a così alto grado di perfezione.

Convinti che il crescente diffondersi delle applicazioni elettriche a bordo delle navi richiedeva delle norme che ne disciplinassero gli impianti, abbiamo fatto vive premure alla Presidenza Generale perchè il problema, del quale già fin dal 1916 nostri egregi consoci (valga per tutti il nome del Prof. Garibaldi) si erano occupati largamente e con vero intelletto d'amore, fosse portato alla soluzione.

Una nuova Commissione fu nominata, di cui fanno parte anche rappresentanti della Sezione di Trieste: accordi sono in corso col Registro Navale Italiano, e confidiamo che presto tale importante questione sia definitivamente risolta.

Le manifestazioni collettive della Sezione non furono per molte ragioni, per dir vero, molto numerose. L'intensa attività dei tecnici, il fatto che molti di essi risiedono fuori Genova, la tormentosa crisi delle nostre industrie ed una sede sociale poco adatta, sono tutti motivi che tornano a danno alla vita dell'Associazione.

Alcune visite collettive da noi progettate, non poterono essere tradotte in atto per cause indipendenti dalla nostra volontà.

Tuttavia non sono mancate alcune conferenze molto interessanti, cioè:

del Prof. E. Soleri Commissario regionale per la distribuzione dell'elettricità in Piemonte e Liguria, sulla crisi della produzione dell'elettricità, cioè dopo la straordinaria siccità del 1921;

quella dell'Ing. P. Bonetti, suggerita dalla Presidenza Generale, sugli «Impianti idroelettrici e la silvicoltura» ed infine un'ultima del giugno scorso, ancora dell'Ing. E. Soleri: *Sulla Telefonica a grande distanza ed il cavo telefonico Genova-Torino-Milano*, tenuta nel gran salone della scuola superiore di Commercio e della quale molti tra voi conserveranno ancora gradito ricordo.

Certo è che sarebbe di sommo interesse che le conferenze su argomenti di attualità, fossero più frequenti, e se non facile, non sarebbe certo impossibile, trovare persone di riconosciuta competenza e volenterose, anche di altre parti d'Italia, che accoglierebbero l'invito della Sezione, ma, pur non tenendo conto delle difficoltà di trovare un ambiente adatto, di preparare tutto il necessario per proiezioni, ecc. ecc., siamo sempre stati turbati dalla preoccupazione, che, malgrado, gli inviti largamente diffusi, assai più del numero dei soci, l'affluenza degli uditori non fosse tale da soddisfare al giusto amor proprio di chi si assumeva un'onere non lieve per soddisfare al nostro desiderio.

Ometto per brevità di parlare di altre pratiche minori, ma che pure avevano speciale interesse per talune categorie di soci.

Nelle recenti elezioni Presidenziali riuscì eletto a Presidente Generale il Prof. Giuseppe Sartori, a Vice-Presidenti i Proff. Soleri e Vallauri oltre il Vice-Presidente di diritto Ing. Del Buono ed a Segretario generale fu confermato l'Ing. Comboni, nomi tutti illustri per valore scientifico e assai benemeriti dell'Associazione, la quale per la loro opera intelligente ed efficace assurgerà certo a sempre più alti destini.

Concedete ch'io invii al Consiglio Generale, a nome di questa Sezione, l'espressione dei sentimenti di cordiale ossequio e l'assicurazione del nostro fermo proposito di assecondarne gli sforzi generosi.

E per mettere in evidenza quali siano gli obbiettivi dell'Associazione, non trovo di meglio che richiamare il contenuto della lettera eloquente diretta ai soci dal nuovo Presidente (contenuta nel N. 3 dell'*Elettrotecnica*), tanto vi sono espressi in forma vibrata e scultorea.

Credo pure mio dovere riferire ciò che il Presidente Generale, rivolgendosi specialmente alla Sezione di Genova, scriveva in data 15 Febbraio:

«La sezione di Genova ha già acquisiti grandissimi titoli di benemerita e maggiori ne acquisterà se — come vivamente confido — riprenderà il ritmo della passata attività; tanto più che codesta regione offre particolari problemi di studio ed il cui esame sarà certamente apprezzato da tutti i soci dell'A. E. I. Sono nella Sezione colleghi valorosissimi e sono sicuro che se Ella farà presente, oltre il suo, anche il mio desiderio, si compiaceranno di riprendere quella collaborazione che fu sempre tanto e così giustamente apprezzata».

Nel prendere congedo da Voi ringrazio i colleghi del Consiglio della loro collaborazione ed esprimo il fervente augurio che il nuovo Consiglio possa imprimere anche a questa umile Sezione quel meraviglioso tono ascendente che per virtù di uomini e fortuna d'Italia vanno acquistando le altre istituzioni della Patria nostra.

La relazione del Presidente è vivamente applaudita dall'assemblea.

Il cassiere, Sig. Gallo, dà quindi spiegazioni sul bilancio sociale (Allegato B) che viene presentato all'Assemblea e che si chiude al 31 dicembre 1923, con un attivo di L. 5498,70.

Aperta la discussione sul bilancio stesso, il Prof. Mocci si compiace del risultato economico ottenuto ed invita l'Assemblea ad approvarlo con un voto di plauso al Consiglio, proposta che viene unanimemente accolta.

Circa la scarsa attività della Sezione lamentata anche nella Relazione del Presidente, prendono la parola vari soci fra cui i signori: Ing. Pittaluga, Prof. Garibaldi, Ing. Cascone ed Ing. Bonaria.

A tutti risponde il Presidente compiacendosi che nuovi giovani elementi, la cui volenterosità è risultata dalla discussione, siano venuti ad imprimere nuovo vigore alla Sezione: egli però dichiara che pur approvando senza riserva le varie proposte, non può assumere alcun impegno circa l'opera che intenderà esplicare il nuovo Consiglio.

Resta però convenuto che per meglio affiatarsi tra loro i soci, il giovedì sera alle ore 21 si terranno riunioni amichevoli dei soci che vorranno parteciparvi.

Si procede quindi alla votazione per l'elezione alle cariche sociali, che, per comodità di molti soci, viene tenuta aperta fino alle ore 17.

Per invito del Presidente fungono da scrutatori i Signori: Ing. Tullio Ortu Carboni, Ing. Rossi, Luigi Vittorio ed Ing. Leonello Bonaria, coll'assistenza del Presidente e del Segretario Ing. Cantù.

Lo scrutinio dei voti dà il seguente risultato:

| | | |
|----------------|---|---------|
| Presidente: | On. March. Giacomo Reggio, Sen. del Regno | voti 34 |
| Vice-Presid.: | Prof. Domenico Omodei | » 33 |
| Segretario: | Ing. Alberto Cantù | » 33 |
| Cassiere: | Francesco Gallo | » 33 |
| Vice-Cassiere: | Gino Calegari | » 34 |
| Consiglieri: | Ing. Giuseppe Ammirato | » 34 |
| | Ing. Mario Batori | » 34 |
| | Ing. Tito Gonzales | » 34 |
| | Prof. Silvio Lussana | » 34 |
| | Ing. Pietro Pellerano | » 34 |
| | Ing. Alfredo Torresi | » 34 |

Delegati al Consiglio Generale:

| | |
|-----------------------------|------|
| Ing. Domenico Cascone | » 33 |
| Ing. Prof. Cesare Garibaldi | » 33 |
| Comm. Leandro Mazza | » 34 |
| Ing. Rinaldo Queirolo | » 34 |

i quali sono quindi proclamati eletti alle rispettive cariche sociali.

Bilancio consuntivo al 31 dicembre 1923.

| ENTRATA | | |
|---------------------------------------|-----------|---------------------|
| Quote soci incassate: | | |
| N. 120 da Lire 50 | L. 6000,— | |
| » 9 » » 100 | » 900,— | |
| » 11 » » 300 | » 3300,— | |
| | | L. 10.200,— |
| Quote soci da incassare: | | |
| N. 36 da Lire 50 | L. 1800,— | |
| » 1 » » 300 | » 300,— | |
| | | » 2.100,— |
| Sopravvenienze attive: | | |
| Interessi su somme depositate | L. 129,50 | |
| Consolidato 5 % | » 25,— | |
| | | » 154,50 |
| Esistenza in cassa al 1° gennaio 1923 | | |
| | | » 2.542,— |
| | | <u>L. 14.996,50</u> |

| USCITA | | |
|--|-----------|---------------------|
| Quote alla Sede centrale N. 171 da L. 35 L. 5985,— | | |
| » 23 » 70 » 1610,— | | |
| | | L. 7.595,— |
| Spese conferenze | | |
| Per onoranze al Prof. Righi | L. 430,— | |
| Sottoscrizione danneggiati vittime Gleno | » 300,— | |
| | » 500,— | |
| | | » 1.230,— |
| Fitto del locale sociale e servizi | | |
| Retribuzione inserviente | L. 1200,— | |
| Spese per riscossioni | » 200,— | |
| Abbonamenti Giornali, Riviste | » 250,— | |
| Posta, cancelleria, stampati | » 394,20 | |
| | » 291,— | |
| | | » 2.335,20 |
| Esistenza in Cassa al 31 dicembre 1923 | | |
| | | » 3.836,30 |
| | | <u>L. 14.996,50</u> |

Situazione patrimoniale al 31 Dicembre 1923

| | | |
|-----------------------------|------------|-------------------|
| Mobili e libri | L. 1077,05 | |
| Svalutazione 6 % | » 64,65 | |
| | | L. 1012,40 |
| Incremento Biblioteca | » 200,— | |
| Somma depositata | » 3836,30 | |
| Consolidato 5 % L. 500 a 90 | » 450,— | |
| | | <u>L. 5498,70</u> |

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN - PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

E GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La prossima Riunione Annuale alla Spezia.

Come annunciammo nel numero scorso, pubblichiamo più avanti il testo della Circolare diramata ai Soci dall'Ufficio Centrale, nella quale si delinea il programma di massima della XXIX Riunione sociale che si terrà alla Spezia nel prossimo autunno. Il programma tecnico, organico e quadrato, imperniato tutto sulla illuminazione elettrica, potrà assicurare vivissimo successo alla riunione, per poco che i colleghi volenterosi e competenti contribuiscano ad aumentare il numero delle relazioni e delle comunicazioni di cui si ha già notizia. Per oggi vogliamo solo richiamare nuovamente l'attenzione dei consoci sul termine estremo del 31 Luglio p. v., stabilito per la presentazione dei lavori destinati alle discussioni del congresso.

Sui fenomeni dell'elettricità atmosferica.

Se per poco riusciamo a sottrarci all'azione « smorzatrice » dell'abitudine e cerchiamo di considerare con mente nuova il meccanismo del progresso scientifico moderno, esso non può non apparirci veramente meraviglioso. Innumerevoli studiosi e ricercatori, sparsi in ogni parte del mondo, il più delle volte senza alcun coordinamento diretto, raccolgono elementi e dati di fatto sperimentali, nei più disparati campi della scienza. A poco a poco tutte queste infinite conoscenze elementari si raggruppano, si raccolgono e si coordinano in fatti e verità di carattere sempre più generale, finchè dal loro complesso, talvolta per opera di un uomo geniale, più spesso per la quasi automatica opera coordinatrice dello studioso, scaturisce la legge nuova, il passo avanti sulla strada della verità scientifica. A questa mirabile opera di collaborazione, tante volte inconscia, degli studiosi di tutto il mondo, non si può non pensare scorrendo la monografia del Collega BORDONI, della quale diamo oggi una seconda puntata, e nella quale appunto sono citati innumerevoli studi e ricerche sperimentali che ci permettono di cominciare oggi a vedere un po' chiaro in quei fenomeni atmosferici che, se sono stati senza dubbio i primi fenomeni elettrici osservati dall'uomo, per ragioni ovvie sono sempre rimasti un po' ai confini delle nostre conoscenze. E senza dubbio con piacevole sorpresa molti nostri lettori vedranno come si possa cominciare a parlare quantitativamente di kilowatt e di kilowattore a proposito di scariche atmosferiche. Le cifre, riportate dal Bordini, sono senza dubbio ancora solo grossolanamente approssimate, ma è interessante vedere come il loro ordine di grandezza venga confermato da fatti e considerazioni appartenenti ai più disparati campi della fisica.

La tecnica dei moderni interruttori.

Non certo ai nostri lettori deve essere ricordata l'importanza sempre crescente degli interruttori in olio nei moderni grandi impianti. Essi ben sanno come ai guai degli interruttori siano ancor oggi dovuti la maggior parte degli accidenti gravi che si lamentano nell'esercizio degli impianti; e come siano complessi i requisiti a cui gli interruttori devono soddisfare e come per contro la loro costruzione sia stata governata per molto tempo e, vorremmo dire, necessariamente, dal più schietto empirismo. Pure generalmente noti sono i notevoli progressi compiuti in questi ultimi anni anche in questo particolare ramo delle costruzioni elettromeccaniche, del quale il nostro giornale ebbe recentemente più volte ad occuparsi. Ma non per questo riusciranno meno interessanti le odierne note dell'Ing. L'ÉPLATFENIER che, nell'intenzione dell'autore, si dirigono più particolarmente agli ingegneri che si occupano dell'esercizio degli impianti elettrici.

LA REDAZIONE.

□ I FENOMENI ELETTRICI DELL'ATMOSFERA E LA PROTEZIONE DEGLI EDIFICI DALLE SCARICHE TEMPORALESCHESCHE

UGO BORDONI



Comunicazione fatta alla Sezione di Roma
la sera del 20 febbraio 1924
(Continuaz., v. N. 9)

8. - Lo stato elettrico della neve e della grandine.

Assai meno avanzata è la conoscenza dei fenomeni elettrici che accompagnano le altre precipitazioni atmosferiche, cioè la grandine e la neve, nè il loro studio aggiungerebbe molto, dal punto di vista dello scopo del presente scritto, a quanto già è stato detto; sicchè basteranno in proposito alcuni cenni.

Le poche osservazioni attendibili fatte sino ad ora indurrebbero a ritenere (Mac Clelland, Nolan) che la grandine, nella maggior parte dei casi, sia elettrizzata positivamente; ma ipotesi e teorie concrete sulla origine da questa elettrizzazione avranno una base solida solo quando sarà meglio noto il processo di formazione di questo singolare ed importante tipo di precipitazione.

Quanto alla neve, è incontrastato solo il fatto delle forti cariche, per unità di peso, ch'essa può trascinare con sè; chè mentre le ricerche fatte a Simla (Simpson) ed in Irlanda (Mac Clelland e Nolan) farebbero concludere per un forte eccesso di cariche positive, quelle fatte a Potsdam (Schindelhauer) porterebbero alla conclusione contraria [19]. Comunque, la elettrizzazione non può evidentemente spiegarsi col fenomeno della suddivisione delle gocce d'acqua cadenti (§ 7); ma la stessa circostanza che le cadute di neve non sono accompagnate generalmente da scariche elettriche (anzi, si può persino discutere se siano mai stati osservati fenomeni elettrici di questo genere durante precipitazioni di sola neve), fa immaginare che ben diverso da quello della pioggia debba essere il meccanismo di elettrizzazione della neve. Fondandosi sul fatto ormai acquisito che l'urto di corpuscoli solidi in seno all'aria dà origine alla elettrizzazione [20] sia dei corpuscoli sia (con segno contrario) dell'aria (Rudge), Simpson ha emesso la idea che la elettrizzazione della neve possa, almeno in parte, essere dovuta ad un fatto di questo genere; tanto più che osservazioni dirette fatte nelle regioni antartiche nel 1911 dimostrerebbero [12] che, realmente, il semplice fatto che la neve venga agitata in seno ad una corrente d'aria dà luogo alla elettrizzazione positiva della neve e negativa dell'aria.

Non mancano nemmeno tentativi verosimili di spiegare la prevalenza, nei diversi luoghi, di cariche dell'uno o dell'altro segno, mettendo questo in relazione con la possibilità di cariche iniziali possedute dai fiocchi di neve a causa dello stato elettrico della nube in seno alla quale si formano; nè di spiegare l'assenza di grandiosi fenomeni elettrici con la lentezza di caduta della neve, la quale lentezza favorirebbe la parziale, continua ricombinazione delle cariche elettriche dei due segni man mano ch'esse qualunque ne sia la causa, si separano.

9. - Sulla natura delle scariche elettriche temporalesche.

Il passo fondamentale verso la conoscenza della natura delle scariche atmosferiche fu fatto con l'assodamento definitivo (Franklin, 1749) di ciò che da lungo tempo Hawksbee (1705),

Wall (1708) e Gray (1732) avevano sospettato: la loro sostanziale identità con le scariche elettriche [21].

Tuttavia, mentre nelle esperienze di laboratorio le cariche elettriche sono situate alla superficie di corpi conduttori (gli *elettrodi*), nei fenomeni naturali esse sono disseminate (per ciò che riguarda uno almeno degli elettrodi), e con densità assai piccola, entro un enorme volume d'aria: questa importante diversità fa intravedere la ragione della assai maggiore varietà che le scariche atmosferiche presentano.

Talune forme, anzi, di queste scariche, sono così rare e così singolari che v'è ancora chi dubita, per eccesso di prudenza, se esse, anziché avere una esistenza oggettiva, non siano per avventura, almeno sino ad un certo punto, l'effetto di illusioni ottiche. Si vuole qui alludere principalmente alle così dette [22] *scariche globulari* (l'apparenza è notoriamente quella d'una massa luminosa, di forma pressochè sferica, cadente lentamente dalla nube o spostandosi orizzontalmente se esistono correnti d'aria, la quale può anche rimbalzare se incontra un ostacolo; alla fine, una esplosione dissolve la massa, di cui non rimane altra traccia, forse, che un forte odore, da taluni attribuito ad ozono), delle quali vi è anche chi ha tentato (Toepler, Thornton) di abbozzare la teoria, per quanto siano estremamente poche le osservazioni d'una qualche attendibilità fatte in proposito; ed all'altro tipo di scarica [23] detto « a collana di perle », del



Fig. 4.

quale il nome fa intravedere l'aspetto, illustrato dalla fig. 4 (tratta da una fotografia ⁽²³⁾), che taluno mette in relazione col precedente, mentre altri lo considerano risolutamente come una illusione, dovuta alla vista di scorcio di fulmine di altro tipo.

Ma le forme più comuni sono quella della scarica a *bagliore* (che si presenta d'ordinario come un intenso bagliore diffuso illuminante più o meno vivamente la nube o l'orizzonte), e quella della scarica *lineare* (una linea brillantissima, fra due nubi o fra nube e suolo, ad andamento più o meno tortuoso, con o senza ramificazioni, le quali possono talvolta assumere importanza notevole). Molte volte, specie durante i temporali, la scarica assume apparentemente la forma a bagliore solo perchè circostanze casuali rendono invisibile all'osservatore la scarica lineare che ne è la vera causa; ma in altri casi, per esempio in quello dei lampi talvolta visibili verso l'orizzonte durante serene notti d'estate, vi sono fatti che inducono a pensare che possa trattarsi di un fenomeno nettamente diverso da quello della scarica lineare e avente forse qualche relazione con i fenomeni del tipo « corona » o, quando ha luogo nelle alte regioni dell'atmosfera, con le luminosità che si osservano nei tubi a vuoto attraversati da scariche elettriche.

Dal punto di vista dei pericoli che possono derivare alle persone ed alle cose, la scarica atmosferica di gran lunga più importante è tuttavia quella *lineare*, la quale è anche la più somigliante alle scariche che è possibile produrre e studiare nei laboratori. Ora, una prima classificazione di queste ultime può farsi ricordando che, a seconda della entità relativa delle cause dissipatrici di energia che agiscono nel circuito di scarica, esse possono essere *aperiodiche* od *oscillanti*. Qual'è la natura delle scariche atmosferiche?

Fu ammesso in passato con una certa facilità che le scariche atmosferiche fossero generalmente oscillanti; e con la stessa facilità, dando ad alcuni calcoli di Lodge una importanza eccessiva, ed un significato che forse non era nella mente del suo autore, si stimò che la frequenza fosse dell'ordine del milione di periodi per secondo [24]. Su queste conclusioni, trovandone deboli i fondamenti, si è più volte ritornati in questi ultimi quindici o venti anni, cercando di raccogliere un maggior numero di elementi di giudizio per tre vie diverse: 1) verificando col calcolo se, nelle condizioni medie nelle quali le scariche presumibilmente avvengono, siano o no soddisfatte le condizioni che sono indispensabili affinché la scarica sia oscillante; 2) discutendo gli effetti, diretti ed indiretti, che le scariche producono nei conduttori e nei circuiti; 3) studiando infine diretta-

mente, ad es., per mezzo di apparecchi fotografici rotanti, l'aspetto delle scariche.

La prima via è sicuramente la meno attendibile, a causa delle numerose ipotesi, in gran parte gratuite, che bisogna pur fare sulla natura e sul comportamento del circuito di scarica, e soprattutto, sulla sua resistenza ohmica; e chiunque abbia un certo senso fisico dei fenomeni non può non accogliere con molta diffidenza la semplicistica assimilazione *quantitativa* di una nube ad una delle armature *conduttrici* d'un condensatore, od il calcolo della resistenza offerta dall'aria, nella supposizione, ad es., che la colonna gassosa percorsa dalla scarica abbia un diametro di qualche decimetro.

Ben poco può dunque ricavarsi da queste verifiche. Così, l'Humphreys, supposto che la base della nube sia circolare, del raggio di tre km ed alta un km sul suolo, calcola approssimativamente in due millesimi di henry ed in un quarto di microfarad l'autoinduzione e la capacità del circuito, e ne conclude (in base alla nota condizione limite $CR^2 = 4L$) che la scarica sarà oscillatoria solo ove la resistenza del circuito sia inferiore a circa 200 ohm; conclusione, ad ogni modo, che lascia la questione ancora aperta per l'assenza di ogni criterio ragionevole di valutazione della resistenza ohmica realmente incontrata dalla scarica; o, per essere più esatti, della resistenza ohmica *equivalente* al complesso dei fenomeni dissipatori di energia che si producono durante la scarica. È tuttavia interessante ricordare che, prescindendo per un momento dalla questione se la scarica sia realmente oscillante o no, e ammettendo che sia oscillante, l'Emde si è proposto di calcolare quale sarebbe l'ordine di grandezza della frequenza della scarica; cosa che può farsi in quanto il termine più incerto, la resistenza del circuito di scarica, influisce poco, entro certi limiti, sulla frequenza. La conclusione a cui egli è arrivato è che, ammettendo per la nube e per la sua altezza delle cifre che sembrano ragionevoli (e sono dello stesso ordine di quelle, sopra citate, ammesse da Humphreys), la frequenza fondamentale della scarica non può superare *poche migliaia di periodi al secondo* ⁽²⁴⁾; conclusione che va prudentemente intesa nel senso che le correnti di scarica, se sono oscillanti, debbono generalmente appartenere al tipo delle *medie frequenze* (migliaia o decine di migliaia di periodi al secondo). [25]

Qualche cosa di più si ricava dallo studio dei fenomeni che le scariche producono.

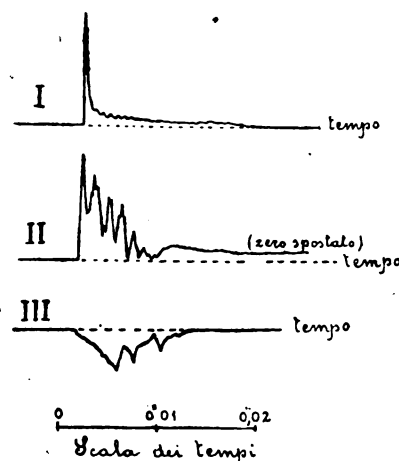


Fig. 5.

È fuori dubbio che le scariche atmosferiche perturbano quasi sempre le trasmissioni telegrafiche, facendo funzionare, con le correnti che esse inducono nelle lunghe linee di comunicazione, i *relais* di ricevimento, anche se sono polarizzati; d'altra parte, si conoscono casi innegabili di rovesciamento di po-

⁽²⁴⁾ La grande differenza fra questo risultato e ciò che in passato si ammetteva in base ad un calcolo fatto dal Lodge (*Lightning Conductors*, 1892, pag. 171), è essenzialmente dovuta alla diversità delle ipotesi di base; e, in particolare, alla superficie della nube. Allo scopo evidentemente di fare un caso simile, il Lodge assume in soli 100 m² l'area della nube che prende parte al fenomeno, e ne deduce una frequenza di 3 milioni di periodi al secondo; ma aggiunge egli stesso che la frequenza sarebbe minore per aree maggiori, citando il caso di aree di 10.000 m², per le quali la frequenza diventerebbe 10 volte minore. Sembra oggi verosimile ammettere che l'area della zona di nube più o meno interessata ad una scarica sia dell'ordine del chilometro quadrato; cioè, che il diametro equivalente della parte di nube interessata sia dello stesso ordine dell'altezza della nube sul suolo.

⁽²³⁾ La rarità del fenomeno rende assai difficile l'ottenimento di fotografie. La figura 4 è ricavata dalla sola fotografia, dovuta ad un caso eccezionalmente fortunato, che *sembra* riprodurre un autentico fulmine « a collana di perle ».

larità di dinamo, come pure casi di magnetizzazione locale permanente di rocce (per es., il basalto), in seguito a fulminazione [26]. Questi vari fenomeni esigono evidentemente che la corrente di scarica sia *unidirezionale*, oppure di tipo oscillante *assai smorzato*.

Una indagine più minuziosa è stata compiuta dal De Blois [27], tentando con l'oscillografo l'analisi delle correnti indotte dalle scariche atmosferiche in aerei di tipo radiotelegrafico, e riuscendo realmente a studiare, per questa via, una cinquantina di scariche atmosferiche. Ora, benchè queste correnti indotte presentino una notevole varietà d'aspetto, il De Blois le classifica in tre tipi fondamentali rappresentati bene dalle tre curve della fig. 5, riproducenti esattamente tre oscillogrammi rilevati nell'agosto 1913.

Carattere comune è l'assenza di cambiamenti di senso della corrente; mentre, se le scariche atmosferiche fossero state di natura nettamente oscillatoria, l'oscillografo avrebbe verosimilmente dovuto registrare dei cambiamenti di senso nelle correnti da esse indotte tutte le volte che la frequenza fondamentale del suo equipaggio mobile fosse stata maggiore o dello stesso ordine di quella della scarica; o, almeno, rimanere presso a poco inerte se si fosse trattato di frequenze assai maggiori.

Le tre curve, e specialmente le prime due, sembrano invece indicare che nella maggior parte dei casi le scariche atmosferiche sono essenzialmente costituite da violentissimi impulsi unidirezionali di corrente, i quali possono essere isolati (curva 1), costituendo allora senz'altro il fulmine, oppure presentarsi a gruppi (curva 2) di un piccolo numero di impulsi, aventi tutti la stessa direzione e succedentisi a brevi intervalli. La durata sensibile di ciascun impulso dovrebbe essere dell'ordine del millesimo di secondo (²⁵); assai più variabile sarebbe quella degli intervalli, i quali giungerebbero frequentemente a parecchi centesimi di secondo, sì da far salire talvolta ad alcuni decimi di secondo la durata *totale* del fenomeno.

È importante osservare che dalla circostanza dell'essere generalmente più intenso il primo degli impulsi di corrente *indotti* (curva 2), non può senz'altro dedursi che il primo degli impulsi *inducibili* (costituenti la scarica) è il più importante, ma solo che è quello durante il quale è massima la rapidità di variazione, in funzione del tempo, della corrente di scarica; in quanto è solo da questa rapidità, e non dal valore massimo che la corrente di scarica può raggiungere, che dipende il valore della forza elettromotrice indotta.

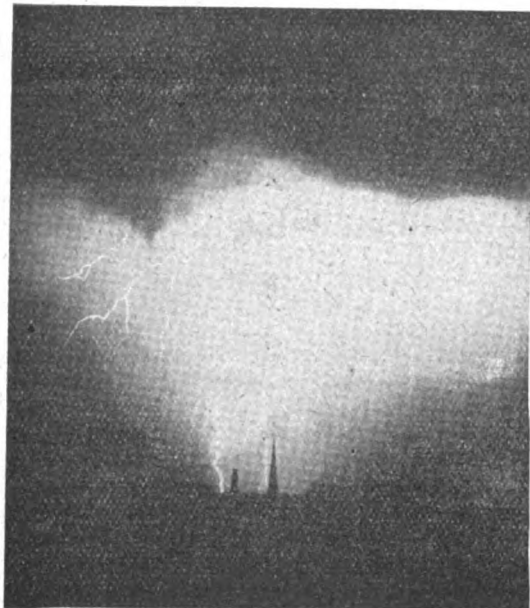


Fig. 6.

Si noterà poi la diversità di carattere che la curva 3 presenta rispetto le prime due; mentre queste si riferiscono a scariche dirette dalla nube al suolo, la 3 riguarda una scarica di *senso contrario*.

I tracciati oscillografici mostrano anche l'esistenza di flut-

(²⁵) Le durate dei cinque impulsi principali costituenti la scarica alla quale si riferisce la curva 2 risultano, dal grafico stesso, convenientemente ingrandito, rispettivamente di secondi 0,0005; 0,0015; 0,0016; 0,0014; 0,0012, circa.

tuazioni, sovrapposte alla corrente principale, di ampiezza piccolissima e di frequenza variabile fra qualche migliaio e quindici o venti mila periodi al secondo; ma non è facile decidere in modo definitivo fino a qual punto si tratti d'un fenomeno avente esistenza obbiettiva (nel qual caso esso sembrerebbe di importanza limitata) oppure di complicazioni dovute alle vibrazioni proprie (elettromagnetiche o meccaniche) del sistema antenna-oscillografo impiegato.

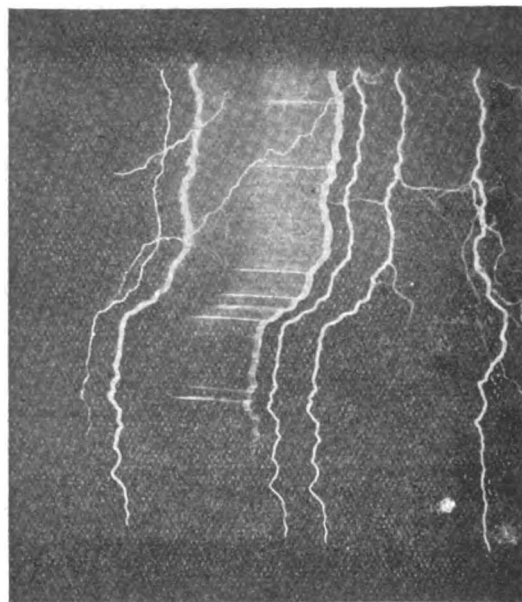


Fig. 7.

Le scariche atmosferiche perturbano intensamente anche le trasmissioni radioelettriche, tanto, anzi, che le stazioni radiotelegrafiche segnalano facilmente la presenza di temporali anche a grandi distanze; ma scarso profitto è stato tratto sino ad oggi dall'esame di queste perturbazioni. Può solo azzardarsi la conclusione che la facilità con la quale le stazioni riceventi segnalano le scariche, qualunque sia la lunghezza d'onda per la quale sono intonate, dimostri non solo la grande sensibilità dei dispositivi riceventi, ma, *forse*, anche il carattere *fortemente smorzato*, in generale, delle perturbazioni elettromagnetiche prodotte dalle scariche; il quale carattere si concilierebbe bene con la ipotesi delle scariche praticamente unidirezionali.

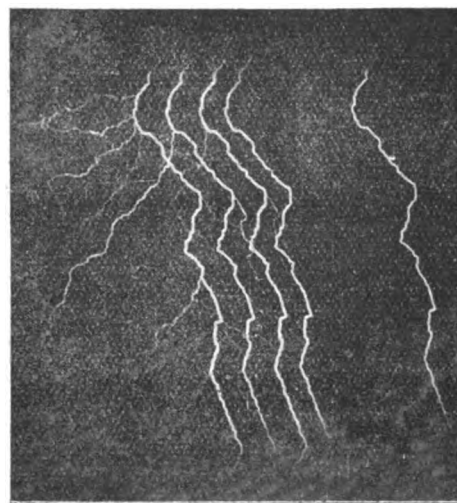


Fig. 8.

Finalmente, numerose ricerche sono state fatte procurando di fotografare con apparecchi rotanti le scariche atmosferiche (Weber, Walter, Larsen, ecc.), in guisa tale da metterne in luce il carattere. Possono ormai ritenersi acquisite, per questa via, le conclusioni che seguono [28].

Le scariche atmosferiche sono generalmente multiple; sono cioè costituite da un piccolo numero di scariche parziali (difficilmente più di sei o sette), aventi generalmente andamento simile (raramente identico, per altro), che l'apparecchio fotografico rotante separa senza difficoltà, a differenza dell'occhio, che le vede simultaneamente a causa della brevità

degli intervalli di tempo che le separano. Sono molto istruttive a questo riguardo le figure 6 e 7, tratte dai lavori ormai classici di Walter [28], che rappresentano una medesima scarica elettrica, avvenuta ad Amburgo, fotografata rispettivamente con un apparecchio fotografico immobile e con uno rotante (il

nei loro caratteri, conducono ad escludere nettamente che, nella grandissima maggioranza dei casi, queste scariche parziali possano essere considerate come le successive componenti di un'unica scarica di tipo oscillatorio. Si tratta invece, assai più probabilmente, di scariche che in un certo senso sono

indipendenti, per quanto costituiscano le varie fasi d'un unico processo di scarica, per es., d'una nube; la variabilità del loro numero, della loro distanza nel tempo e le altre particolarità si debbono in gran parte attribuire alla speciale natura, già rilevata, degli elettrodi (nubi, suolo) ed alla disseminazione delle cariche entro grandi volumi di corpi semi-conduttori (suolo, nubi), la quale disseminazione rende più lenta la ricostituzione di uno stato di equilibrio elettrico e più laboriose le fasi del processo di ricostituzione.

Rimane per altro la questione se quello che non è vero in generale possa esserlo in taluni casi particolari, sia pure rari; e se, ad ogni modo, ciascuna scarica parziale, considerata a sè, sia oppure no oscillatoria. È evidente, intanto, che il metodo dell'apparecchio fotografico rotante, così come deve essere inevitabilmente adoperato nelle investigazioni relative alle scariche atmosferiche, non ha che un « potere risolvete » limitato; può separare, cioè, più scariche successive solo a patto che l'intervallo di tempo che le separa non sia eccessivamente piccolo, di un ordine di grandezza non inferiore, ad esempio, a qualche centomillesimo di

secondo (²⁶); in altri termini, può rilevare sicuramente il carattere oscillatorio d'una scarica solo se la frequenza non superi alcune diecina di migliaia di periodi per secondo. Ora, sta di fatto che la maggioranza delle fotografie di scariche parziali non mostra alcun indizio chiaro che permetta di sospettare che si tratti di un insieme di più scariche succedentesi a brevissimi intervalli di tempo; sicchè, deve trattarsi o di scariche aperiodiche, o di scariche oscillanti così energicamente smorzate da essere praticamente ridotte alla prima semi-oscillazione, oppure di scariche oscillanti di frequenza altissima, superiore ad almeno centomila periodi al secondo. Di queste tre ipotesi, l'ultima appare la meno verosimile, ove si rieordinino le conclusioni, sulla natura delle scariche, alle quali è possibile giungere per altre vie; quanto alle prime due, esse differiscono praticamente assai poco fra di loro.

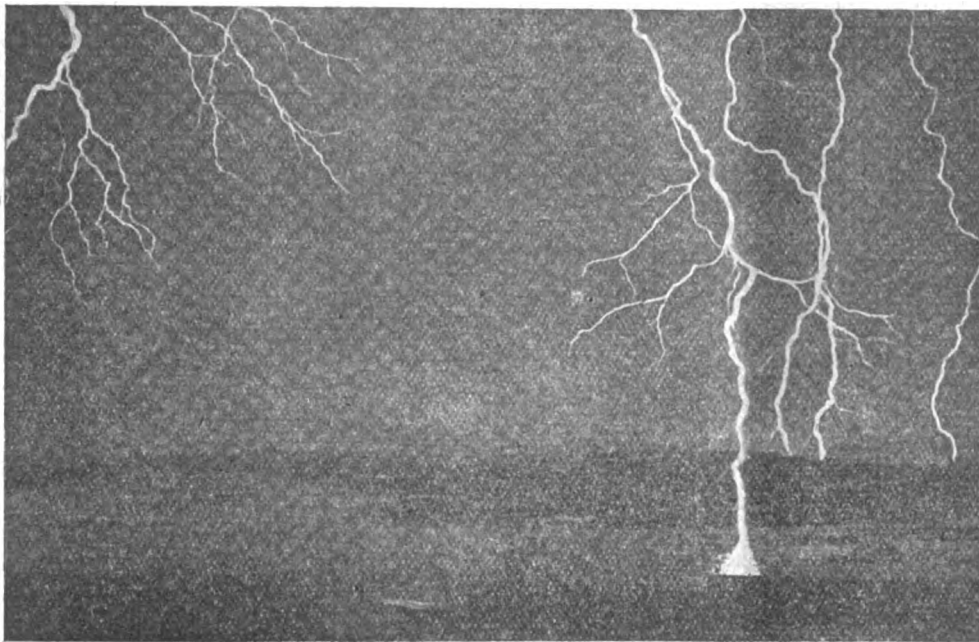


Fig. 9.

principio della scarica è a destra). La prima o le prime scariche parziali sono generalmente ramificate, come mostrano la figura 7 e la figura 8, tratta anch'essa dai lavori di Walter (nella figura 8 il principio della scarica è a sinistra); sicchè l'aspetto ramificato che le scariche assumono all'occhio dipende in parte dalle ramificazioni realmente esistenti nelle prime scariche parziali, ma in parte anche dalla sovrapposizione dei percorsi più o meno differenti (figura 7) delle successive scariche.

Accade assai spesso che non solo le ramificazioni, ma anche scariche di notevole importanza non giungano sino a colpire il suolo, disperdendosi, per così dire, nell'aria, sotto forma verosimilmente di scariche per effluvio, come è visibile nelle figure 7 e 8 e, soprattutto nelle figure 9, ricavata da una fotografia presa a Sydney (dall'Osservatorio, verso il porto) con un apparecchio fisso, e 9 bis, che rappresenta una scarica fra due nubi (Rudaux).

Questo fenomeno è stato messo in relazione con quello così detto delle scariche « preparatorie », o scariche « pilota », facili a riprodurre nei laboratori, consistente nella circostanza che la scarica principale fra due elettrodi è preceduta da una o più scariche minori, più deboli, di tipo in parte lineare, in parte per effluvio, le quali, ionizzando l'aria, rendono più facile la scarica principale. La fig. 10 è la riproduzione d'una fotografia ottenuta da Walter, con un apparecchio rotante, di una scarica di laboratorio, lunga pochi centimetri; sono chiaramente visibili quattro scariche preparatorie, succedentesi ad intervalli di tempo crescenti, che presentano il tipo lineare verso gli elettrodi ed il tipo ad effluvio nella parte centrale; si noterà che l'andamento lineare è più sviluppato a destra, dalla parte dell'elettrodo positivo (corrispondente alle nubi, elettrizzate per lo più positivamente).

È molto interessante anche la figura 11, tratta da un'altra classica fotografia (Larsen), relativa invece al caso d'una scarica che l'apparecchio fotografico rotante ha risolto in una moltitudine di scariche minori.

Ora, le irregolarità che si riscontrano costantemente nella durata degli intervalli che separano una scarica parziale dalla successiva come appare dalle figure 7, 11 ed 8, quelle che si verificano nella loro importanza relativa (deducibile qualitativamente dall'aspetto dei fotogrammi), nel loro percorso e

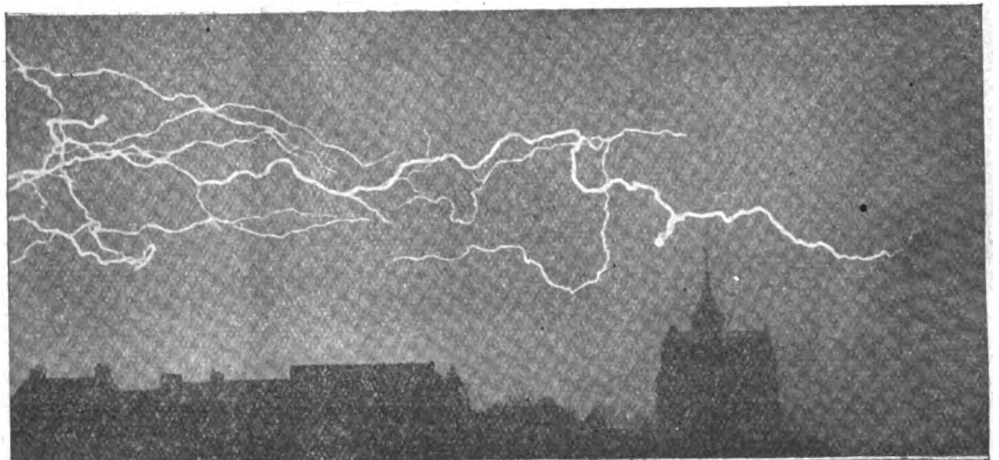


Fig. 9-bis.

In molti fotogrammi, per altro, taluna delle scariche parziali si mostra accompagnata da una luminosità più o meno notevole, ad orli generalmente degradati, che comunica alla scarica un aspetto come di nastro irregolare, con fluttuazioni di

(²⁶) In un apparecchio fotografico 9x12, con obiettivo di distanza focale normale (circa 15 cm.), ruotante di moto uniforme intorno ad un asse verticale (cioè, parallelo al piano della lastra sensibile) passante per il centro ottico dell'obiettivo, con una velocità di 10 giri al secondo, un intervallo di tempo di un millesimo di secondo corrisponde, sulla lastra, ad uno spostamento della immagine di circa 1 centimetro.

intensità tanto nel senso longitudinale quanto nel senso trasversale. Esempi di queste apparenze, estremamente variabili nei particolari, sono forniti dalle figure 7 e 11 già riportate, e dalle altre figure 12, 13 e 14; queste due ultime risultano da un forte ingrandimento delle primitive negative.

Ora, molte circostanze contribuiscono indubbiamente a rendere difficile un giudizio netto e definitivo. Intanto, il ben noto fenomeno dell'alone fotografico, che si manifesta ininvariabilmente tutte le volte che si fotografano oggetti di luminosità eccessiva oppure si prolunghi troppo la posa, deve aver certo una qualche parte in queste apparenze. L'alone si può bensì ridurre, ma non annullare, con l'uso di lastre fotografiche così dette « antialone » ⁽²⁷⁾, le quali, ad ogni modo, hanno raggiunto

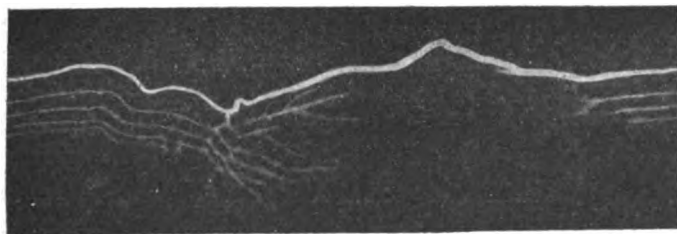


Fig. 10.

un certo grado di perfezione solo in questi ultimi dieci o quindici anni, dopo, cioè, l'epoca nella quale sono state prese le fotografie in questione; e la mancanza, per lo più, da parte degli autori, di indicazioni precise al riguardo, fa ritenere che nella maggior parte dei casi siano state usate lastre fotografiche usuali.

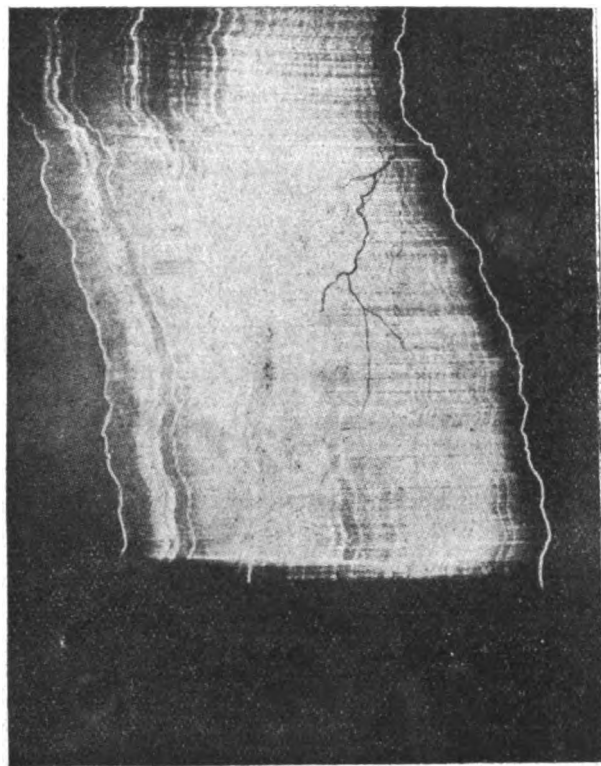


Fig. 11.

Ma poi, è stata avanzata e sostenuta, in due forme diverse (Touchet, Schmidt), l'idea che i gas attraversati da una scarica potente possano presentare una specie di *luminosità susseguente* alla scarica, magari aiutata dal persistere, per un certo tempo, con valori sempre più piccoli ma apprezzabili, della corrente di scarica, la quale si spegne sempre con legge asintotica [29]. Questa ipotesi è verosimile, in quanto non si tratterebbe che di ammettere nei gas attraversati dalle scariche atmosferiche un fenomeno che già è ben noto specie nei solidi e nei liquidi (fluorescenza, fosforescenza); nè può conside-

⁽²⁷⁾ Nelle quali l'interposizione di uno strato colorato, per lo più in rosso, fra l'emulsione sensibile e la lastra di vetro tende a ridurre il così detto « alone di riflessione »; mentre una colorazione giallastra o rossastra comunicata alla emulsione stessa tende a ridurre anche l'alone di diffusione.

rarsi come una obbiezione importante il fatto che questa luminosità susseguente manchi nelle fotografie delle scariche di laboratorio, troppo diverse essendo le quantità di energia che intervengono nei due casi. Certo, sembra ben difficile trovare una spiegazione più semplice delle luminosità nastriformi che si notano in talune delle figure precedenti.

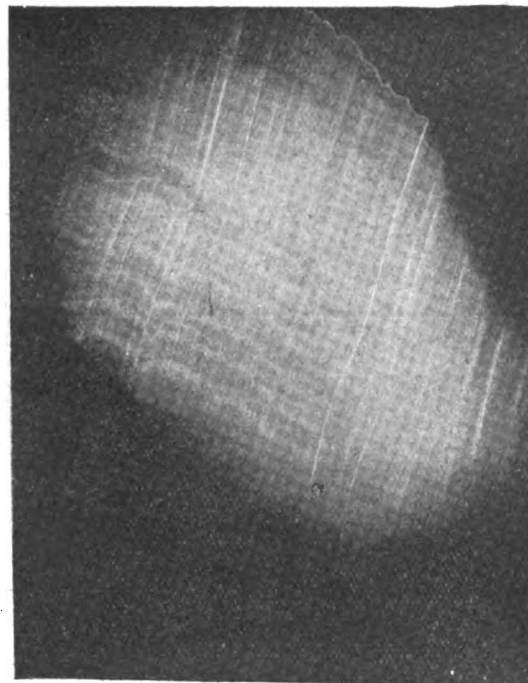


Fig. 12.

Quanto alla circostanza che non sempre le scariche parziali sono accompagnate da queste luminosità, basta pensare alla grande varietà di intensità che le scariche elettriche presentano; la quale varietà risulta senza alcun dubbio possibile dagli effetti talora imponenti, talora modesti che i fulmini sono capaci di produrre in condizioni poco differenti; ma risulta

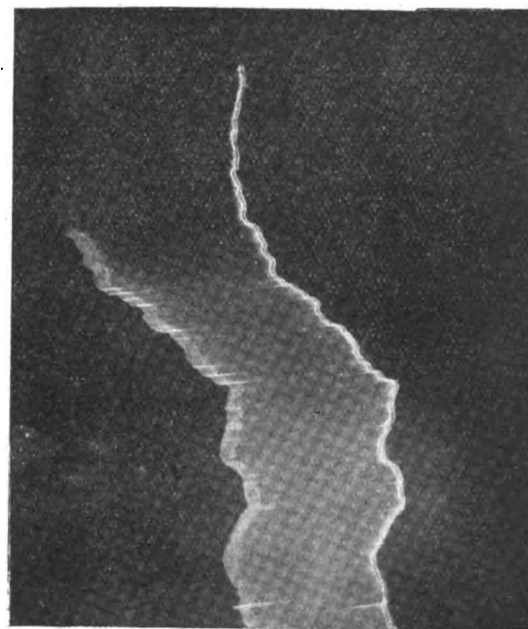


Fig. 13.

anche, indirettamente, dall'osservarsi talvolta sopra i fotogrammi quel curioso fenomeno che si chiama del « fulmine nero », e che è ben illustrato dalla figura 15, per quanto una traccia di fenomeno del genere sia visibile anche nella figura 11. Questo fenomeno è dovuto al così detto « effetto Clayden », cioè alla inversione d'immagine (da negativa in positiva, e viceversa) che si può avere quando la esposizione avuta dalla lastra è molto superiore a quella che sarebbe stata opportuna ⁽²⁸⁾, op-

⁽²⁸⁾ Centinaia di volte, forse; ma dipende dalla qualità della emulsione.

pure quando la luminosità dell'oggetto è enormemente maggiore di quella che sarebbe stata conveniente in relazione alla durata della esposizione; inversione che ben conoscono tutti coloro che hanno provato a fare fotografie notturne a lunga posa, includendo sorgenti artificiali di luce nel campo dell'obiettivo.

Ma v'è ancora la questione delle *fluttuazioni* di luminosità che si osservano nelle scariche nastriformi. Le fluttuazioni in senso longitudinale, visibilissime nella fig. 14 (dove, anzi,

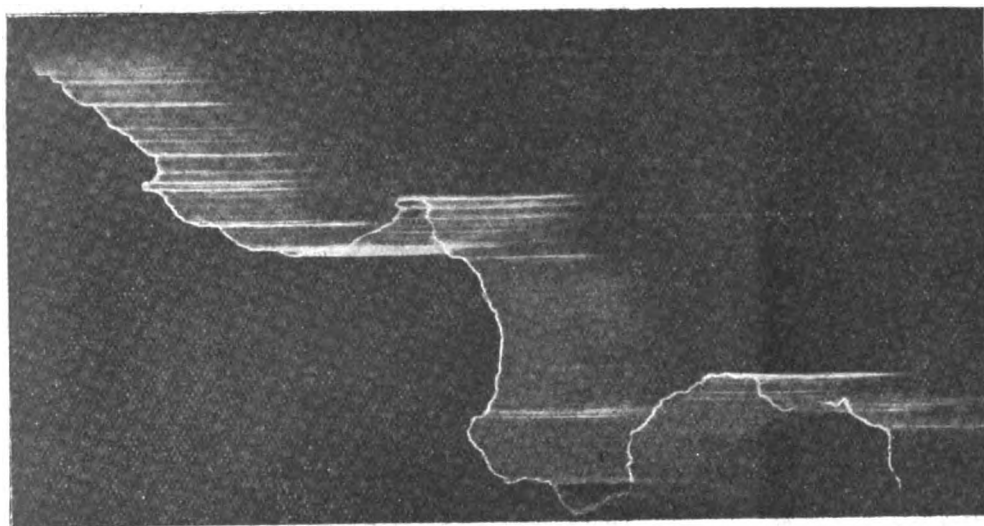


Fig. 14.

sono le sole visibili) sono quasi certamente dovute all'ineguale splendore che assumono i vari punti della scarica, a seconda che i singoli elementi corrispondenti della traiettoria sono visti più o meno di scorcio; esse hanno dunque importanza molto limitata. Quanto alle variazioni in senso trasversale (figg. 7, 11, 12, 13) esse inducono indubbiamente a ritenere che i massimi di luminosità corrispondano a vere e proprie scariche succedentisi a brevissimi intervalli di tempo ⁽²⁹⁾; ma nella maggior parte dei casi sembra ben difficile ritrovare nei fotogrammi quel minimo di regolarità, per es., nello spaziamento delle varie traiettorie, che dovrebbe sempre accompagnare una scarica oscillatoria vera e propria.



Fig. 15.

Per portare un po' più di luce su questo punto, altre interessanti esperienze furono fatte da Schmidt [29], osservando l'aspetto che presentava alla luce dei lampi un disco nero, sul quale erano disegnate due righe bianche secondo due diametri ortogonali, trascinato in rotazione alla velocità di circa 50 giri al secondo. Talvolta il disco appariva immobile, con una sola immagine netta, della croce bianca, attestando così che si trattava di una scarica unica, praticamente aperiodica, di brevissima durata (dell'ordine forse, del decimillesimo di secondo); ma più frequentemente erano visibili varie immagini della croce bianca, a distanze angolari variabili e di intensità pure variabili. La discussione minuziosa di queste varie apparenze ha condotto Schmidt alla conclusione che talune di esse possono veramente essere interpretate come prodotte da scariche atmosferiche di tipo oscillante, di media frequenza (al massimo

poche decine di migliaia di periodi per secondo); del resto, il metodo non si presta per il rilevamento di frequenze più elevate, ché un facile calcolo dimostra come nelle conclusioni più sopra accennate un intervallo di tempo di un ventimillesimo di secondo corrisponda ad uno spostamento angolare di circa un grado nella posizione delle righe bianche.

In conclusione, pur rimanendo ancora largo campo per ulteriori indagini sperimentali, il complesso delle ricerche fatte sino ad oggi, se dimostra la estrema varietà dei casi che si presentano in fatto di scariche atmosferiche, autorizza pure a sufficienza le affermazioni seguenti, che hanno grande importanza nei riguardi della protezione degli edifici. La scariche atmosferiche sono generalmente multiple, cioè formate ciascuna da un piccolo numero di scariche parziali. La durata sensibile di ognuna di queste scariche parziali è prossima, d'ordinario, al millesimo di secondo, pur potendo scendere anche al disotto del decimillesimo di secondo; gli intervalli di tempo che le separano variano comunemente da qualche millesimo ad oltre un decimo di secondo. Nella maggior parte dei casi, ciascuna di queste scariche parziali ha il carattere di un violentissimo impulso di corrente *praticamente* unidirezionale, rimanendo per altro incerto se si tratti di una scarica aperiodica vera e propria o di una scarica oscillante assai fortemente smorzata. Vi sono però indizi importanti, se non prove vere e proprie, che qualcuna

di queste scariche parziali possa essere, più raramente, di tipo oscillante poco smorzato, a frequenza media (migliaia o decine di migliaia di periodi per secondo).

Quanto, infine, ai fenomeni oscillatori di altissima frequenza dei quali si parlò in passato, nessun fatto accertato ne dimostra l'esistenza, e ragioni di carattere teorico li rendono poco probabili.

10. - Le caratteristiche quantitative delle scariche elettriche temporalesche.

È stato oggetto di numerose ricerche anche la determinazione dei principali elementi che definiscono, dal punto di vista elettromagnetico, l'entità del fenomeno di scarica; o, meglio, quella dei limiti entro i quali questi elementi d'ordinario variano: ché se sono grandi le differenze qualitative fra i vari tipi di scarica atmosferica (§ 9), sono grandissime anche le differenze di carattere quantitativo.

Fin qui, per altro, queste ricerche, più che a risultati sicuri, non hanno condotto che a congetture, più o meno fondate e verosimili.

Una prima questione è quella dell'entità delle differenze di potenziale alle quali le scariche atmosferiche sono dovute. Fu riconosciuto presto che la lunghezza ⁽³⁰⁾ delle scariche lineari fra nube e suolo, che sono quelle che più interessano, assume normalmente valori compresi fra alcune centinaia di metri e qualche chilometro; valori un po' minori caratterizzano le scariche fra due punti (la superiore e la inferiore, ad es.), d'una medesima nube (e queste scariche sembrano le più frequenti); invece, le scariche (relativamente più rare) fra due nubi differenti possono avere lunghezze grandissime, persino di quaranta o cinquanta chilometri [30]. D'altra parte, era anche noto da tempo che per provocare una scarica fra due elettrodi occorrono diff. di pot. dipendenti dalla forma degli elettrodi, ma sempre assai alte; occorrono, ad es., circa 7500 volt se si tratta di superare una distanza di un centimetro fra due punte d'ago, e circa 22 000 volt per una distanza eguale fra elettrodi sferici di grande diametro. Se ne dedusse perciò, extrapolando con molto ardimento, che nelle scariche atmosferiche intervenissero usualmente diff. di pot. di molti miliardi di volt; conclusione che oggi non può più essere senz'altro accettata.

Le esperienze di laboratorio, compiute su scala sempre più vasta, e sino a distanze esplosive di qualche metro, hanno difatti dimostrato che la diff. di pot. necessaria per produrre la scarica cresce molto meno rapidamente della distanza stessa. In taluni casi, ad es., si sono ottenute potenti scariche lunghe

⁽²⁹⁾ Come s'è già accennato, la luminosità che forma come il « fondo » dell'apparenza fotografica sarebbe verosimilmente dovuta ad altre cause; per es., alla luminosità susseguente dell'aria.

⁽³⁰⁾ La distanza fra i punti estremi, non lo sviluppo, notevolmente maggiore della traiettoria seguita dalla scarica.

oltre 5 metri con una diff. di pot. dell'ordine di due milioni di volt [31], cioè cinque volte minore di quello che indicherebbero le extrapolazioni fondate sulle esperienze a piccole distanze; inoltre, con l'aumentare della distanza e della diff. di pot. comincia a verificarsi talvolta quel caso che è comunissimo nei grandiosi fenomeni atmosferici: la formazione, cioè, di scariche preparatorie partenti da un elettrodo (più spesso il positivo) e terminanti non all'altro, ma in piena aria, sotto forma di scariche per effluvio ⁽³¹⁾; le quali scariche preparatorie, ionizzando fortemente l'aria, finiscono col permettere la produzione della scarica principale, fra i due elettrodi, con una diff. di pot. molto minore di quella che corrisponderebbe alla loro distanza. Numerose scariche di questo genere, terminanti per effluvio, sono visibilissime soprattutto sulla figura 9. Se si tien conto di tutto questo, e delle condizioni nelle quali si trova l'aria durante i temporali, disseminata come è di un numero sterminato di goccioline liquide, discretamente conduttive, di varie dimensioni, non sembrerà azzardata la conclusione, (già accennata nel § 6, che le diff. di pot. in giuoco durante le scariche atmosferiche possono raggiungere bensì valori altissimi (forse anche dell'ordine del centinaio di milioni di volt); non così grandi, per altro, come ebbe a credersi in addietro.

In una importante e recente pubblicazione su questo argomento [32] si insiste anche sopra un'altra ragione che impedirebbe di credere alla esistenza, durante i temporali, di diff. di pot. assai forti fra nube e suolo, cioè di campi elettrici molto intensi; la quale ragione avrebbe il suo fondamento nella forza elettrostatica che il campo esercita certamente sulle goccioline d'acqua elettrizzate cadenti. Ma è bene rilevare che le conclusioni quantitative alle quali si giunge in questa pubblicazione non sono sostenibili, essendo dovute ad un errore commesso durante i calcoli, in una trasformazione di unità elettriche ⁽³²⁾.

V'è poi un gruppo di varie altre questioni intimamente connesse fra di loro: quelle riguardanti i valori massimi che la corrente di scarica può raggiungere, la durata sensibile del fenomeno e le quantità d'elettricità messe in giuoco.

Nei riguardi della prima, si conoscono oggi due vie principali per giungere ad una valutazione approssimata dell'intensità massima delle correnti di scarica.

È stato, difatti, osservato spesso che tali correnti attraversando dei conduttori tubolari a parete sottile, facenti parte, ad es., di impianti per la protezione di edifici, ne hanno prodotto lo schiacciamento, come se il tubo fosse stato assoggettato ad una considerevole pressione esterna. È istruttiva a questo riguardo la fig. 16 (West Dodd), la quale rappresenta appunto, a destra un conduttore fulminato, ed a sinistra l'aspetto di un conduttore eguale, non colpito [33]. Si trattava, in questo caso particolare, d'un tubo di rame del diametro esterno di mm 16, spessore della parete mm 0,7, sul quale era infilato un secondo tubo di rame terminante a cono cavo (diametro esterno della

parte cilindrica, mm 17,4, spessore parete mm 0,7, lunghezza mm 70; lunghezza della parte conica, mm 120). Ora, l'unica spiegazione plausibile oggi nota di questo fenomeno è quella che ne fa risalire la causa alle azioni elettrodinamiche di attrazione fra i vari filetti di corrente che percorrono longitudinalmente il conduttore durante la scarica; azioni attrattive il cui effetto finisce appunto con l'essere analogo a quello di una pressione esterna. Il calcolo approssimato dell'entità di queste azioni e dei loro effetti in funzione delle dimensioni del conduttore e della intensità della corrente non offre difficoltà molto grandi [33], [34]; rimanendo però sempre incerti taluni elementi capaci di influire sulla resistenza meccanica del tubo (per es., il suo stato termico al momento dello schiacciamento; eventuali piccole deformazioni preesistenti, ecc.), il miglior partito è quello di far variare questi elementi e calcolare i limiti entro i quali, in corrispondenza, deve avere variato la corrente ⁽³³⁾. Si trova così, che per produrre gli effetti osservati, la corrente di scarica deve avere raggiunto valori massimi compresi verosimilmente fra circa 20 000 e circa 100 000 ampere.

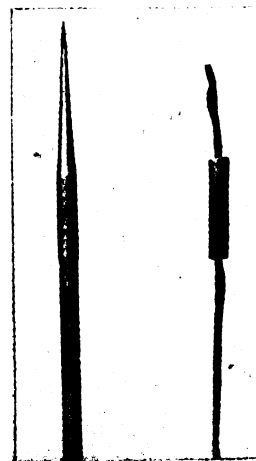


Fig. 16.

Affatto diversa è l'altra via. Fu osservato da Pockels [35], durante alcune ricerche sulle proprietà magnetiche del basalto, che se un campione di questa roccia viene sottoposto ad un campo magnetico unidirezionale, ma variabile, il suo magnetismo residuo dipende esclusivamente dal valore massimo che il campo magnetico ha raggiunto; il modo di variare del campo non ha alcuna influenza apprezzabile, al pari della durata sensibile dell'intervallo di tempo (che può anche essere straordinariamente breve) durante il quale è stato mantenuto il valore massimo. Determinando allora preventivamente, con esperienze di laboratorio, qual'è la relazione fra valore massimo del campo magnetico e magnetismo residuo del basalto, dalla sola conoscenza di quest'ultimo si può, in altri casi, risalire a quella del campo induttore, cioè, ove sia noto il modo nel quale quest'ultimo è stato prodotto, alla conoscenza del valor massimo raggiunto dalla corrente magnetizzante. Ora, le rocce basaltiche presentano talvolta (sia pure raramente) delle magnetizzazioni affatto locali, circoscritte a piccole zone superficiali, per le quali da tempo è stata avanzata la ipotesi che si tratti dell'effetto di scariche atmosferiche che dovrebbero avere colpito la roccia in quei punti, od in punti assai prossimi, talvolta chiaramente identificabili per tracce di altra natura (alberi abbattuti, ad esempio), lasciate dalla scarica. Ammessa questa ed alcune altre inevitabili ipotesi complementari sulla via percorsa dalla corrente, ed ammesso pure che le scariche fossero unidirezionali, il Pockels ha potuto stimarne i valori massimi presumibili; ed ha trovato, a seconda dei casi, cifre variabili fra alcune migliaia di ampere e circa 20 000 ampere. Ove si tenga conto che alcune fra le più importanti cause verosimili di errore (la possibile lenta diminuzione, col tempo, del magnetismo residuo, il carattere non assolutamente unidirezionale delle scariche, ecc.) tendono ad influire nel senso di dare valori inferiori al vero, non si potrà negare un certo

⁽³¹⁾ La così detta *brush discharge*.

⁽³²⁾ Ammesso che una pioggia temporalesca possieda una elettrizzazione media pari a 6 unità elettrostatiche per cm. cubo, cioè per grammo (§ 6; si tratta di un valore elevato, ma non eccezionale), la forza d'origine elettrostatica a cui un grammo di pioggia sarà sottoposto in un campo di 30.000 volt per cm. (è il campo che corrisponde alle d.d.p. necessarie per scariche molto corte fra elettrodi di grandi dimensioni) si otterrà, in dine, moltiplicando la carica per il campo, ridotto in unità elettrostatiche c.g.s. anch'esso. E, poichè l'unità elettrostatica di d.d.p. è eguale a 300 volt, la forza cercata sarà: $\frac{6 \times 30000}{300}$ dine,

cioè gr. 0,612; circa sei decimi, dunque, del peso della pioggia. La coesistenza di questa forza al peso sarà difficilmente rilevabile (sia che si aggiunga al peso, sia che tenda a diminuirlo), in quanto si traduce sostanzialmente in una variazione di velocità dello stesso ordine delle variazioni che numerose altre cause (intensità delle correnti verticali d'aria, grandezza delle gocce ecc.), tendono a produrre.

Ma nella pubblicazione sopra citata, la forza in questione viene stimata 300 volte più grande, cioè pari a circa 200 volte il peso della pioggia, per aver evidentemente ommesso di convertire il campo in unità elettrostatiche; e non v'ha dubbio che, se fosse così, l'esistenza di questa forza, capace di far discendere o salire le goccioline liquide con velocità grandissima, non dovrebbe sfuggire alla osservazione più grossolana.

È strano che un simile errore non sia stato rilevato, perchè se ne sarebbe dovuto logicamente dedurre che in realtà il campo elettrico durante i temporali è varie centinaia di volte minore da quello sopra ammesso, cioè dell'ordine di un centinaio di volt, appena, per cm.: ma allora per produrre scariche lunghe molte centinaia di metri sarebbe dovuto bastare una d.d.p. di qualche milione di volt; ed è noto invece da tempo che con queste d.d.p., alle quali nelle esperienze di laboratorio ci si può ormai avvicinare, non si ottengono che scariche di qualche metro di lunghezza.

⁽³³⁾ Il problema della resistenza d'un tubo sottile ad una pressione esterna ha qualche analogia con l'altro più noto, d'una asta sottile assoggettata a pressione assiale. In tutti e due i casi le azioni esterne dovrebbero dare luogo essenzialmente a sollecitazioni di pressione; ma le inevitabili irregolarità preesistenti nel corpo o verificantisi nella applicazione della forza danno luogo a sollecitazioni di flessione che diventano presto di importanza preponderante, ma calcolabile solo attraverso alcune ipotesi.

grossolano accordo fra questa stima e la precedente; potrà perciò ammettersi come assai probabile che le correnti di scarica raggiungono non di rado valori massimi di alcune decine di migliaia di ampere.

Più facili sono le determinazioni riguardanti la durata sensibile (³⁴) della scarica (o meglio, di ciascuna delle scariche parziali che costituiscono il fenomeno, § 9), e più diretti i metodi impiegabili; i principali dei quali sono l'esame dei fotogrammi ottenuti con apparecchi fotografici rotanti con velocità angolare nota (§ 9), l'aspetto assunto alla luce dei lampi da corpi in moto [29], o lo studio, per es., oscillografico [27], delle correnti indotte dalle scariche atmosferiche in altri conduttori.

In aggiunta a quello che già si è detto al riguardo (§ 9), basterà rilevare che v'è un discreto accordo fra i risultati ottenibili con i vari metodi: per quanto, naturalmente, è consentito dalla varietà dei casi possibili.

In 38 misure di durata che ebbe modo di eseguire, il De Blois [27] trovò durate (s'intende di ciascuna scarica parziale, § 9; esclusi dunque gli intervalli, assai più lunghi, fra una scarica parziale e l'altra) variabili fra 0,0002 secondi e 0,0016 secondi; la durata media risultò di 0,000 65 secondi. Può dunque ammettersi, con sufficiente sicurezza, che la durata di ogni scarica parziale si scosti poco, per lo più, da un millesimo di secondo, pur potendo assumere, in casi relativamente rari, valori alquanto maggiori o notevolmente minori. La durata totale del fenomeno, inclusi gli intervalli fra una scarica e l'altra, le scariche preparatorie ecc., è invece assai più grande, non essendo rari i casi nei quali giunge a qualche decimo di secondo.

E finalmente, combinando insieme i valori probabili delle correnti di scarica con le durate sensibili delle scariche stesse, si giunge ovviamente alla conclusione, nella ipotesi di scariche pressochè unidirezionali, che le quantità d'elettricità normalmente in giuoco nelle scariche atmosferiche non superano alcune decine di coulomb, pur potendo notevolmente variare, come tutte le altre grandezze, intorno a questo valore medio.

11. - Sopra gli effetti termici delle scariche temporalesche.

Una verifica a posteriori della attendibilità di tutte queste varie cifre, o, meglio, del loro ordine di grandezza, può aversi dall'esame dell'entità di altri effetti, più complessi, delle scariche; fra i quali è specialmente interessante l'effetto termico.

Ammessi, difatti, i valori sopra accennati per l'intensità massima della corrente di scarica e per la sua durata sensibile, è evidentemente possibile valutare la quantità di calore destata dal passaggio della corrente in conduttori di forma e dimensioni assegnate; e da questo è possibile dedurre l'entità massima degli effetti di fusione, di decomposizione o di evaporazione che la scarica sarebbe in grado di produrre. In particolare, specie nel caso dei conduttori metallici, bisognerà tener conto che le correnti di scarica, attesa la loro estrema variabilità in funzione del tempo (sia che siano oscillatorie, sia che non lo siano) presenteranno certo un « effetto di superficie » spiccatissimo: che, in altri termini, la resistenza ohmica apparente dei conduttori sarà maggiore di quella opposta alle correnti costanti.

Un calcolo di questo genere, ove si voglia condurlo con molta esattezza, incontra non poche difficoltà per i conduttori di forma diversa dalla cilindrica, soprattutto se si tratti, come è appunto il caso molto spesso, di materiali magnetici (ferro); chè la permeabilità, generalmente di ben difficile estimazione, influisce assai sull'entità dell'effetto di pelle. Ma è generalmente sfuggito, a chi si è occupato di questo argomento, che la questione della permeabilità non ha qui alcuna importanza reale, perchè quello che interessa è soprattutto lo studio dei casi nei quali la temperatura del conduttore diventi così alta da lasciar temere la possibilità di deformazioni in seguito alla plasticità acquistata o, addirittura, la possibilità di fusioni; ed a queste temperature, la permeabilità dei materiali magnetici di cui può trattarsi (ferro, nichel) ridiventa, come è ben noto, costante ed eguale all'unità.

Un caso interessante è quello delle punte metalliche coniche che si mettevano in passato (e continuano ancora a mettersi, sia pure meno di frequente) all'estremo di aste verticali facenti parte dell'impianto di protezione, dalle scariche at-

mosferiche, degli edifici. Per calcolarne il comportamento in modo semplice, si può immaginarle formate da tanti elementi cilindrici, di diametro via via decrescente, uniti per le basi: ove si prendano questi tratti sufficientemente corti (qualche millimetro, ad es., nel caso delle comuni punte) il comportamento del loro insieme non differirà sensibilmente da quello della punta vera e propria. Basterà allora calcolare, per un certo numero di elementi, la loro resistenza reale od apparente, poi il calore sviluppato della corrente e, nella ipotesi che tutto il calore rimanga in ciascun tratto (l'estrema brevità del fenomeno e la relativa lentezza con la quale il calore si propaga autorizzano a sufficienza questa supposizione), la temperatura raggiunta: avverrà un principio di fusione quando il calore sviluppato sarà maggiore di quello occorrente per portare il tratto di conduttore dalla temperatura ordinaria a quella di fusione; e la fusione sarà completa se l'eccesso di calore egualgerà o supererà il così detto calore di fusione.

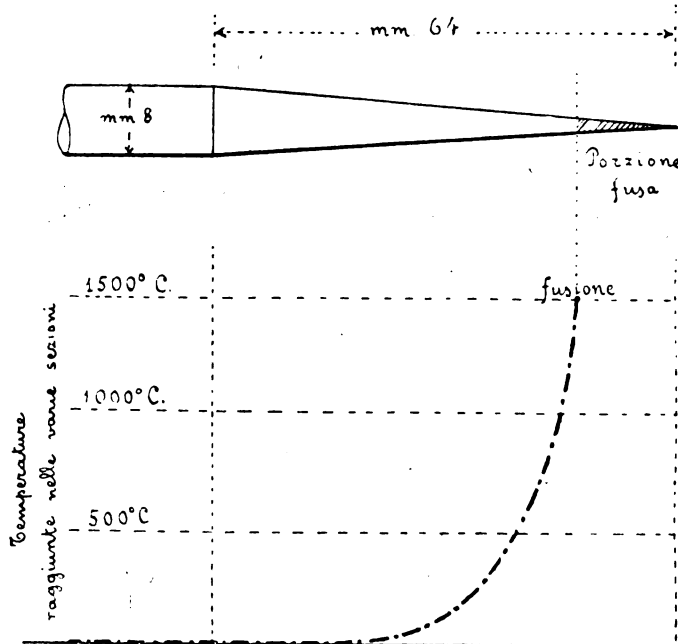


Fig. 17.

La figura 17 rappresenta il risultato di un calcolo del genere, relativo ad una punta di ferro di apertura $\frac{1}{8}$ (cioè di lunghezza otto volte maggiore del diametro di base) formante il prolungamento di un'asta cilindrica, pure di ferro, del diametro di 8 mm. La resistenza apparente di ogni tratto è stata calcolata con le relazioni ormai ben note [36], nella ipotesi che, dal punto di vista dell'effetto di pelle, la scarica si comportasse come una corrente oscillante di frequenza 20 000; quanto alla permeabilità, si è supposto che fosse eguale ad 1 nei tratti, più vicini alla punta, per i quali si ottenevano temperature superiori ad 800° C. (³⁵); al disotto di questa temperatura, si è supposto che la permeabilità avesse il valore 2,5. Si è immaginato, in conformità delle conclusioni del § 10, che dal punto di vista degli effetti termici la scarica equivallesse ad una corrente che mantenesse per un mezzo millesimo di secondo il valore di 30 000 ampere; infine, per le costanti elettriche e termiche del materiale si sono assunti i valori generalmente accettati (³⁶).

(³⁵) E' noto che il ferro perde completamente le sue speciali proprietà magnetiche un po' prima da questa temperatura; per il nichel (che talvolta si impiega o per ricoprire o per formare le punte, in sostituzione del ferro) avviene lo stesso fenomeno a temperatura assai più bassa.

(³⁶) Per la resistività elettrica del ferro, notoriamente variabile nei materiali del commercio, si è assunto il valore medio di 14 microhm-cm.; per la densità, il valore 7,8; per la temperatura di fusione, 1530° C. (anche questa temperatura varia sensibilmente con la proporzione del carbonio); per il calore di fusione, pure variabile, 30 calorie-grammo per grammo di ferro. Quanto al calore specifico, esso dipende notevolmente dalla temperatura; sino a 150 C., lo si può assumere eguale a 0,11; ma sale a 0,12 a 200°, a 0,14 verso 300°, a 0,18 verso 500° ed a 0,32 verso 700°, per poi ridiscendere a 0,22 intorno ai 900° ed a 0,20 verso i 1200°. Il valor medio da assumere caso per caso dipenderà dalle temperature estreme. Tra la temperatura ordinaria, ad es., e quella di fusione potrà prendersi eguale a 0,21.

(³⁴) Trattandosi d'un fenomeno che si spegne certamente con leggi di tipo « asintotico », la sua durata totale è infinitamente grande. Non può dunque parlarsi, in questo come in altri casi, che di durata « sensibile », cioè dell'intervallo di tempo per il quale la corrente di scarica mantiene valori non troppo piccoli rispetto il valore massimo; non minori, ad es., di qualche centesimo di questo massimo.

Appare chiaramente dalla figura (in alto, è il disegno della punta; in basso, sono stati indicati per mezzo di una curva gli aumenti di temperatura corrispondenti alle varie sezioni: la curva è stata troncata quando ha raggiunto la temperatura di fusione del materiale) che l'aumento di temperatura prodotto dalla corrente di scarica è minimo (non giunge ai 20° C.) per il conduttore principale, del diametro di 8 mm; ma cresce con estrema rapidità col diminuire del diametro⁽³⁷⁾, sì da giungere a circa 400° per un diametro di 3 mm e da toccare la temperatura di fusione per un diametro molto vicino a 2 mm. La scarica, dunque, produrrebbe verosimilmente la fusione di tutta la parte della punta dove il diametro della sezione retta non supera i 2 mm, cioè per una lunghezza poco minore di 2 centimetri.

E ancora da osservare che dai dettagli numerici del calcolo risulta che, in questo caso, variazioni, *anche molto forti*, nei valori della « frequenza equivalente » (sopra assunta in 20 000) e della permeabilità del materiale, avrebbe influenza sensibile solo nelle sezioni dove il conduttore ha il diametro maggiore, cioè dove sono minori certamente gli aumenti di temperatura; dunque, nei riguardi dei fenomeni di fusione, i risultati dell'accennato calcolo dipendono essenzialmente dalla natura del materiale⁽³⁸⁾ e dalle ipotesi sulla intensità e sulla durata della corrente di scarica, non dalle altre supposizioni.

E poichè l'ordine di grandezza dei fenomeni di fusione che il fulmine d'ordinario produce nei conduttori che investe non è troppo diverso da quello che i calcoli poc'anzi riportati permettono di prevedere, non sarà eccessivo dedurne che le conclusioni quantitative del § 10 non sono in contrasto con l'esperienza nei riguardi degli effetti termici, ora considerati, del fulmine.

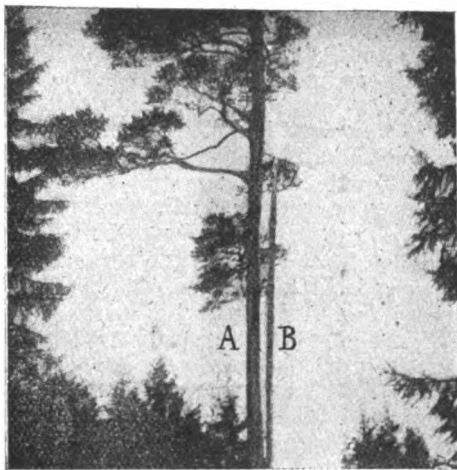


Fig. 18.

Indirettamente collegati con l'effetto termico sono numerosi altri fenomeni che il fulmine talvolta produce; e fra questi è relativamente comune il caso di alberi che la scarica ha spaccato in senso longitudinale, proiettandone magari a distanza dei frammenti, analogamente a quanto avrebbe potuto produrre una esplosione interna. Le figure 18 e 19 illustrano [37] un caso abbastanza tipico, relativo ad un pino silvestre alto 26 metri, il cui tronco, che misurava circa 50 cm di diametro, è stato spaccato per una lunghezza di quasi 14 metri. Si pensò in passato a fenomeni di carattere elettrolitico prodotti dalla corrente di scarica, cioè alla formazione pressochè istantanea di forti quantità di gas nell'interno dell'albero in seguito alla decomposizione elettrolitica dell'acqua che il legno sempre contiene. Se si accettano, tuttavia, le con-

⁽³⁷⁾ Se non vi fosse l'azione correttiva dell'effetto di pelle (la cui entità diminuisce col diminuire del diametro) poichè la resistenza varia col quadrato del diametro, ed il peso del conduttore varia con legge inversa, gli aumenti di temperatura (dato che il calore rimanesse in ogni elemento di conduttore e che il calore specifico fosse costante) dovrebbero crescere inversamente alla quarta potenza del diametro.

⁽³⁸⁾ Ove si volessero ripetere per punte di rame, si potrà assumere 1,7 microhm-cm come resistività; 8,8 come densità; 1080° C. come temperatura di fusione; e 42 calorie-grammo, per grammo di materiale, come calore di fusione. Il calore specifico del rame, che è di 0,092 alla temperatura ordinaria, cresce lentamente con la temperatura; il suo valore medio fra la temp. ord. e quella di fusione potrà assumersi eguale a 0,11.

clusioni del precedente paragrafo, si deve osservare che alcune diecine di coulomb (§ 10) non possono decomporre che alcuni milligrammi di acqua, dando origine ad una quantità di gas, occupanti alla pressione e temperatura ordinaria un volume che è solo una piccolissima frazione di litro, troppo piccola per produrre gli effetti più volte constatati. Ma se si calcola la quantità di calore che un impulso di corrente della entità poc'anzi ammessa produce in un conduttore, si trova

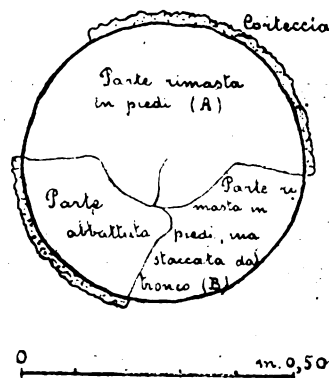


Fig. 19.

ch'esso è dell'ordine di un migliaio di grandi calorie per ogni ohm di resistenza. Ora, per ridurre in vapore un kg di acqua preso alla temperatura ordinaria, occorrono poco più di 600 grandi calorie; ed un kg di vapore saturo a 100° C. ha un volume di 1650 litri, cioè circa 1650 volte superiore a quello del liquido dal quale ha origine. Se dunque si immagina che la resistenza ohmica dell'albero colpito sia anche solo di alcuni ohm⁽³⁹⁾, la quantità di calore sviluppato per effetto Joule, supposta in gran parte concentrata lungo le linee di maggior conduttività, sarà sufficiente per produrre la formazione improvvisa di alcune migliaia o diecine di migliaia di litri di vapore, i quali, in un primo istante⁽⁴⁰⁾, agiranno come i gas di un esplosivo e potranno anche produrre la spaccatura dell'albero lungo la linea di minor resistenza.

Non è detto, del resto, che l'acqua trasformata quasi istantaneamente in vapore sia la sola causa di questi fenomeni di carattere esplosivo; effetti analoghi possono essere prodotti dalla volatilizzazione di altre sostanze che si trovino eventualmente negli oggetti colpiti e nei quali abbia a localizzarsi la maggior parte del calore sviluppato dalla scarica. Del resto, la varietà e l'importanza dei fenomeni termici, chimici e meccanici che già sono in grado di produrre le relativamente modestissime scariche colle quali si riesce a sperimentare nei laboratori, lasciano facilmente intendere la possibilità che fenomeni più imponenti siano prodotti dalle scariche atmosferiche, nelle quali sono impegnate quantità di energia incomparabilmente più grandi; quantità di energia che, in base alle conclusioni del § 10, possono raggiungere talvolta il miliardo di chilogrammetri, cioè qualche migliaio di chilowatt-ora; e, dissipate in alcuni millesimi di secondo, dare luogo a valori istantanei della potenza di molte centinaia di migliaia di chilowatt.

12. - Caratteristiche secondarie delle scariche elettriche.

Gli studi sopra le scariche atmosferiche non si sono fermati alle sole caratteristiche discusse nei § § precedenti. Ma poichè le altre hanno minore importanza nei riguardi delle finalità del presente scritto, così basteranno pochi cenni in proposito.

⁽³⁹⁾ Date le dimensioni usuali degli alberi, tanto la lunghezza del tronco quanto la sua sezione sono espresse, rispettivamente in cm. e cm.², da numeri dello stesso ordine. Ne segue che anche la resistenza ohmica del tronco sarà dello stesso ordine, numericamente, della resistività media del materiale di cui è costituito, espressa in ohm-cm. Ora, questa resistività è molto diversa da un punto all'altro del tronco, e dipende dalla natura della essenza, dalla età della pianta e dalla stagione; ma difficilmente scende al disotto di qualche migliaio di ohm-cm. E' verosimile, tuttavia, che sia molto minore la resistenza ohmica dei tronchi bagnati dalla pioggia.

⁽⁴⁰⁾ In un primo istante solo; perchè i prodotti della deflagrazione dei comuni esplosivi sono in gran parte dei gas che tendono ad espandersi fino alla pressione atmosferica, mentre qui si ha formazione di vapore acqueo che tende facilmente a condensarsi in conseguenza della stessa sua espansione.

L'esame allo spettroscopio della luce dei lampi non ha rivelato grandi differenze con la luce emessa dalle scariche che è possibile ottenere nei laboratori, tenuto il debito conto dell'influenza degli elettrodi. La figura 20, tolta da un classico lavoro di Fox [38], riproduce l'insieme di due fotografie: quello (inferiore) sullo spettro d'una scarica nell'aria, di laboratorio, e quella (superiore) dello spettro di un lampo, ottenute col medesimo spettrografo ⁽⁴¹⁾. Al disotto della fotografia sono indicate le lunghezze d'onda (in unità Angström) di talune righe o bande più notevoli (azoto).

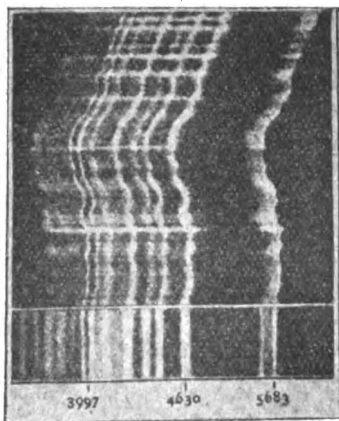


Fig. 20.

I lampi possono essere di due colori principali: tendenti al bianco, oppure al rosa violaceo. Lo spettroscopio dimostra che in questo secondo caso la luce del lampo contiene alcune fra le più caratteristiche righe dell'idrogeno reso luminoso dal passaggio delle scariche elettriche; idrogeno che deriva evidentemente dalla decomposizione elettrolitica dell'acqua incontrata dalla scarica lungo la sua traiettoria.

Qualche discussione ebbe pure a sollevare lo speciale carattere che presenta il rumore prodotto dalla scarica, cioè il tuono, ben diverso com'è dal rumore delle ordinarie scariche di laboratorio. Ma, in sostanza, la lunga durata dei tuoni, e le loro irregolari fluttuazioni di intensità trovano una spiegazione abbastanza semplice nel complesso di varie circostanze innegabili. Anzitutto, la sua origine (come per le scariche di laboratorio) sta nell'onda di compressione che ha origine dalla scarica, e che si proroga a partire dai vari punti della traiettoria della scarica in seguito alla brusca dilatazione (per effetto del calore sviluppato) dell'aria direttamente attraversata dalla scarica. Di questa onda di compressione sono state anche fatte (Wood) delle fotografie, con un elegante metodo [39], profittando del diverso indice di rifrazione che ha l'aria compressa rispetto all'aria alla pressione ordinaria. Ora, riflettendo che i vari punti della traiettoria della scarica, che può essere lunga qualche chilometro, ed anche più, si trovano a distanze molto diverse dalla persona dell'osservatore, e che il suono si propaga con una velocità relativamente piccola (circa 340 metri al secondo alla temperatura di 15°), si comprende senza difficoltà come le varie onde di compressione generate dai singoli elementi della traiettoria, essendo partite quasi simultaneamente (per la durata relativamente brevissima della scarica) debbono arrivare *successivamente* all'orecchio dell'osservatore: una differenza di distanza, fra osservatore ed elementi di traiettoria, di un solo chilometro, significa già un ritardo di circa 3 secondi nell'arrivo del rumore della scarica. Quanto alle variazioni di intensità, esse dipendono dal possibile arrivo contemporaneo all'orecchio di onde partite simultaneamente da punti bensì diversi della traiettoria della scarica, ma situati a distanze eguali dall'osservatore; oppure, ove la scarica sia multipla, come è il caso più frequente, dall'arrivo di più onde partite

⁽⁴¹⁾ Malgrado l'aspetto, presentante qualche somiglianza con alcune precedenti figure, non è da confondere questa con le fotografie prese con apparecchi fotografici rotanti. Qui l'apparecchio era immobile; le successive righe o striscie delle due fotografie sono dovute alla *dispersione* operata dal prisma che era davanti all'obiettivo dell'apparecchio fotografico. Si tratta dunque d'una dispersione a seconda del colore delle luci elementari costituenti il lampo, non di una dispersione in funzione del tempo, delle varie fasi della scarica, come nelle precedenti figure 7, 8, 10, 11, ecc.

in istanti diversi (corrispondenti alle diverse scariche parziali) da elementi della traiettoria aventi dall'osservatore diversità di distanze tali da compensare le differenze di tempo. Si tende, oggi, nella spiegazione delle particolarità dei tuoni, a dare importanza limitata al fenomeno della riflessione (operata dal suolo, da montagne vicine, o dalle stesse nubi) del suono; e questo perchè le osservazioni non rivelano differenze ben nette e sufficientemente costanti fra le caratteristiche del tuono nelle varie regioni (in montagna, in collina, in pianura, alla superficie del mare).

Benchè si citino casi di tuoni percepiti sino a distanze di oltre 25 km dal luogo ove la scarica atmosferica ha avuto luogo, pure d'ordinario essi cessano di esser sentiti a distanza superiori a 12 o 15 chilometri.

(continua).

INTERRUTTORI AUTOMATICI IN OLIO

□ (Loro costruzione - Scelta - Impiego) □

Ing. O. L'EPPLATTENIER



Riassunto delle due Conferenze tenute alla Sezione di Torino
:: :: :: :: il 31 marzo e il 16 aprile 1923 :: :: :: ::

Generalità

Gli interruttori nell'olio debbono essere capaci di interrompere la circolazione dell'energia elettrica, senza dar luogo ad alcun incidente, sia nel circuito, sia nell'apparecchio.

Per poter interrompere sicuramente una data potenza, un interruttore deve soddisfare a tre requisiti costruttivi speciali:

1) le parti conduttrici di corrente debbono avere la possibilità di sopportare, senza riscaldamento dannoso, il passaggio continuo della corrente massima normale;

2) le parti sotto tensione debbono essere isolate rispetto alle parti conduttrici circostanti per la tensione normale di esercizio aumentata della sicurezza necessaria;

3) l'interruttore deve poter assorbire l'energia trasformata in calore dal fenomeno dell'interruzione, in casi straordinari, senza riscaldamento dannoso, deterioramento, o effetto esplosivo, magari anche per parecchie interruzioni successive.

Il punto 1 non presenta particolari speciali; le solite leggi di fisica permettono di calcolare le sezioni da dare ai conduttori, rispetto alla qualità del conduttore, alle condizioni di dispersione del calore e all'intensità di corrente.

Il punto 2 è lo studio delle condizioni *elettrostatiche* o condizioni d'*isolamento* dell'apparecchio e merita una speciale considerazione per l'altissima tensione.

Mentre però i due primi sono accessibili al calcolo, il punto 3 dipende da leggi non ancora perfettamente conosciute.

L'interruttore in olio è oggi molto diffuso ed ha raggiunto una forma generica, quasi definitiva, cosicchè si può dire che apparecchi di costruzione diversa, ben poco differiscono fra loro, salvo però per le altissime tensioni.

Per queste ragioni non mi dilungo in inutili descrizioni degli apparecchi normali, mentre non può entrare in argomento lo studio meccanico degli apparecchi costruiti per altissime tensioni.

Elettrostatica

Le condizioni d'isolamento dell'interruttore in esercizio normale e specialmente con sovratensione, si riferiscono a:

- isolamento tra fasi e tra poli e massa nell'aria;
- isolamento tra fasi e tra poli e massa nell'olio;
- introduzione dei conduttori nell'olio.

A) L'*isolamento nell'aria* tra fasi e massa si fa in base alla distanza esplosiva nell'aria, rispetto alla tensione di prova dell'interruttore, applicata con un coefficiente di sicurezza variabile secondo i tipi ed i criteri dei diversi costruttori.

Questo coefficiente serve ad assicurare l'isolamento non solo in condizioni di tensione eccessiva, ma anche in un ambiente polveroso, umido, contenente gas, ecc., o con isolante a potere dielettrico diminuito in seguito a polvere, invecchiamento, ionizzazione, ecc.

B) Le *condizioni di isolamento nell'olio* sono facili ad enunciare e conducono ad ammettere le dovute distanze tra fasi e poli e tra parti sotto tensione e massa.

Per tensioni al disopra di 1000 volt, si può calcolare la distanza tra contatti e massa con la formula:

$$E = 0,53 (X - 18)$$

dove (X) è la distanza in mm. e (E) la tensione di prova in kV prevista per l'interruttore. Le distanze così ottenute, rispetto alla tensione esplosiva nell'olio ch'è data approssimativamente da:

$$E = 0,8 (X - 18)$$

hanno un coefficiente di sicurezza di 1,5 che garantisce contro eventuali cimenti straordinari dovuti a sviluppo eccessivo di gas e vapore d'olio in seguito ad interruzioni di forti potenze.

L'altezza d'olio al disopra delle parti sotto tensione e del punto di rottura, ha un'importanza speciale sullo sviluppo dell'arco di rottura; perciò questa altezza dovrebbe essere almeno eguale a (X); essa è superiore nella maggioranza dei casi per ragioni che vedremo più avanti.

C) L'introduzione dei conduttori nell'olio si fa mediante isolatori passanti fissati al coperchio dell'interruttore e colla parte superiore nell'aria e quella inferiore nell'olio, con conduttore assiale.

Il passante va costruito in modo diverso a seconda della tensione di prova alla quale deve essere sottoposto.

La lunghezza del passante nell'aria viene determinata in base alla tensione di arco, aumentata di un coefficiente di sicurezza per eventuali depositi di polvere ecc. che vengono ad alterare il campo elettrostatico.

I principali fenomeni che si verificano su di un isolatore sottoposto ad una tensione crescente e che caratterizzano le sue qualità dielettriche sono:

- la luminescenza;
- l'apparizione di effluvi;
- l'apparizione di scintille scivolanti;
- l'apparizione di scintille crepitanti;
- lo scoccare dell'arco.

La forma degli isolatori ha una grande influenza sulle tensioni d'apparizione di questi fenomeni e distribuendo con forma opportuna dell'isolatore il campo elettrostatico, si eviterà alla porcellana o ad altri isolanti dei cimenti troppo elevati e si potrà così elevare questi limiti di apparizione.

La sollecitazione massima in un passante avviene naturalmente tra conduttore assiale e flangia, ed è a quel punto che vanno riportati i calcoli per la determinazione degli isolanti.

Per tensioni medie, l'isolamento è costituito da uno spazio d'aria tale che alla tensione di prova, il gradiente sia inferiore al gradiente disruptivo dell'aria.

Per tensioni elevate, l'isolamento con aria condurrebbe a diametri di passanti incompatibili coll'ingombro e la costruzione dell'apparecchio. Si ricorre allora ad isolanti solidi, « adoperati soli od in combinazione con spazi d'aria », tali le cellulose impregnate di resine artificiali (bakelite ed altri derivati), oppure ad isolanti liquidi o plastici, tali l'olio minerale e la miscela compound, di resina ed olio. Qualità indispensabile di questi isolanti dev'essere l'assenza di bolle d'aria, vale a dire una perfetta omogeneità. Si devono dunque scartare gli isolanti a cellulosa non perfettamente impregnata dall'isolante, il grès ed altri isolanti simili che non subiscono una trasformazione dello stato fisico delle loro componenti, colla vetrificazione, nonché i compounds che non conservano a tutte le temperature ed a lungo tempo il loro stato plastico.

Quando l'isolante è unico, se ne calcola lo spessore in modo che la sollecitazione massima alla tensione di prova sia inferiore al gradiente disruptivo dell'isolante considerato.

Per tensioni da 50 a 100 kV, l'isolamento con dielet-

trico unico conduce sia a diametri esterni esagerati per il passante, sia ad un costo troppo elevato.

Si ricorre allora all'isolamento mediante dielettrici di potere induttivo specifico decrescente, a partire dal conduttore centrale, in modo da diminuire il campo massimo vicino al conduttore assiale.

Questa costruzione presenta particolarità interessanti che riassumo brevemente.

Le due armature conduttrici, (perno assiale e flangia) nonché i diversi strati dielettrici costituiscono un condensatore a dielettrico multiplo. Per il calcolo si assimila questo ultimo ad una serie di condensatori cilindrici concentrici, con un solo dielettrico.

In questo caso le superfici equipotenziali sono cilindriche e la sollecitazione (G) lungo una superficie equipotenziale di raggio (r) è

$$G = \frac{V}{r\epsilon} \frac{1}{\sum \frac{1}{\epsilon_n} \log \frac{r_n}{r_{n-1}}} \quad (1)$$

dove

(ϵ) è la costante del dielettrico circondante la superficie considerata;

(r_n, r_{n-1} , ecc.) sono i raggi delle superfici che limitano i diversi dielettrici;

(ϵ_1, ϵ_n) le costanti dei vari dielettrici;

(V) è la differenza di potenziale totale.

Enunciamo l'applicazione di questo calcolo ad un passante costruito:

Il passante (Fig. 1) deve soddisfare alle seguenti caratteristiche dielettriche:

| | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Tensione di esercizio (E) | = 70 000 V |
| Tensione di prova a secco | 2 E + 10 000 = 150 000 » |
| Tensione di prova sotto pioggia | 1,5 × E = 105 000 » |
| Apparizione effluvi a secco | 1,5 × E = 105 000 » |
| Apparizione effluvi sotto pioggia | 1,25 × E = 87 500 » |
| Arco a massa a secco | 1,25 × tensione di prova = 176 000 » |
| Arco a massa sotto pioggia | 1,25 × tensione di prova = 131 000 » |

L'arco deve precedere la perforazione radiale.

Il passante è costituito (a partire dal centro) da:

- un perno conduttore di raggio $r_0 = 10$ mm
- un manicotto isolante (bakelite direttamente avvolta) di raggio $r_1 = 25$ mm
- un ripieno di massa compound di raggio $r_2 = 90$ mm
- un involucro di porcellana di raggio $r_3 = 115$ mm

(ϵ_1) sarà la costante del dielettrico solido;

(ϵ_2) sarà la costante del dielettrico plastico;

(ϵ_3) sarà la costante della porcellana.

Quindi il denominatore della seconda parte di (1)

$$\sum \left(\frac{1}{\epsilon_n} \log \frac{r_n}{r_{n-1}} \right)$$

sarà uguale a:

$$K = \frac{1}{\epsilon_1} \log \frac{r_1}{r_0} + \frac{1}{\epsilon_2} \log \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{\epsilon_3} \log \frac{r_3}{r_2}$$

Se (V) è la tensione tra armature (tensione massima di prova):

$$G_1 = \frac{V}{r_0 \epsilon_1 K} \text{ sollecitazione nell'isolante solido}$$

$$G_2 = \frac{V}{r_1 \epsilon_2 K} \text{ sollecitazione nell'isolante plastico}$$

$$G_3 = \frac{V}{r_2 \epsilon_3 K} \text{ sollecitazione nella porcellana}$$

$$G_4 = \frac{V}{r_3 K} \text{ sollecitazione nell'aria alla superficie esterna}$$

della porcellana.

Le sollecitazioni così ottenute dovranno essere al disotto della rigidità dei singoli isolanti.

L'apparizione di fenomeni luminosi dipenderà dalla sollecitazione G_4 nell'aria che converrà ridurre per diminuire le perdite per effluvio, nonché la ionizzazione degli isolanti con tensione vicina a quella d'esercizio.

Prendendo $\epsilon = 4,5$ per la porcellana, 3,5 per la bakelite,

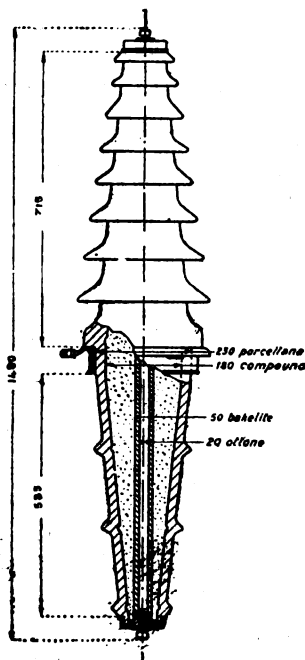


Fig. 1.

e 3 per la massa compound, dato che i valori di (K) saranno per ciascun elemento:

$$K_p = \frac{1}{\epsilon_p} \log \frac{r_p}{r_p - 1}$$

si avrà:

| | |
|-------------------|----------------|
| per la bakelite | $K_1 = 0,23$ |
| per il compound | $K_2 = 0,556$ |
| per la porcellana | $K_3 = 0,0548$ |

Ciascun elemento assorbirà:

$$V_p = \frac{V}{K} K_p$$

ossia:

| | |
|---------------|----------------------|
| la bakelite | $V_1 = 48\ 200$ volt |
| il compound | $V_2 = 116\ 500$ » |
| la porcellana | $V_3 = 11\ 500$ » |

Totale 176 000

Il gradiente di potenziale, al diametro interno di ciascun isolante, è:

$$G_p = \frac{V}{K} \times \frac{1}{\epsilon_p r_p - 1}$$

ossia alla tensione di arco:

| | |
|-------------------|----------------------|
| per la bakelite | $G_1 = 52\ 500$ volt |
| per il compound | $G_2 = 36\ 200$ » |
| per la porcellana | $G_3 = 5\ 200$ » |

Essendo la rigidità dielettrica o gradiente disruptivo rispettivamente

| |
|----------------------------|
| 100 000 V per la bakelite |
| 80 000 V per il compound |
| 50 000 V per la porcellana |

alla tensione di arco non vi può essere pericolo di perforazione.

La perforazione non può avvenire che quando l'uno dei dielettrici è sollecitato al disopra del suo gradiente disruptivo, ossia nel caso presente ad una tensione di 390 000 volt per il compound e 330 000 V per la bakelite.

Per avere l'arco sotto pioggia a 131 000 volt si dovrebbe avere una linea di scintille, cioè la somma degli intervalli tra il bordo di una campana e la campana inferiore, secondo un angolo di 45° rispetto alla verticale, di 460 mm, considerando tutta la superficie superiore della campana conduttrice per via dello spruzzare dell'acqua. Questa linea è di 475 mm nell'isolatore considerato. Alla prova, con acqua potabile di resistività molto inferiore all'acqua piovana, si ebbe l'arco a 150 000 V.

Circa gli effluvi, risulta dagli studi dell'Haefely di Basilea, che prima ancora degli effluvi visibili, esistono effluvi non percettibili all'occhio e atti a deteriorare, col tempo, gli isolanti. Conviene dunque, nel calcolo, tener conto di questa *tensione iniziale di luminescenza*, invece dell'apparizione degli effluvi visibili e fare in modo che non ve ne siano per tensioni vicine alla tensione di esercizio.

Questa tensione è data da:

$$V_i = S_i r_n \Sigma \left(\frac{1}{\epsilon_p} \log \frac{r_p}{r_p - 1} \right) \quad (2)$$

dove (S_i) è la sollecitazione critica dell'aria uguale a 11 000 volt/cm.

Il calcolo per il passante 70 kV dà 108 000 volt per questa tensione, mentre alle prove si ebbero gli effluvi visibili a secco a 128 000 volt e a 105 000 volt sotto pioggia (sul bordo delle campane) e 125 000 volt alla flangia.

Anche le altre caratteristiche dielettriche si sono verificate ampiamente alle prove: l'arco a massa a secco, imposto a 176 000, non avviene mai prima di 225 000 V mentre non appaiono scintille scivolanti che a 140 000 V a secco e 130 000 sotto pioggia.

Questo modo di costruzione dei passanti è ottimo per tensioni fino a 100 kV, mentre per le altissime tensioni è preferibile il sistema dei passanti a condensatore.

Diversi sono i modi di costruire il condensatore e di disporre il dielettrico; questi presentano uno studio interessante, che mi riservo di trattare diffusamente in altra occasione.

Termodinamica

L'interruttore dev'essere capace di aprire un dato circuito di corrente alternata, qualunque sia il suo stato elettrico momentaneo, cioè, anche se è in corto circuito. L'apparecchio deve soddisfare a queste condizioni colla massima sicurezza e semplicità, col minimo ingombro e col minimo prezzo, per un dato coefficiente di sicurezza.

L'apertura del circuito avviene quando i contatti mobili, liberati dalla loro posizione di chiusura, sono respinti al basso dalle molle antagoniste e dal proprio peso.

Nel momento in cui si separano i contatti, la resistenza di contatto che cresce assai rapidamente, è sufficiente per dar luogo ad un riscaldamento locale tale da elevare notevolmente la temperatura dell'anodo e vaporizzare parzialmente il catodo, insieme alla pellicola sottile d'olio intronessasi tra gli elettrodi. Si stabilisce allora un arco che si sviluppa in un ambiente completamente libero d'olio allo stato liquido, ma riempito del suo vapore più o meno dissociato nei suoi costituenti chimici, tra i quali notiamo l'ossido di carbonio, l'idrogeno e gli idrocarburi (metano-etilene) che si vanno a depositare in fondo alla vasca.

Si sa infatti che l'arco, il quale consiste, nella sua natura fisica, in una corrente trasportata a mezzo di ioni gassosi emessi da corpi ad elevata temperatura, non può esistere che in un gas. In un liquido, la conduzione sarebbe unicamente di natura elettrolitica.

Possiamo dunque definire che l'esistenza di un arco nell'olio implica la previa formazione di una *bolla gassosa* in seno a questo liquido.

Man mano che gli elettrodi si distanziano, in seguito allo scatto, l'arco si allunga, la tensione tra gli elettrodi cresce e la corrente è sempre più limitata dalla resistenza dell'arco, dato che questa resistenza aumenta coll'aumentare della distanza tra contatti. Quando questa distanza raggiunge un alto valore, la resistenza dell'arco diventa infinita e la corrente di circolazione in quest'ultimo, praticamente nulla.

La rottura è allora effettuata, l'arco si spegne e la differenza di potenziale tra elettrodi diventa uguale a quella tra i poli, dopo aver raggiunto un valore superiore dovuto all'extra corrente di rottura.

È dunque evidente che l'arco passa per tutte le fasi successive della stabilità.

Poi, quando la distanza comincia ad aumentare, l'arco diventa sempre più instabile, fino allo spegnimento completo.

Teoricamente, partendo da equazioni conosciute, sarebbe possibile determinare le condizioni di stabilità di instabilità e di spegnimento per un arco di rottura. Però è inutile voler integrare queste equazioni, dato che l'esperienza non ha ancora rivelato secondo quale legge varia la resistenza di un arco di rottura colla corrente.

Lo stato di stabilità di un arco ad un dato momento è determinato dalle sue caratteristiche di tensione, corrente, lunghezza, e pressione dell'ambiente a quell'istante.

Queste caratteristiche sono legate ad un'espressione della forma:

$$e = a + \frac{c(l+d)}{\sqrt{i}} \quad (3)$$

nella quale (e) = tensione tra elettrodi;

(i) = corrente circolante nell'arco;

(a) = tensione necessaria per riscaldare gli elettrodi, e determinare l'ionizzazione iniziale;

(l) = la distanza tra elettrodi;

(c) e (d) = coefficienti dipendenti dalla natura degli elettrodi e dell'ambiente in cui si stabilisce l'arco.

(Ch. Steinmetz - Theory and Calculation of the Electric circuit).

In questa espressione, $\frac{1}{\sqrt{i}}$ (l), (c), (d) crescono costan-

temente, e lo spegnimento dell'arco ha luogo quando (e) diventa superiore alla tensione a vuoto, ai poli dell'interruttore.

Questo si applica rigorosamente all'interruzione di una corrente continua. In una corrente alternata, il fenomeno viene complicato dal fatto che l'arco si spegne ad ogni passaggio della tensione per zero e si riaccende ad ogni massimo susseguente, fino a quando la distanza tra elettrodi sia diventata tale che il massimo della tensione non riesca più a sorpassare la tensione disruptiva dei gas.

Questa tensione disruptiva sembra poco accessibile al

calcolo, dato che in parte essa dipende dalla temperatura e dalla pressione dei gas, secondo il fattore:

$$d = \frac{3,92 p}{273 + t}$$

dove (p) è la loro pressione in cm di Hg e (t) la loro temperatura media.

Si deve inoltre tener conto della più o meno grande conduttività dovuta all'ionizzazione residua dell'accensione precedente e del campo elettrico, cioè della forma degli elettrodi in vicinanza dei poli dell'arco.

Ci aiutano con precisione le esperienze fatte in Svizzera in parte dal Bruno Bauer e riportate anche nella sua tesi di dottore (*), nonché completate negli atti dell'A. S. E.

Non possiamo però, per ora, ammettere tutte le conclusioni degli Svizzeri, dato che qualcuna è basata su considerazioni un po' ardite od esperienze non ancora confermate dalla pratica.

Come è noto, all'interruzione di un circuito a corrente alternata si ha una certa dissipazione di energia che si trasforma in calore nell'interno dell'interruttore. Tale energia W che si chiama « lavoro di rottura » è senza dubbio espressa da

$$W = \int_0^t e \cdot i \cdot dt. \quad \text{in kWh}$$

che scriveremo invece nella forma

$$W = e \cdot i \cdot a \cdot t \quad (4)$$

dove

e = la tensione in kV ai poli dell'interruttore;

i = la corrente momentanea del corto circuito in A;

t = durata della rottura in secondi;

a = un parametro che non è necessariamente una costante, ma è funzione della natura degli elettrodi (materia e forma) e della pressione media durante la rottura, e varia generalmente da 0,02 a 0,12; nei calcoli si prende generalmente 0,07 a 0,09 che corrisponde meglio ai casi della pratica.

L'influenza esatta del tempo di rottura sarà studiata più avanti.

(W) Espresso in kWh sarà l'energia equivalente alla quantità di calore spesa nel fenomeno dell'interruzione. Questo calore speso nell'interruzione, si decompone in tre parti e cioè:

1) Quantità di calore necessaria per portare la massa del liquido vaporizzato dalla temperatura ambiente alla temperatura alla quale ha luogo la vaporizzazione.

2) Quantità di calore necessaria a vaporizzare il liquido riscaldato.

(Il Dott. Bauer, nel suo pregevole studio, ha trascurato quest'importante parte di calore speso).

3) Differenza tra W e la somma delle quantità di calore precedenti (1-2) ridotta in energia, che è la differenza di potenziale termodinamico interno corrispondente ai due stati.

Se quest'ultima quantità di calore (3) è nulla l'espansione dei gas formati sarà adiabatica e non darà luogo ad alcun lavoro esterno. Se invece è positiva, avremo i fenomeni prodotti dai gas di rottura, cioè un'espansione di energia libera, provocante effetti meccanici violentissimi che possono causare l'esplosione dell'apparecchio se questo non è convenientemente dimensionato.

Conviene dunque far sì che la somma delle quantità (1) e (2) sia massima, per rendere minima la quantità (3). Si arriva a ciò riducendo la durata e la lunghezza dell'arco di rottura con diversi mezzi che studieremo dopo aver visto meglio il comportamento dell'olio durante la interruzione.

La temperatura e la pressione dei vapori intorno all'arco sono superiori a quelle dell'ambiente. I punti a più alte temperature sono i crateri dell'arco.

Alla superficie di separazione dell'olio e del suo vapore, abbiamo una zona intermedia di vapore più o meno saturo, la temperatura di questa zona è allora perfettamente determinata in funzione della pressione alla quale è sottomessa. In ogni caso, la temperatura della zona superficiale della mas-

sa gassosa è certamente inferiore alla temperatura critica dell'olio, altrimenti non potrebbe esservi olio liquido in vicinanza. Ciò vale a dire che la temperatura di questa zona di superficie è compresa tra 300° e 350°.

Non è quindi nell'olio che si potrebbe sviluppare un incendio del liquido o una deflagrazione dei gas. Questi pericoli d'incendio o d'esplosione, provengono piuttosto dalla formazione di una miscela detonante alla superficie libera del liquido.

Si sa infatti che una miscela dall'8 al 40 % dei gas di combustione d'olio (idrogeno, ossido di carbonio, idrocarburi) coll'ossigeno dell'aria costituisce una miscela detonante.

Però, per avere l'accensione spontanea della miscela detonante, bisogna avere in un punto qualunque di essa, una temperatura sufficientemente alta (dell'ordine di 500° a 600°).

Si evita il pericolo d'esplosione, facendo sì che i gas, sviluppati durante la rottura, siano sufficientemente raffreddati durante la loro ascensione attraverso il liquido.

Questo risultato si ottiene più facilmente provvedendo sopra la parte superiore dell'arco un'altezza d'olio sufficiente.

In questo modo, per l'intera durata della formazione di bolle gassose in seno all'olio, la massa gassosa si mantiene al disotto della superficie libera dell'olio, la loro zona periferica si mantiene ad una temperatura inferiore ai 350°, la diminuzione di pressione dell'intera massa gassosa fa abbassare la temperatura, ed i gas, arrivati alla superficie libera dell'olio non possono più avere effetto esplosivo.

Questo ci conduce a considerare una nuova caratteristica importante dell'interruttore in olio e cioè:

L'altezza d'olio al disopra dei punti di separazione dei contatti di rottura.

L'esperienza ha ormai messo fuori dubbio l'influenza preponderante di questo fattore sulla sicurezza di rottura.

È evidente che i fenomeni si succedono come abbiamo detto, ed è di conseguenza assurdo pretendere, come fa ancora qualcuno, che l'altezza d'olio al disopra dei punti di rottura agisca per pressione idrostatica.

Ci si domanda infatti quale influenza potrebbe avere qualche centimetro di mercurio in più, sulla rottura, allorché la pressione media dei vapori sviluppati durante la rottura stessa raggiunge perfino 6 e 7 kg/cm².

Numerosi altri mezzi accessori sono stati studiati e provati per ridurre il pericolo di esplosione; sono però sconsigliati per il loro scarso valore e per la loro complicazione.

Capacità di rottura di un interruttore.

Premettiamo che per *potenza da interrompere* con un interruttore intendiamo il prodotto in kVA della tensione normale di esercizio per la più forte intensità di corto circuito

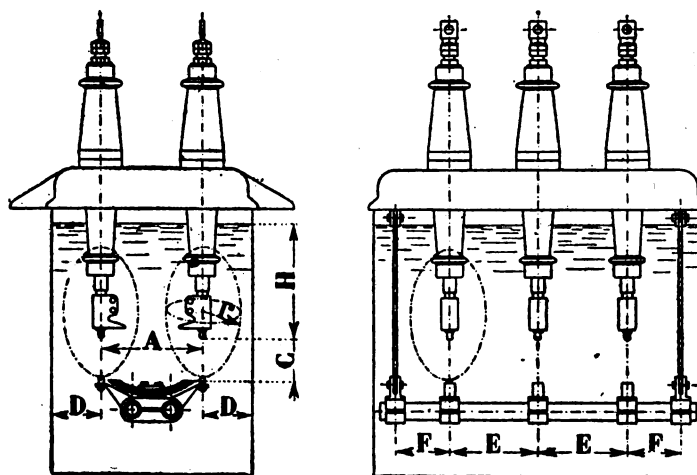


Fig. 2.

permanente nel punto ove l'interruttore è installato. Questa potenza è allora un massimo assoluto, dato che, in pratica, il corto circuito implica un abbassamento, spesso notevole, della tensione.

La *capacità di rottura* è invece la potenza che l'interruttore può interrompere con tutta sicurezza, senza danno né per il circuito, né per l'apparecchio.

Occorre dunque che la capacità di rottura sia almeno uguale alla potenza da interrompere.

Consideriamo un apparecchio come da fig. 2. rappresentante un interruttore a due rotture per polo. Rappresentiamo

(*) Untersuchungen über den Abschaltvorgang in Hochspannungs-Öel-schalter.

con (H) l'altezza d'olio sopra il punto di rottura e con (C) la corsa totale dei contatti:

A = la distanza tra poli di una stessa fase;

E = la distanza tra fasi;

F = la distanza minima fra punti di contatto e massa.

È ammissibile supporre che nel piano orizzontale, lo sviluppo dei vapori sia pressapoco uguale in tutte le direzioni; la sezione orizzontale della bolla gassosa può quindi essere rappresentata con un cerchio.

Se i contatti mobili non fossero animati da un movimento di traslazione dall'alto al basso, e se si facesse astrazione dalla forza ascensionale dei gas, la sezione verticale sarebbe ugualmente un cerchio e la bolla sarebbe sferica; però i due ultimi fattori avrebbero, per conseguenza, un allungamento, se così si può dire, della sfera. Come prima approssimazione includiamo la bolla in un'elissoide di rivoluzione allungata, ad asse verticale. (Qualche volta si fa il calcolo sulla base di uno sviluppo sferico della massa gassosa; questa considerazione è erronea, ma dato che corrisponde a condizioni meno favorevoli, ne possono essere ammessi i risultati pratici).

Per stare nelle condizioni delle ipotesi precedenti, basterà che le estremità di questa elissoide corrispondente allo sviluppo massimo dei gas, stia al disotto della superficie dell'olio.

D'altra parte, due bolle gassose vicine, dovute a due archi vicini, (2 poli) oppure 2 o 3 fasi in una cassa, debbono essere isolate l'una dall'altra per evitare la riunione di due archi. Esse debbono anche essere isolate dalle pareti della cassa, per evitare l'arco a massa.

Lascieremo dunque una distanza minima (D) e (F) uguale alla distanza d'isolamento nell'olio, necessaria a quest'effetto, per la tensione effettiva tra elettrodi al momento della rottura.

Conosciute le dimensioni dell'apparecchio si deducono le bolle gassose (il semi asse maggiore ed il raggio del circolo meridiano (r); si può allora calcolare il volume della elissoide e di conseguenza il volume dei gas sviluppati.

Sapendo dai dati sperimentali dell'A. S. E. che lo sviluppo del vapore d'olio ha luogo in ragione di 50 cmc (riportati a 760 mm di kg e 25° cent.) per ogni kWh di lavoro di rottura definito coll'equazione (4),

$$W = e \cdot i \cdot a \cdot t.$$

si risolverà senz'altro il problema della determinazione delle dimensioni e della capacità di rottura.

Per la determinazione delle dimensioni, si fisserà prima un coefficiente (λ) di sicurezza, e se chiamiamo (R) il semi asse maggiore dell'elissoide, (r) essendone il raggio, avremo per dimensioni principali:

$$\begin{aligned} A &= \text{distanza tra i poli} && \geq 2 \lambda r \\ D \text{ e } F &= \text{distanza a massa} && \geq \lambda r \\ E &= \text{distanza tra fasi} && \geq 2 \lambda r \\ H + C &= \text{altezza d'olio sopra i contatti di} && \\ &\quad \text{rottura in posizione di aper-} && \\ &\quad \text{tura} && \geq 2 \lambda R \end{aligned}$$

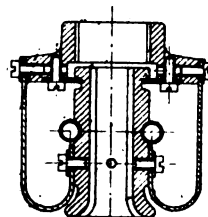
Essendo (C) determinata in base alla tensione di esercizio in kV come vedremo più avanti, (H) sarà determinata dalla sottrazione del valore (C) al valore (H + C).

Negli interruttori di buona costruzione, il coefficiente (λ) di sicurezza è uguale a 3 circa.

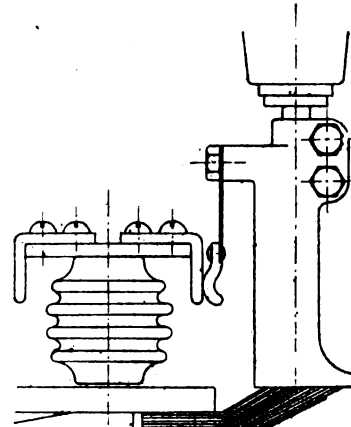
Naturalmente, questo metodo di calcolo non ha alcuna pretesa di esattezza rigorosa. Pensiamo però ch'esso fornisca tuttavia dei risultati più degni e tangibili di quelli ottenuti da ogni altro metodo, poichè presenta il vantaggio della semplicità ed è basato su considerazioni e fenomeni il cui meccanismo intimo è spiegato in tutte le sue dimostrazioni. L'even-

tuale piccola parte di arbitrario nelle ipotesi fatte, è tale da poter essere apprezzata con sufficiente approssimazione.

Notiamo infine che le condizioni elettrostatiche poste alla prova di apparecchi con tensione notevolmente più elevata di quella d'esercizio, conducono a prevedere delle distanze in aria ed in olio, tra i poli e tra poli e massa, tali che coi criteri di calcolo che precedono, si potrà verificare che conducono



Oerlikon



Sprecher e Schuh

Fig. 4.

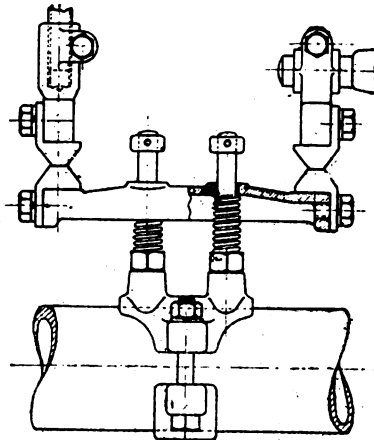
a delle capacità di rottura nettamente superiori a quelle necessarie, per quanto il materiale sia costruito con criteri di abbondanza in tutti i suoi particolari.

Influenza della costruzione sul fenomeno di rottura

Si è detto prima quanto sia conveniente ridurre il potenziale termodinamico interno della bolla gassosa, il che permette di ridurre l'ingombro dell'apparecchio, oppure di aumentare la sua sicurezza o la capacità di rottura.

Natura e forma dei contatti.

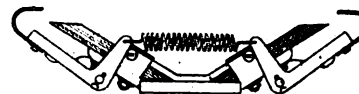
Non mi fermerò a trattare dei contatti principali che non hanno scopo all'infuori di quello di trasportare la corrente.



Brown-Boveri

Fig. 5.

Essi si fanno generalmente con spazzole di rame laminato, e debbono poter sopportare una corrente almeno quattro volte la normale durante i corti circuiti; la densità di corrente è dell'ordine di 3/10 di Amp/mm².



Magrini

Fig. 6.

Il contatto ausiliario o di rottura non interviene che all'atto dell'interruzione della circolazione di energia. La sua sezione è indipendente dall'intensità normale per l'apparecchio, dato che al disopra di un minimo compatibile colla soli-

dità meccanica e la durata, la superfice di contatto non ha influenza apprezzabile sullo svolgimento dell'arco.

Molto più importante è la natura del contatto. I contatti di rame sono i migliori per il loro comportamento rispetto all'arco e rispetto a sè stessi. I contatti di ottone, di bronzo, di ferro o di combinazioni con questi o col rame, danno risultati notevolmente inferiori.

Riguardo alla forma, valga il seguente criterio generale: « Le punte e angoli vivi favoriscono il mantenimento dell'arco; conviene quindi arrotondare il contatto ».

Le figure 3, 4, 5, 6, qui riportate danno un'idea del modo col quale alcuni costruttori realizzano il contatto di rottura.

Numero delle rotture.

D'accordo in ciò, non solamente coll'A. S. E., ma anche con gli autori e costruttori americani che hanno trattata la questione su basi sperimentali, come lo Steinmetz, il Merian, il Ryndall ed il Collis, possiamo enunciare due leggi riguardanti l'arco e gli archi in serie, leggi che ci permettono delle conclusioni.

1) Al di sopra di una certa potenza, e per una rottura sola, la lunghezza dell'arco di rottura tende verso un valore asintotico, indipendente dalla potenza, ma funzione della tensione e dello sfasamento.

2) La durata dell'arco non è inversamente proporzionale al numero delle rotture; la lunghezza totalizzata degli archi prodotti per ogni rottura singolare, è superiore alla lunghezza di un arco unico e tanto maggiore per un numero di rotture più grande.

Queste leggi si possono del resto controllare con l'esperienza e la misura del tempo, — controllo facile e poco soggetto a critica, — e ci appaiono tanto più plausibili in quanto che la pratica dell'illuminazione dimostra come gli archi siano molto più stabili se inseriti in serie che non se isolati.

Per ragioni di costruzione, un interruttore è quasi sempre munito di due contatti di rottura per fase. Questo numero può essere portato a quattro, magari a 6, ma al di sopra di questo valore, il guadagno diventa illusorio, senza contare che la meccanica dell'apparecchio viene ad essere oltremodo complicata.

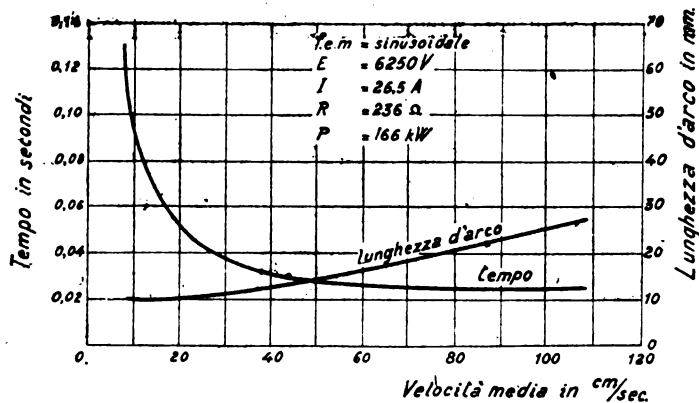


Fig. 7. — Influenza della velocità di scatto.

Dagli elementi raccolti nelle figure 7 ed 8 desunte da numerose prove fatte dal Dott. Bruno Bauer nella centrale Beznau (Svizzera) con tensione sinusoidale a 8000 V; possiamo dedurre:

Tra i limiti utili da 2 a 4, l'aumento del numero delle rotture è ammissibile per diminuire il lavoro di rottura.

Lunghezza delle rotture. (Corsa dei contatti).

In base alle esperienze più accreditate fino ad oggi effettuate, si può ritenere che la corsa dei contatti debba essere per potenze superiori a 6000 kVA:

1 cm = E nel caso di un arco unico;

l_2 cm = $\frac{E}{2} - \frac{E}{10}$ per ogni arco nel caso di due archi in serie;

l_3 cm = $\frac{E}{4} - \frac{E}{12}$ per ogni arco nel caso di quattro archi in serie;

l_4 cm = $\frac{E}{6} - \frac{E}{16}$ per ogni arco nel caso di sei archi in serie.

L'importanza della lunghezza di rottura è evidente; l'apparecchio avente una corsa inferiore a quelle sopraindicate, dovrebbe essere senz'altro scartato.

Camere di compressione.

Le camere di compressione o di esplosione, qualche volta adoperate per interruttori ad altissima tensione e per grandi potenze, sono anche un mezzo efficacissimo per diminuire gli effetti del lavoro di rottura e contenerli in limiti non dannosi all'apparecchio, purchè vengano costruite con criteri particolari, anzi, specialissimi.

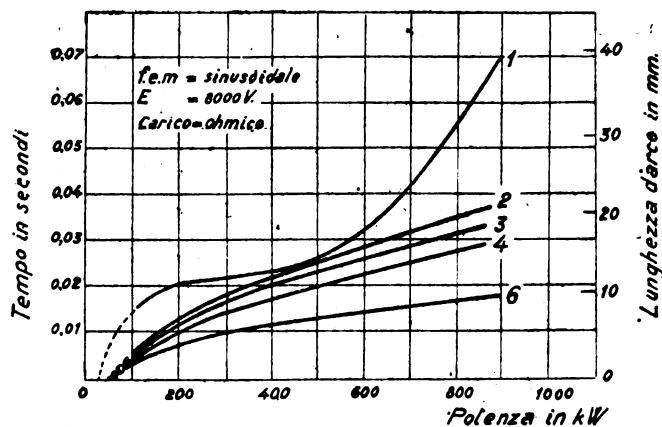


Fig. 8. — Influenza del numero delle rotture.

Lo sviluppo delle considerazioni che mi conducono alle conclusioni di cui sopra non può rientrare nell'argomento di questa conferenza, anzitutto di utilità pratica; mi permetto quindi di rimandare il lettore interessato al mio studio speciale, pubblicato sull'*Elettrotecnica*. (Studio sulla convenienza d'impiego di camere di compressione negli interruttori in olio), n. 6 del 25 febbraio 1923.

Velocità di rottura.

L'importanza di questa velocità è evidente quando si pensa che la durata (t) della rottura è inversamente proporzionale alla velocità media dei contatti. Aumentare quest'ultima, (a parità di tutte le altre condizioni) equivale diminuire (t) e quindi diminuire il lavoro di rottura dato da (4)

$$W = e \cdot i \cdot a \cdot t.$$

I dati sperimentali, nonché la pratica costruttiva, permettono di limitare tra un minimo di 40 cm ed un massimo di 2 metri al secondo, la velocità media dei contatti.

Le curve della fig. 7 danno la lunghezza d'arco in funzione di una velocità media per una serie di prove fatte dal Dott. Bruno Bauer a 6250 volt, con onda praticamente sinusoidale, per una intensità di 26,5 amp corrispondente ad un carico di 166 kW. Naturalmente, esisterà per ciascun tipo d'apparecchio un valore della velocità che sarà elettricamente e meccanicamente il più conveniente.

Il movimento dell'equipaggio mobile può essere dovuto sia all'azione della sola gravità, sia all'azione della gravità aggiunta a quella di molle antagoniste. Coll'uso delle molle si possono raggiungere velocità di spostamento assai rilevanti; nella pratica costruttiva però queste sono limitate dal fatto che il sorpassare un limite medio è di scarsa utilità e dagli inconvenienti che possono derivare da uno sforzo esagerato sull'equipaggio mobile — sforzo sopportato dagli organi di aggancio, ad interruttore chiuso, e dagli organi di comando a fine corsa, dato che l'energia di movimento è $\frac{1}{2} M V^2$ dove (M) è la massa della parte mobile e (V) la sua velocità.

Coll'impiego di molle, è stato possibile raggiungere velocità medie di circa due metri al secondo, per ogni rottura. Cifre molto superiori a queste (si è parlato di undici metri) sarebbero da ritenere infondate. Premettiamo ancora che le velocità da considerare sono velocità medie; le velocità acquistate ad un dato momento non hanno che un valore speculativo.

Un complemento indispensabile per ottenere notevoli velocità, è l'alleggerimento di tutto l'equipaggio mobile e la riduzione al minimo delle superfici generanti attriti durante la traslazione. A questo concorre la soppressione della porcel-

lana come porta contatti e la sostituzione di questa con tubi di bakelite funzionanti da traversa.

Un dispositivo rappresentato nella fig. 9 è talvolta adoperato per aumentare ancora la velocità di rottura.

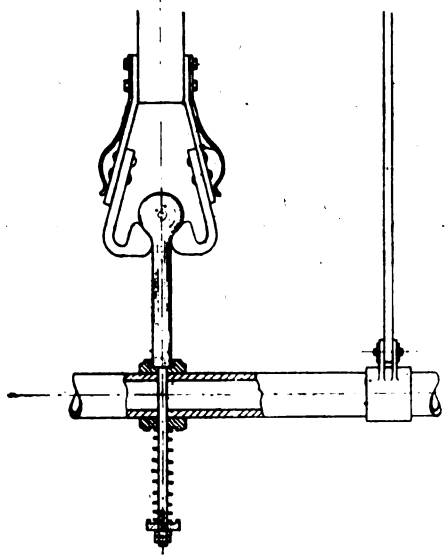


Fig. 9.

Parascintille a rottura brusca. — Facendo coincidere il massimo di velocità dei parascintille col massimo di velocità dell'equipaggio mobile, facendo cioè in modo che i due movimenti siano terminati nel medesimo istante, si migliorerà il fenomeno della rottura, guadagnando sul tempo di rottura la differenza di durata tra questi due movimenti.

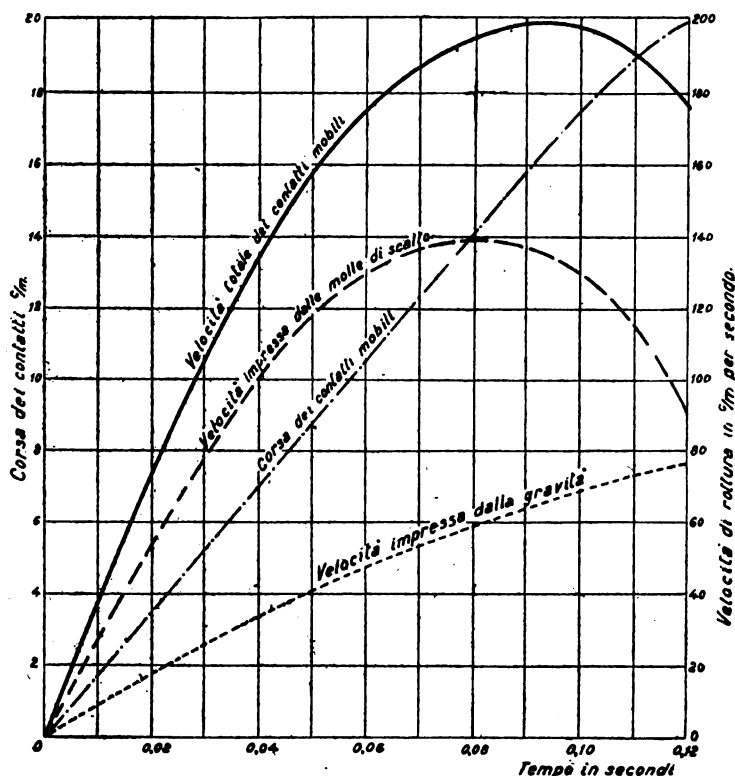


Fig. 10.

Non è possibile soddisfare questa condizione, dato ch'essa condurrebbe ad un'espansione delle molle dei parascintille quasi dell'ordine della corsa dei contatti principali, nonché a periodi propri, molto corti, e ne risulterebbe un grande allungamento dell'apparecchio.

Però, se questa condizione non è soddisfatta, i vantaggi del dispositivo sono illusori.

Misura della velocità.

È necessario poter misurare con precisione i tempi brevissimi di rottura, tanto a titolo di esperimento e verifica dei calcoli, quanto come controllo della regolarità di fabbricazione.

Occorre dunque poter fare una misura diretta con dispositivo adattabile ad ogni apparecchio ed in qualunque condi-

zione, per esempio con o senza olio, con olio raffreddato, con o senza comando elettrico, ecc.

Tale dispositivo consiste nell'applicare un foglio di carta impregnato di una soluzione di ferrocianuro di potassio e nitrato d'ammonio ad un tamburo di diametro conosciuto solidale col comando dell'interruttore. Il foglio imbevuto è in contatto colla massa dell'apparecchio ed è toccato da una punta metallica collegata ad una sorgente di corrente alternata con circa tre volt di tensione. Al passaggio della corrente, la soluzione viene decomposta, però solo quando la tensione è maggiore di 1 volt, cioè per una metà d'ogni semiperiodo.

Con frequenza 50 periodi abbiamo dunque una iscrizione del tempo con precisione di 1/2 periodo, cioè di 1/100 di secondo, sul tamburo che gira sull'albero di comando. La costruzione di un grafico permette di determinare la velocità ad ogni posizione della corsa.

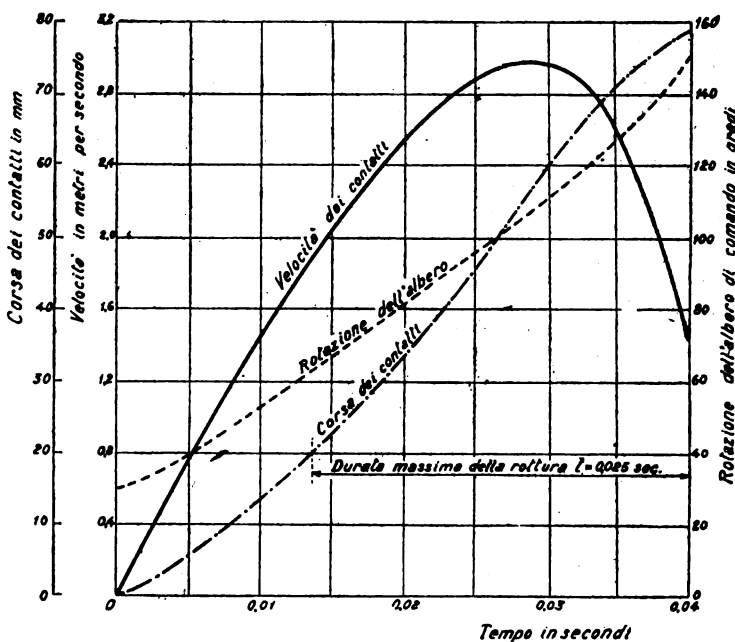


Fig. 11.

Con questo sistema furono rilevate le curve unite — figure 10 e 11 — riferentisi l'una ad un interruttore a due rotture 15 000 volt, 250 Amp, capacità di rottura 20 000 kVA: la velocità istantanea massima è m 3,5, la media 1,5 ed il tempo di rottura 0,025 secondi; l'altra ad un interruttore in 3 casse, a due rotture 40 000 volt, 250 Amp, 100 000 kVA di rottura, 20 cm di corsa; la velocità massima istantanea è di 2 m/sec; il tempo di rottura 0,12".

*

Le conferenze trattavano ancora diffusamente:

a) l'influenza delle caratteristiche del circuito elettrico sul fenomeno della rottura — come ad esempio l'induttività, la capacitanza, la tensione, lo sfasamento, le caratteristiche ed il numero delle macchine inserite nel circuito;

b) l'intensità di corto circuito ed i mezzi adoperati per contenerla in limiti compatibili col funzionamento regolare dell'interruttore (relais ritardati, bobine di reattanza);

c) l'influenza delle bobine di reattanza sulla stabilità di marcia degli alternatori in parallelo;

d) le proprietà indispensabili dell'olio, il modo di provarlo, ecc.

Non riassumo questa parte, dato che non fa direttamente parte dell'apparecchio più specialmente considerato.

Conclusione

Dicendo ora, che l'interruttore in olio ha un'importanza preponderante nella distribuzione di energia elettrica, che esso, dov'è reso necessario, non può esser sostituito da nessun altro apparecchio, nè dispositivo di protezione, e che dal suo funzionamento più o meno regolare e sicuro dipende in maggior parte il grado di sicurezza e di regolarità del trasporto e della fornitura di energia, avremo dimostrato l'importanza enorme della scelta di un buon apparecchio, corrispondente esattamente al servizio cui è destinato e nessuno, credo, potrà dire che siamo in errore.

Risulta assai chiaramente dalle nostre considerazioni quali siano i criteri principali da tener presente per la scelta dell'interruttore.

Sarà poi sempre ottima precauzione il scegliere l'apparecchio d'un costruttore che dia pieno affidamento di serietà e specializzazione tecnica, come pure il tenersi piuttosto abbondante nella scelta, qualora non si fosse ben sicuri che l'interruttore avesse di già dimensionate le sue parti con criteri di grande abbondanza.

In questo caso, più che in altri, l'acquistare facendo prevalere il paragone di prezzo al paragone di valore tecnico, conduce presto all'aumento di spese di manutenzione e d'esercizio e ad una pessima regolarità di servizio.

Sovente non è facile giudicare il valore tecnico di un determinato tipo di interruttore, nè la sua possibilità di soddisfare al relativo servizio, per il fatto che molti costruttori non forniscono (forse per evitare un confronto sfavorevole per loro) tutte le caratteristiche principali che definiscono l'apparecchio.

A mio avviso, un interruttore non è definito se non ne è indicata, oltre la tensione ed intensità normale, l'intensità di corto circuito, il numero e la lunghezza delle rotture, l'altezza d'olio sopra il punto di rottura, il contenuto di olio, nonché le diverse distanze verso massa e tra conduttori.

Il miglior modo di proteggere il Cliente e specialmente il piccolo Cliente che non ha sempre i mezzi necessari per qualificare un apparecchio, contro le speculazioni costruttive di certi fabbricanti, sarebbe quello d'includere nelle norme valori minimi riguardanti le caratteristiche più importanti dell'interruttore e di prescrivere che nell'offerta si debbono indicare tali dati.

In questo caso bisognerebbe però intendersi bene su certe definizioni, come per esempio su quella dell'intensità di corto circuito.

Razionalmente, l'intensità di corto circuito sarebbe quella che l'interruttore è capace di sopportare in caso di corto circuito sulla rete sulla quale è inserito, e fino a quando gli automatici abbiano provocato lo scatto, senza recar danno all'apparecchio stesso e principalmente ai suoi contatti.

Ciò vuol dire che l'apparecchio, ed in questo specialmente i contatti, debbono poter sopportare magari per un certo numero di secondi l'intensità di corto circuito indicata.

Tale non è il criterio di ogni costruttore e lo dimostra il fatto che si verificano troppo sovente bruciature di contatti principali porta corrente, allorchè risulta da un esame dell'insieme dell'apparecchiaura che questo non ha dovuto interrompere una potenza superiore alla sua capacità di rottura.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sul rifasamento delle reti.

Riceviamo:

Sig. Direttore della Rivista «L'Elettrotecnica» — Milano

Sono lieto che i miei pochi cenni abbiano dato argomento al nostro egregio collega Sig. Ing. Tomasicchio, di darci notizia colla lettera pubblicata nel n. 5 marzo di quanto è stato oggi raggiunto sotto i di Lui auspici da una Casa italiana.

Mi permetto peraltro di richiedere ancora alla Rivista l'ospitalità di questi altri brevi cenni tendenti ad integrare se possibile tanto la mia prima lettera quanto le comunicazioni del collega.

Preme al sottoscritto particolarmente informare che i motori compensati Sartoris sono ora normalmente costruiti nella loro definitiva forma dalla Ditta Pellizzari di Arzignano (Venezia).

E d'altra parte particolarmente interessante dal lato costruttivo elettrico, la adozione del circuito ammortizzatore, costituito nel caso accennato dall'Ing. Tomasicchio nella riassuntiva descrizione del suo motore, dalla seconda fase del rotore posta in corto circuito. Viene così applicato in altro modo il principio stabilito dal «Le Monnier» a modificazione del principio Danielson e adottato nei motori della Compagnie Générale di Nancy. Dettaglio a parte da quanto si espone, il motore Marelli appare essere quindi il solo il cui risultato di funzionamento possa essere paragonato a quello del motore suddetto.

Queste ultime macchine che il sottoscritto ha avuto campo di provare hanno un perfetto comportamento sotto tutte le loro condizioni di lavoro.

Ritornando sulle altre questioni accennate ritiene sempre il sottoscritto che, sia pure per macchine di poche centinaia di kVA, sia sempre più conveniente delle macchine normali ad espansione polare

massiccia non laminata, adottare delle macchine sincronizzate per motivo della loro semplicità di avviamento e circa il fatto che non si richiede coppia di avviamento elevata, il «Le Monnier» ha previsto una debole coppia d'avviamento effettuando questo su una sola delle fasi rotoriche.

In merito poi al suggerito uso delle macchine bipolari, è da interpretarsi questo unicamente per macchine di potenza limitata a 60 e 80 kVA, che debbono andare riferite al rifasamento dei medii impianti da 100 a 250 HP che male comportano delle spese eccessive a tale oggetto, tale mia indicazione mi viene specialmente dal catalogo Marelli, che stabilisce in serie normali delle macchine a due poli, di potenze sino a 75 HP non di tipo turbo, quindi l'adozione degli stessi criteri di costruzione di calcolo per le macchine sincronizzate.

Perfettamente concordando colle conclusioni alle quali viene il mio egregio interlocutore, conclusioni che ho già realizzato in parecchi impianti, ringrazio dell'ospitalità cortese e con ossequio mi rassegnò

Ing. DIMITRY RODOCANACHI.

* *

A proposito di lunghe campate.

Riceviamo:

Spett. Redazione del Giornale «L'Elettrotecnica»,

Ringrazio il Signor Civalieri della sua rettifica relativa all'attraversamento di Casalmaggiore.

Mi permetto di aggiungere che sarebbe interessante, se a somiglianza di quanto egli ha fatto venissero anche per gli altri nostri più importanti grandi attraversamenti, rese note almeno in riassunto le principali caratteristiche. Infatti anche nelle nostre condutture vi sono ormai parecchie grandi campate, che figurano onorevolmente a fianco delle più importanti costruzioni analoghe americane e tedesche; ma mentre per queste ultime si trovano facilmente dati e riferimenti nelle riviste e nei trattati, difettano invece le notizie relative ai grandi nostri attraversamenti italiani.

RENZO NORSA.

* *

Sulle targhe dei trasformatori.

Riceviamo:

Trento, 12 marzo 1924.

Redazione Giornale «L'Elettrotecnica»

La lettera dell'Ing. Gino Rebora pubblicata nel n. 6 dell'Elettrotecnica richiama la nostra attenzione sulle indeterminanze delle norme dell'A. E. I. riguardanti le targhe caratteristiche dei trasformatori e la inosservanza di queste norme da parte dei costruttori.

Se a questi due fatti si aggiunge la mancanza di chiarezza nelle richieste d'offerta e nelle ordinazioni dei trasformatori, ne risulta un complesso di manchevolezze che devono essere eliminate col prescrivere per i tre casi indicati (offerte, ordinazioni e targhe) i dati necessari e sufficienti al costruttore ed al cliente o collaudatore, perchè il trasformatore sia ben definito.

Ho scritto «dati necessari e sufficienti» perchè se mentre da un lato, come osserva l'Ing. Rebora, le indicazioni che si sono finora impresse sulle targhe sono incomplete e poco precise, dall'altro vi sono clienti che, dimenticando dati essenziali, credono di salvaguardare i propri interessi prescrivendo alle Ditte caratteristiche di costruzione la cui scelta deve essere lasciata a chi progetta il trasformatore (quali i valori dell'induzione nel nucleo, delle densità di corrente negli avvolgimenti, ecc.) e questo perchè tali valori possono essere variati entro certi limiti ed in relazione fra di loro, sempre ottenendo i medesimi buoni risultati al collaudo (fatto secondo le prescrizioni dell'A. E. I.) e durante il funzionamento del trasformatore.

Tali valori rappresentano il modo di costruire della Ditta, risultato di esperienze di prove sui materiali impiegati e sui trasformatori già costruiti.

Concludendo occorre che al costruttore vengano forniti i dati precisi e completi che gli sono necessari per costruire il trasformatore e che, con leggere variazioni ed aggiunte, possono servire anche come dati di targhetta. Così si otterrà la massima uniformità e semplicità nella ordinazione, costruzione e identificazione dei trasformatori.

Si tratta ora di vedere quali possono essere i dati caratteristici che eliminano o per lo meno rendono minime le indeterminanze.

Io sono del parere che le offerte e le ordinazioni nella maggior parte dei casi (quando il trasformatore non deve essere di costruzione speciale o non deve funzionare in parallelo con altri) dovrebbero essere corredate dei seguenti dati:

- 1) Numero delle fasi e tipo del trasformatore;
- 2) Connessione degli avvolgimenti;

- 3) Frequenza;
- 4) Potenza in servizio continuo in kVA ai morsetti secondari;
- 5) Tensione primaria di alimentazione in volt;
- 6) Tensione secondaria in volt (a pieno carico e ad un determinato $\cos \varphi$);
- 7) Rendimento effettivo (a pieno carico e $\cos \varphi$ come sopra);
- 8) Caduta di tensione (da vuoto a pieno carico e $\cos \varphi$ come sopra, da collaudarsi secondo le prescrizioni dell'A. E. I.).

Le targhe dovrebbero portare i dati precedenti, i primi sei senza modificazioni, il rendimento sostituito dal valore della corrente primaria assorbita dal trasformatore durante le prove a pieno carico con $\cos \varphi$ uguale a quello indicato dal cliente e tensione primaria normale di alimentazione; la caduta di tensione sostituita dal rapporto di trasformazione a vuoto che ne dà il valore quando venga messo in relazione con la tensione secondaria (a pieno carico e $\cos \varphi$ come sopra).

In più sulle targhe dovrebbero essere impressi i valori della corrente secondaria (a pieno carico e $\cos \varphi$ come sopra) e la tensione di corto circuito in volt e f. d. p. relativo per il valore sopra definito della corrente primaria.

Naturalmente i valori della corrente primaria e quindi della potenza assorbita dovrebbero essere tali da corrispondere ad un rendimento non inferiore a quello minimo precisato nell'ordinazione, come pure il valore del rapporto di trasformazione a vuoto confrontato con quello a pieno carico dovrebbe corrispondere ad una caduta di tensione non maggiore di quella specificata nell'ordine.

In questo modo si potrebbero ancora riscontrare delle leggere differenze nei valori, non obbligati, dei rapporti di trasformazione a vuoto e delle correnti primarie per lo stesso trasformatore ordinato con gli stessi dati a Ditte differenti, ma queste piccole variazioni, anziché generare confusione costituirebbero per i clienti un elemento per giudicare dei buoni risultati ottenuti dalla Casa costruttrice.

Sulle targhe verrebbero quindi impressi i seguenti simboli seguiti dai valori:

Tipo (comprendendovi con lettere o numeri anche il numero delle fasi).

Simboli vettoriali delle connessioni

$f = \dots \dots \dots$; kVA = $\dots \dots \dots$; $V_1 = \dots \dots \dots$;

$V_{2 \cos \varphi}^{(1)} = \dots \dots \dots$; $N_1 = \dots \dots \dots$; $I_1 = \dots \dots \dots$;

$I_2 = \dots \dots \dots$; $V_{cc} = \dots \dots \dots$; $\cos \varphi_{cc} = \dots \dots \dots$

Ing. CESARE CAGLI.

.. Sunti e Sommari ..

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

Il motore a combustione interna ed a vapore sistema "Still",

Da una pubblicazione della Ditta F.lli Orlando & C. di Livorno, togliamo alcune notizie intorno ad un nuovo tipo di motore ("Still") che, uscito da non molto dalla fase sperimentale, sembra dover trovare applicazioni tanto nella propulsione navale quanto nella trazione ferroviaria.

La caratteristica essenziale del motore, che nelle sue linee generali è un motore a combustione interna (ad olio pesante, a benzina od a gas) consiste nella razionale utilizzazione del calore trasmesso all'acqua di raffreddamento e di quello dei gas di scarico. L'uno e l'altro sono utilizzati a produrre vapore che si raccoglie in apposita caldaia; il vapore stesso è poi condotto ad agire nel medesimo cilindro principale del motore, sulla parte inferiore del pistone. Lo schema del complesso appare dalla fig. 1. L'acqua che si trova nelle camicie ha naturalmente una temperatura costante, che è quella corrispondente alla pressione in caldaia: ciò costituisce, secondo l'inventore, un notevole vantaggio sia dal punto di vista del rendimento del ciclo di combustione interna, riducendosi notevolmente il calore integrale trasmesso dai gas all'acqua di raffreddamento, quanto dal punto di vista tecnologico, evitando le disuguali dilatazioni delle varie parti che si verificano nei motori comuni coll'elevarsi della temperatura dell'acqua nel passaggio attraverso la camicia di raffreddamento.

La necessità di ottenere vapore ad una pressione praticamente utilizzabile, ha naturalmente condotto a dover stabilire per l'acqua di raffreddamento una temperatura relativamente alta ($\sim 170^\circ$), rispetto a quelle usuali: donde la necessità di ridurre notevolmente lo spessore delle pareti interne dei cilindri, in relazione al diminuito salto di temperatura tra i gas interni e l'acqua di raffreddamento.

Il vapore prodotto viene fatto agire (come si è detto, sulla parte posteriore del pistone, una corsa del quale è dunque provocata dalla combustione interna, e l'altra (quella di ritorno) dalla espansione del

vapore; quest'ultimo trova, all'atto della sua immissione, il pistone e le sue pareti del cilindro ad una temperatura superiore alla propria: ne conseguono la eliminazione delle perdite di condensazione ed un aumento dell'area del ciclo reale del vapore su quello che gli competerebbe ammettendo una espansione adiabatica. Si aggiunga inoltre

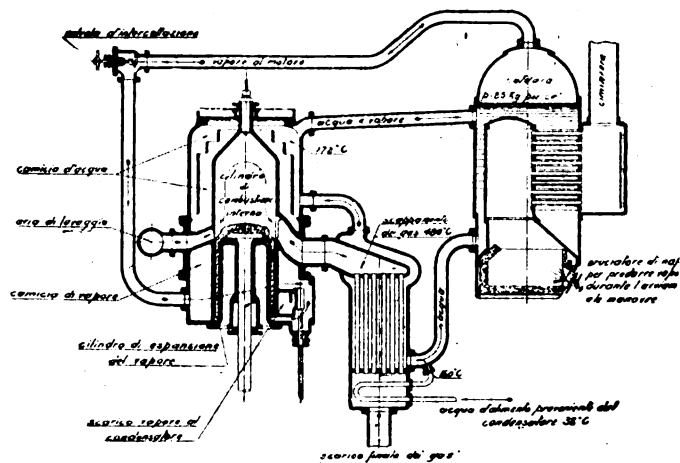


Fig. 1. — Ciclo-termico del motore «Still» a due tempi.

che, durante la sua espansione, il vapore provoca un raffreddamento del pistone il quale non richiede quindi refrigerazione supplementare.

La fig. 2 dà la rappresentazione grafica quantitativa della distribuzione complessiva del calore in un motore «Still» ad olio pesante a due tempi: si vede da esso che il rendimento al freno, che sarebbe del 30% per il solo motore a combustione interna, viene portato, con la disposizione citata al 39%.

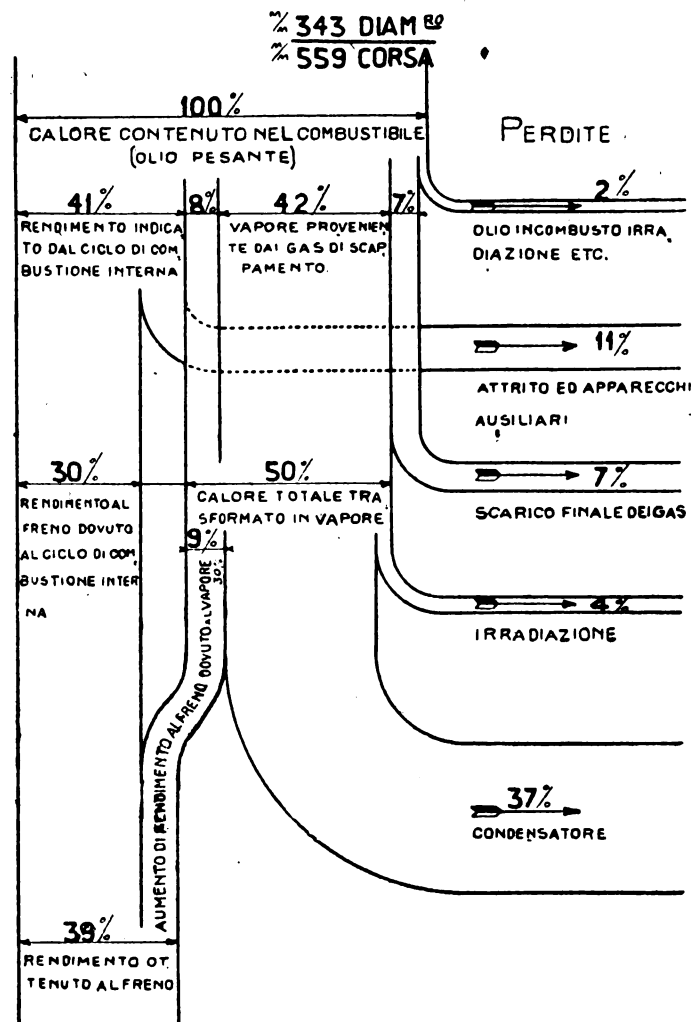


Fig. 2. — Distribuzione del calore in un motore «Still» a due tempi.

Altri vantaggi che possono conseguirsi col sistema in esame, riguardano principalmente:

a) l'abolizione dei compressori di aria, l'iniezione del combustibile effettuandosi meccanicamente senza impiego di aria compressa e l'avviamento ottenendosi col vapore prodotto inizialmente in caldaia con apposito bruciatore (il vapore stesso così ottenuto permette anche il riscaldamento dei cilindri prima della messa in moto).

(1) mettendo al posto di $\cos \varphi$ il suo valore.

b) la notevole elasticità che viene ad assumere il motore (possibilità di raddoppiamento della potenza con adozione di vapore addizionale; e possibilità di diminuzione del numero dei giri fino ad 1/10 del normale).

c) la possibilità di ottenere l'accensione del combustibile con un grado di compressione circa metà di quello normale, data la temperatura relativamente alta che vengono ad assumere le pareti dei cilindri.

f. n.

* *

CONDUTTURE.

F. HANFF — Posa di cavi sottomarini ad alta tensione in Norvegia. — (Siemens Zeitschrift N. 4 dell'aprile 1923, pag. 161).

L'A. fa una relazione abbastanza dettagliata dei procedimenti seguiti nella costruzione e nella posa di una serie di cavi sottomarini, messi recentemente in opera in Norvegia, a collegare la città di Alesund al gruppo di isole vicine.



Fig. 1.

I collegamenti fatti (fig. 1) sono 14, a mezzo di altrettanti tratti di cavo trifase lunghi da 500 a 3000 m. La tensione di esercizio è di 22 kV e le sezioni del rame variano tra 3×25 e 3×50 mm². Lo spessore del piombo è per tutti i cavi di 4 mm e l'armamento è ottenuto con filo di ferro zincato da 5,4 mm di diametro (40 kg/mm² di carico medio di rottura). La lunghezza totale dei 14 cavi posati, raggiunge i 29865 m, con un peso complessivo di 653 tonnellate.

Particolari difficoltà dovettero superarsi nella posa dei cavi, tanto per il particolare carattere di profili sottomarini (fig. 1) quanto per la

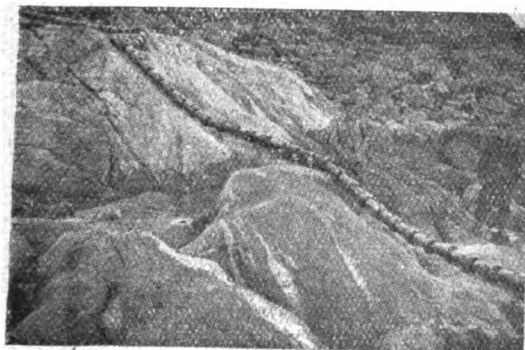


Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.

In fig. 4 è appunto visibile il filo di prova che, partendo dalla nave di posa, penetra attraverso una finestra nel casotto in cui è alloggiata la estremità del cavo.

Il tempo totale richiesto per la posa del cavo, costruzione dei casotti di estremità e prove di tensione con corrente continua è stato di 28 giorni.

f. n.

* *

L. POMEROL (De la Energia Electrica de Cataluna) — Rapporto sugli isolatori sospesi. (Rapporto alla Conferenza Internazionale di Parigi, novembre 1923).

Le linee ad alta tensione costruite ultimamente in Francia sono tutte montate con isolatori, a catena, americani.

Finora i risultati sono buoni, ma la durata dell'esperienza è troppo breve per poterne trarre conclusioni definitive.

Si constata in pratica che i diversi isolatori di una stessa fornitura si comportano in modo assai diversi; ciò proviene dal fatto che i produttori hanno notevoli difficoltà per trovare in modo continuativo materie prime convenienti e di caratteristiche fisiche e chimiche costanti.

Il Sig. Pomerol fa quindi l'elenco delle qualità che deve avere un buon isolatore e che sono le solite da tutti conosciute: «alta resistenza meccanica, poca fragilità, mancanza di porosità, rigidità dielettrica elevata ed abbastanza uniforme, assenza di screpolature e di scabrosità rimarchevoli nella vernice, gradiente tale che l'effetto corona non si manifesti e non sciupi la vernice a tensione normale, resistenza a sbalzi di temperatura». Aggiunge poi alcune considerazioni speciali tra le quali ecco le più notevoli:

1) I materiali cementanti devono essere curati attentamente, procurando che abbiano invariabilità di volume assoluta, ciò che non avviene nel caso di cementi porosi o malcotti o contenenti magnesite.

2) Lo spessore della porcellana deve essere il maggiore possibile, compatibilmente con le possibilità di buona fabbricazione.

3) Il rapporto tra la tensione di perforazione e quella di scarica superficiale deve essere elevato.

4) La ripartizione della tensione tra i diversi elementi deve essere più uniforme che sia possibile.

Prove.

Il Relatore accenna a diversi difetti che può presentare la porcellana, cioè:

Porosità per deficienza di cottura, fragilità, struttura lamellare, screpolature, cavità interne, cristalli di quarzo insufficientemente polverizzato.

Accenna alle prove usate per mettere in evidenza i principali difetti: immersione sotto pressione in tintura di fuxina o assorbimento di liquido nel vuoto per constatare la porosità, prove elettriche ad alta tensione e ad alta frequenza per scoprire le cavità interne ed i difetti di struttura della porcellana, prova che può in qualche caso essere completata con analisi delle screpolature o perforazioni, immergendo l'isolatore in soluzione d'anilina nera sotto campana pneumatica, prima della prova elettrica ed in soluzione d'anilina rossa (ancora nel vuoto) dopo la perforazione; spaccando poi l'isolatore si può vedere quali fessure esistevano prima della prova e quali sono state prodotte dalla corrente elettrica.

Una prova a sbalzi di temperatura può precedere quelle sopracennate.

Cementatura.

Secondo il Sig. Pomerol le parti di porcellana da cementarsi non devono avere solcature accentuate che hanno il difetto di localizzare gli sforzi meccanici.

conformazione delle rive eminentemente rocciose ed accidentate. Le fig. 2 e 3 mostrano appunto il tipo di protezione (muffole in ghisa, snodabili) adottato per i tratti costieri dei cavi.

Le prove di tensione sono state condotte in fabbrica con corrente alternata a 55 kV, e a cavo in opera con tensione continua a 85 kV (ottenuta, a bordo della nave posa cavi, con trasformatore e raddrizzatore).

Consiglia, come buona regola, l'asfaltatura delle superfici da cementare per rendere impermeabile e meno rigido il contatto tra cemento e porcellana.

Suggerisce di cementare con impasto piuttosto liquido per essere sicuri della completa idratazione di tutta la massa cementizia ed evitare così aumenti di volume dovuti ad idratazioni postume alla presa che non sono rare e producono forti danni.

Invecchiamento.

Il Relatore dice essersi osservato che molti isolatori dopo tre o quattro anni di servizio perdono le loro proprietà isolanti. Attribuisce questo fenomeno a tre cause principali:

- 1) Porosità;
- 2) Sforzi meccanici causati da cattiva disposizione delle ferrature o da cattiva qualità di cemento;
- 3) Cattiva forma dell'isolatore dal punto di vista elettrico.

Quest'ultima causa sembra però poco importante, perchè gli isolatori invecchiano all'incirca nello stesso modo siano oppure no sottoposti a tensione.

Dalle statistiche fatte sino al 1915 in media si sono dovuti cambiare completamente gli isolatori entro sette anni.

Gli apparecchi di revisione impiegati, non permettono di eliminare man mano che si ammalano, gli isolatori deteriorati, e le catene continuano a funzionare pur avendo alcuni elementi guasti; ne deriva che il numero d'isolatori che si cambiano va crescendo di anno in anno, lentamente nei primi tempi ed in modo impressionante dopo quattro o cinque anni d'esercizio.

Acquisto di isolatori.

Dovendosi acquistare isolatori non si deve dare la stessa importanza a tutte le qualità che si esigono da essi; occorre ricordare che:

1) Tutte le difficoltà che gli esercenti hanno incontrato sino ad oggi, provengono da deteriorazioni degli isolatori per porosità oppure per sforzi meccanici dovuti a dilatazioni.

2) Tutti i tipi d'isolatori a sospensione, impianti sino a 150 000 volt e con un numero normale d'elementi per catena, non hanno presentato, in generale, una proporzione di guasti diversa da un tipo all'altro, sinchè erano nuovi.

Si può dunque dire che il migliore procedimento di collaudo consiste:

- 1) Nel determinare la porosità e l'omogeneità della porcellana;
- 2) Nel determinare la resistenza agli sforzi di dilatazione, esaminando bene la cementatura, analizzando il cemento e facendo delle prove termiche;
- 3) Nel determinare la rigidità dielettrica sino a perforazione di alcuni isolatori del tipo da ordinare, per conoscere il loro coefficiente di sicurezza;
- 4) Per linee pesanti a lunghe tesate determinare il coefficiente di sicurezza alla trazione.

Data la relativa normalizzazione dei tipi d'isolatori a sospensione, si può dire che tutte le altre prove elettriche sono di ordine secondario e certamente assai meno importanti, in molti casi, che le prove corrispondenti per isolatori rigidi per 11 000 o 22 000 o 50 000 volt che si comprano spesso senza provarli.

Prezzo e Peso.

Per le grandi linee moderne, la spesa occorrente per il solo acquisto degli isolatori è dell'ordine dell'1 % al 2 % del capitale complessivo occorrente per gli impianti.

D'altra parte gli inconvenienti che provengono dall'impiego di isolatori cattivi e le conseguenti spese, sono ingenti.

Si può dire che un aumento di spesa sugli isolatori, se porta un aumento di sicurezza, è un eccellente impiego di danaro.

Anche la questione del peso non ha importanza, perchè il peso degli isolatori influisce in regione dell'1 % solamente sullo sforzo totale sopportato dai piloni.

Il Sig. Pomerol ritiene che i corni o anelli spinterometrici di protezione, procurino una migliore ripartizione del potenziale tra i diversi elementi e facendo avvenire eventuali archi lontano dalla porcellana e dal filo conduttore, evitino il deterioramento dell'uno e dell'altra.

Il Pomerol non porta alla discussione molti elementi nuovi.

Criterio forse non comunemente conosciuto, e da discutersi, è quello da lui suggerito, di cementare con impasto molto bagnato, per essere sicuri della completa idratazione, sin dall'inizio, di tutto il cemento.

In generale i cementisti dicono che gli impasti di calcestruzzo è bene siano fatti col minimo possibile d'acqua.

(Vedasi l'Elettrotecnica n. 3 del 25 gennaio 1924, pag. 45).

Anche il Sig. Pomerol è del parere, quasi generale, che le cause principali del guastarsi degli isolatori, non siano elettriche e conferma che il cosiddetto invecchiamento, è avvenuto un po' dappertutto, con tutti i tipi d'isolatori e con isolatori di tutte le provenienze, e che le cause di tale fenomeno sono da ricercarsi, più che altro, nei materiali impiegati per il collegamento ed il montaggio e nel modo di usarli.

Una delle cause che fanno sembrare più accentuato il fenomeno chiamato d'invecchiamento, dice il Pomerol, essere la impossibilità di riconoscere e quindi di eliminare dalle catene, gli elementi man mano che si vanno guastando. In proposito si sono proposti diversi metodi e strumenti per riconoscere in linea gli isolatori parzialmente difettosi.

E. A.

* *

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

G. GRUSCHKE — Lo sviluppo degli amplificatori telefonici. (Siemens Zeitschrift, marzo 1923, pag. 113).

Il tipo più antico di tali apparecchi si fonda (fig. 1) sull'accoppiamento di un telefono con un microfono; il suo concepimento data, si può dire, dall'invenzione del microfono stesso. Analogo al prece-

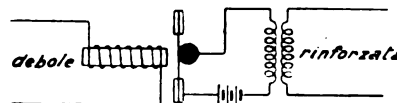


Fig. 1.

dente nel funzionamento è l'amplificatore Brown in cui il contatto microfonico è sostituito dal contatto tra una leggerissima laminetta vibrante, portante all'estremità libera una lastrina di platino-iridio, ed una punta di egual sostanza posta a brevissima distanza ed accura-

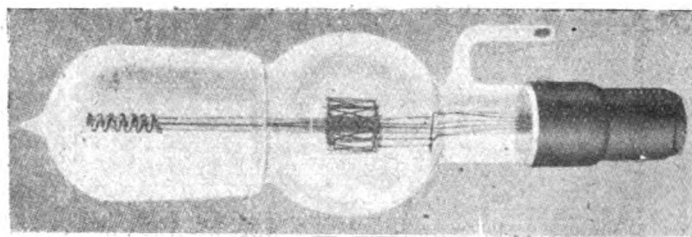


Fig. 2 a

tamente regolabile (il rapporto di amplificazione che esso fornisce è notevole: da 5 a 10). Inconvenienti principali di questi tipi «a contatto imperfetto», oltre che la loro instabilità, è la inevitabile deformazione che essi provocano nella forma della curva della corrente da amplificare.

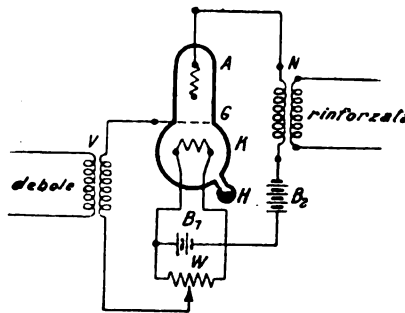


Fig. 2 b

Prima che i tubi a vuoto fornissero la soluzione odierna del problema, altri principi si tentarono di sfruttare, senza che peraltro si giungesse a risultati praticamente accettabili: così l'impiego di resistenze «negative»; di metalli (Bi o Se) a resistenza variabile con

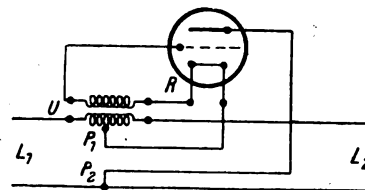


Fig. 3.

la intensità del campo magnetico in cui sono immersi o con la illuminazione a cui sono assoggettati; di macchine dinamo-elettiche generatrici in cui la corrente da amplificare si faceva agire sul campo induttore.

Si deve a Robert v. Lieben (1906) l'idea di sfruttare al nostro scopo, l'influsso dei campi elettrici sulla corrente elettronica emessa da un filamento incandescente. La fig. 2 a rappresenta il primo tipo di tubo Lieben (in atmosfera di vapore di mercurio, fornito dal metallo o da una sua amalgama posto in H) usato all'uopo, e la fig. 2 b lo schema d'inserzione, identico, nelle sue linee generali, a quelli usati oggi.

Dopo alcune modificazioni costruttive apportate al primitivo tubo nel quale gli elettrodi furono resi concentrici, si pervenne, per rendersi indipendenti dall'influsso che le variazioni di temperatura esterna avevano sulla pressione del vapore di mercurio e quindi sull'andamento

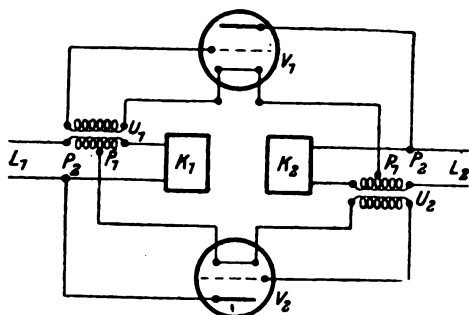


Fig. 4.

generale dei fenomeni, ai tubi moderni ad alto vuoto. Successivamente (Schottky, 1915) venne introdotto un quarto elettrodo a tensione costante tra catodo e griglia. D'altra parte, la necessità di far sì che l'amplificazione potesse avvenire in entrambi i sensi, cosa che non

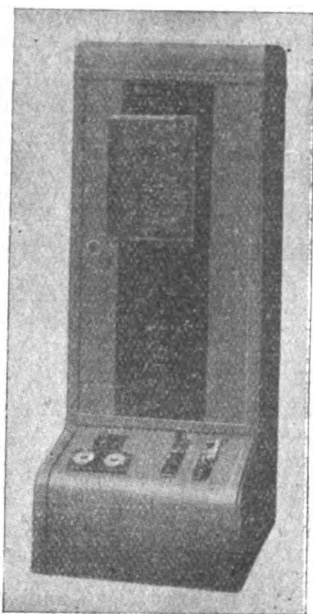


Fig. 5.

è possibile con lo schema originario (fig. 2 b), condusse allo schema di inserzione della fig. 3 col quale l'amplificazione avviene tanto da L_1 verso L_2 quanto da L_2 verso L_1 .

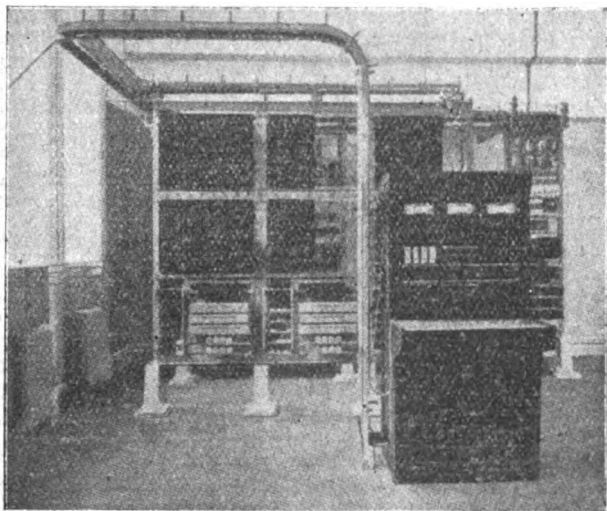


Fig. 6.

La convenienza di evitare poi che una parte della corrente amplificata ritorni sulla linea di partenza, indusse a modificare ancora lo schema, con la inserzione di un secondo tubo a vuoto (fig. 4) e con la adozione di linee artificiali (K_1 e K_2).

Nel dar forma concreta a questi schemi, la tecnica dovette superare difficoltà non lievi di indole tecnologica (fabbricazione del vetro e realizzazione di altissimi gradi di vuoto) e di indole più propriamente scientifica (proporzionamento delle linee artificiali, conseguimento di un eguale rapporto di amplificazione per tutte le frequenze e di un buon rendimento del complesso).

L'aspetto esteriore di un amplificatore doppio, quale vien realizzato oggi dalla Siemens & Halske secondo lo schema già riportato, è dato dalla fig. 5. Nell'interno della custodia sono contenuti tanto le parti essenziali dell'amplificatore (ad eccezione delle linee artificiali che vengono montate a parte) quali appaiono dallo schema precitato (tubi a vuoto, trasformatori egualizzatori ecc.) quanto gli accessori necessari al pratico funzionamento (resistenza in ferro per mantenere costante la corrente riscaldante dei filamenti, relais di chiamata, ecc.). La manopola con scala graduata visibile sulla parete verticale anteriore serve a regolare il rapporto di amplificazione, onde commisurarla alle diverse esigenze pratiche.

La fig. 6 infine che è la fotografia di un piccolo impianto di amplificazione per 12 linee vale a dare un'idea delle proporzioni che praticamente assumono le varie parti costitutive.

f. n.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

ASSOCIAZIONI, CONGRESSI, ECC.

Associazione Nazionale per i Congressi di Navigazione. — Il Congresso di Navigazione Interna, che doveva aver luogo a Mantova nella prossima primavera è stato rinviato, non essendo possibile che per allora sia del tutto compiuta la Conca di navigazione sul Mincio, a Governolo.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Automotrice a motore Diesel ed a trasmissione elettrica. — Il n. 27 del «Génie Civil» (1922), dà notizia di un nuovo tipo di automotrice (Sulzer) di cui la fig. 1 fornisce l'aspetto esteriore e la fig. 2 la disposizione schematica delle varie parti costitutive. Il motore Diesel M (200 HP, 400 giri) aziona la dinamo D (140 kW continui, 300 V) servita da eccitatrice indipendente E (7,5 kW). L'eccita-

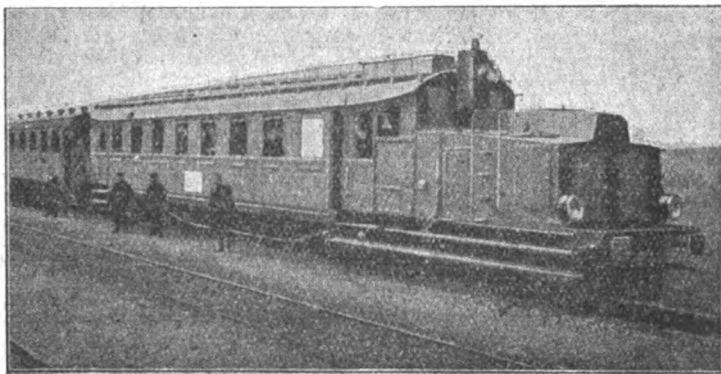


Fig. 1.

zione di quest'ultima è assicurata da una batteria di accumulatori A la quale, potendo anche essere connessa direttamente alla dinamo serve ad effettuare l'avviamento del motore Diesel: si sono così aboliti i serbatoi di aria compressa. I due motori elettrici M_1 e M_2 che comandano gli assi, sono connessi col sistema Ward-Léonard.

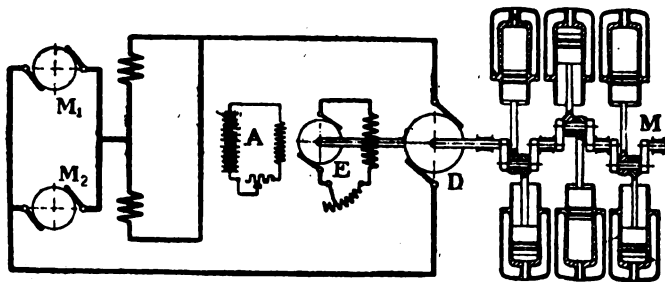


Fig. 2.

Il motore Diesel (6 cilindri a V), installato ad una estremità della vettura (fig. 1) è di tipo speciale, e non richiede compressori di aria, la polverizzazione del combustibile essendo assicurata da una parte dei gas di combustione.

L'automotrice del peso totale di 66,5 tonn. e complessivamente capace di 85 passeggeri, è suscettibile di una velocità di 70 km/h; prove condotte durante un mese su un tratto di 42 km con pendenze del 9‰, hanno dato un consumo di 12,3 gr. di combustibile per tonn.-km.

f. n.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXIX RIUNIONE DELL'A. E. I. SPEZIA - Autunno 1924

La Presidenza Generale ha diramato ai Soci la seguente circolare:

28 Marzo 1924.

Egregio Consocio,

Il Consiglio Generale nella sua tornata del 23 corrente ha deliberato di indire la prossima riunione annuale alla Spezia in ottobre. Le Autorità locali ed il Ministero della Marina hanno cortesemente promesso il loro appoggio. Come tema della riunione è stato prescelto il seguente:

«La illuminazione elettrica e la inerente distribuzione di energia».

Per l'occasione si ha lusinga di poter anche organizzare una

«Mostra dell'illuminazione elettrica».

A presiedere il Comitato ordinatore della Riunione è stato chiamato il collega Ing. Prof. U. BORDONI e dietro sua proposta è stato approvato l'accluso abbozzo di programma dei temi da svolgersi e che potrebbero essere messi in discussione.

A presiedere il Comitato organizzatore della Riunione e della Mostra nella Spezia, è stato designato il collega Ing. M. Buffa.

Per le evidenti e ben note ragioni, che rendono indispensabile la pubblicazione preventiva delle comunicazioni da presentare al Congresso, tutti quei soci che intendono presentare relazioni e memorie sono vivamente pregati di darne notizia subito a questa Presidenza e sono tenuti ad inviarne il testo non oltre il 31 luglio p. v., ma possibilmente anche prima, al fine di provvedere in modo tempestivo e senza inconvenienti alla pubblicazione ne *L'Elettrotecnica*.

Potranno anche essere eventualmente ammesse alla discussione in una speciale seduta destinata a relazioni varie, altre memorie su differenti argomenti, sia nuove, sia scelte tra le più importanti comunicazioni presentate alle Sezioni e pubblicate ne *L'Elettrotecnica* dopo l'ultima Riunione annuale. Anche per questa seduta è indispensabile che i Soci informino entro il 31 luglio la Presidenza dei contributi che intendono portare.

I soci che hanno la possibilità di prender parte alla «Mostra dell'illuminazione elettrica» sono a loro volta invitati ad annunziare subito alla Presidenza la loro partecipazione ed il loro fabbisogno di spazio, nonchè i loro eventuali propositi al riguardo, non essendo escluso che si possano effettuare impianti dimostrativi anche all'aperto.

La Presidenza confida che con l'aiuto del Comitato ordinatore e del Comitato organizzatore sarà possibile far sì che la prossima Riunione annuale si svolga con pieno successo e conta sulla volenterosa iniziativa e sulla preziosa collaborazione dei Soci, così per le discussioni, come per la mostra.

Colgo l'occasione, Egregio Consocio, per manifestarLe la speranza che Ella vorrà attivamente partecipare alla Riunione, e per esprimerle i miei sensi di sentita considerazione.

Il Presidente Generale
G. SARTORI

Il Segretario Generale
G. COMBONI

Abbozzo di programma degli argomenti da svolgersi.

A) La produzione della luce.

- 1) I fondamenti del problema della produzione artificiale della luce.
- 2) Le lampade elettriche ad incandescenza.
- 3) Altri tipi di lampade.

B) La misura della luce.

- 1) I fondamenti del problema della fotometria.
- 2) I mezzi per modificare la distribuzione e la qualità della luce.
- 3) L'ottenimento artificiale della luce diurna.

C) La tecnica e l'arte della illuminazione.

- 1) I fondamenti della tecnica della illuminazione.
- 2) L'arte della illuminazione.
- 3) Illuminazione di ambienti chiusi e di spazi aperti.
- 4) Impianti speciali di illuminazione.
- 5) L'energia raggiante. - Sue applicazioni scientifiche, industriali e commerciali.

D) La distribuzione della energia a scopi di illuminazione.

- 1) I fondamenti della tecnica della distribuzione di energia elettrica.
- 2) La distribuzione della energia con lampade in derivazione e con lampade in serie.
- 3) La regolazione della tensione oppure della intensità (automatica o non automatica) sui circuiti di illuminazione.

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO.

Con le riunioni del 14 e del 20 Marzo u. s. si è chiuso il ciclo delle discussioni sui lavori della Conferenza internazionale di Parigi, discussione di cui verrà quanto prima pubblicato un esteso resoconto. La sera del 14, dopo l'Assemblea ordinaria (Vedasi *L'Elettrotecnica* del 25 Marzo a pag. 210) sotto la presidenza del presidente Semenza, la riunione si occupò degli interruttori sui quali riferì l'Ing. Vannotti riassumendo i lavori presentati a Parigi ed aggiungendo interessanti osservazioni critiche. Seguì una breve discussione a cui parteciparono, col relatore e col presidente, i colleghi Rebor, Locatelli, Barbagelata ed altri.

La sera del 20, con la presidenza del vice-presidente Ing. Emanueli, si cominciò con la relazione del collega Barbagelata sulla memoria dell'Austin, già riassunta sull'*Elettrotecnica* (n. 3, pag. 64) riferendosi a nuovi interessanti sistemi di prevenzione contro la formazione delle scariche a terra. Dopo brevi osservazioni dell'Ingegnere Emanueli e dell'Ing. Campos, si passò all'argomento affine della protezione contro le sovratensioni e in generale: relatore l'Ing. egnere Soldini. Lo stesso Ing. Soldini riferì anche sulla memoria presentata a Parigi relativa ai mezzi per diffondere la conoscenza dei pericoli inerenti agli impianti elettrici. Infine l'Ing. Norsa riferì sul poco che si era detto a Parigi a proposito delle sottostazioni all'aperto, aggiungendo interessanti osservazioni personali. Nonostante l'importanza dei vari argomenti non seguì una discussione, sia per l'ora tarda, sia per il fatto che di essi si era già ampiamente discusso in precedenti e relativamente recenti riunioni.

*

SEZIONE DI CATANIA

Verbale della Seduta del 25 febbraio 1924.

Ordine del Giorno:

Ing. Ignazio Clementi: Conversazione sul fattore di potenza e sulla economia degli impianti elettrici.

Dott. Ugo De Luca: Comunicazione sulla taratura dei contatori elettrici.

Sono presenti oltre trenta soci. Presiede il Prof. Ernesto Drago.

Il Presidente, dopo espresso il suo vivo compiacimento per l'inizio anche nella Sezione di Catania della serie di riunioni per conversazioni tecniche e conferenze, e per l'interessamento dimostrato dai soci; dà la parola all'Ing. Ignazio Clementi che apre la conversazione sul fattore di potenza e sull'economia degli impianti elettrici.

L'Ing. I. Clementi, riferendo sul tema, crede opportuno richiamare i concetti fondamentali relativi al fattore di potenza, facendo notare la diversità tra il medesimo e $\cos \phi$ nei circuiti monofasi, quando la forma della corrente è diversa dalla sinusoidale.

Dimostra l'impossibilità di estendere la definizione del fattore di potenza di un circuito monofase ai circuiti trifasi squilibrati e riassume gli interessanti studi fatti in proposito dall'Ing. Campos, dal Dottor Lupi e dall'Ing. Norsa, mostrando il significato teorico e l'utilità pratica di $\cos \phi$ e $\cos \psi$. Passa quindi in rassegna i diversi metodi pratici per la misura del fattore di potenza, soffermandosi in modo speciale sul metodo Barbagelata e Guastalla e fa rilevare come in generale sia più conveniente, per circuiti trifasi, servirsi soltanto del rapporto delle indicazioni dei due wattometri e relativo diagramma, anziché di voltmetro, amperometri e wattometri.

A questo punto l'Ing. Clementi crede di rimandare ad altra seduta la continuazione dell'argomento, per dar modo al Dott. De Luca di riferire sulla taratura dei contatori elettrici.

Il Presidente ringrazia l'Ing. Clementi per il modo interessante con cui ha voluto iniziare la conversazione sull'importante argomento e dà quindi la parola al Dott. Ugo De Luca.

Il Dott. De Luca accenna al metodo attuale della taratura in serie, ricordando che essa si esegue assoggettando i contatori collocati opportunamente sul banco di taratura allo stesso carico, ed eccitando contemporaneamente le bobine voltmetriche colla tensione per cui sono costruite.

Fa notare che questo attuale metodo permette ad un abile sperimentatore di confrontare tra loro le velocità di rotazione di parecchi contatori, e di osservare, contemporaneamente per tutti, il grado della loro sensibilità e la marcia a vuoto se esiste.

L'utilità del metodo però ed in particolar modo il risparmio di tempo da esso consentito è fortemente limitato, perchè sono condizioni indispensabili:

1) Che lo sperimentatore sia molto pratico; 2) che la costante dei contatori sia eguale per tutti. E mentre è possibile osservare solo l'andamento di pochi contatori contemporaneamente, d'altra parte la garanzia di precisione non è assoluta.

Il De Luca quindi espone i risultati di uno studio eseguito assieme coll'Ing. A. Sellarlo, su un metodo di taratura che permette di osservare contemporaneamente e per quanti si vogliano contatori in serie, il loro andamento, colla possibilità che si usino anche

contatori di diversa costante e col pregio che la rapida taratura venga effettuata da un qualunque operaio.

Il Presidente ringrazia il Dott. De Luca dell'interessante comunicazione e toglie la seduta.

*

Verbale della Seduta del 10 marzo 1924.

Ordine del Giorno:

Seguito della conversazione sul fattore di potenza: «Tariffazione in base al fattore di potenza e miglioramento del medesimo».

Sono presenti buon numero di soci. Presiede il Prof. Ernesto Drago.

Il Presidente dà la parola all'Ing. I. Clementi.

L'Ing. Clementi fa notare l'entità dei danni che le Aziende elettriche e la collettività stessa risentono da ciò che il Sartori chiama la *cancrena* degli impianti elettrici e cioè il basso fattore di potenza.

Riporta esempi numerici per dimostrare l'aumento del peso delle condutture di rame e della potenza dei trasformatori nelle forniture di energia con valore di $\cos \phi$ inferiore a quello prescritto e mette in rilievo l'efficienza di un impianto di produzione di energia elettrica, quando si migliora il $\cos \phi$ della rete di distribuzione.

Da ciò emerge la necessità di tassare l'energia in maniera diversa ai vari utenti, secondo il $\cos \phi$ più o meno basso dei relativi impianti.

Passa in rassegna le principali tariffe proposte ed attuate per raggiungere questo scopo; soffermandosi specialmente sulla tariffa dei voltampere, su quella del Barbagelata e su quella dell'Arnò.

Dimostra come in pratica non sia possibile una tariffa che tenga esatto conto dell'aggravio subito dall'esercente per il basso fattore di potenza e pertanto queste tariffe, pur basandosi gran parte sul criterio dell'equità, devono più che altro rappresentare una specie di punizione per l'utente neghittoso che non si attiene alle condizioni contrattuali e un pungolo efficace per spronarlo a servirsi di quei mezzi benefici che la tecnica mette a sua disposizione.

L'Ing. Clementi ritiene che la tariffa del carico complesso propugnata dal Prof. Arnò ed attuata coi contatori omonimi sia la più adatta, tanto dal punto di vista teorico che da quello pratico.

Il Clementi passa quindi ai diversi metodi escogitati per migliorare il $\cos \phi$ e fa notare anzitutto l'importanza essenziale di utilizzare bene i motori, riportando tabelle dimostrative dell'abbassamento del $\cos \phi$ in relazione alla diminuzione del carico. Ricorda in proposito che i motori trifasi in corto circuito hanno un $\cos \phi$ migliore degli altri.

Riferisce sull'applicazione di condensatori e motori sincroni per migliorare il fattore di potenza, e dimostra la convenienza dei secondi sui primi per grandi potenze.

Accenna ai risultati soddisfacenti che diverse importanti Società Elettriche Italiane hanno conseguito, trasformando alternatori fuori uso in motori sincroni rifasatori. Osserva che i vantaggi sarebbero maggiori se, invece di vecchi alternatori, si adoperassero motori sincroni di nuovo modello appositamente calcolati ed installati in punti della rete convenientemente scelti.

Descrive sommariamente i compensatori di fase e vibratorii tipo Scherbius, Kapp ed analoghi.

Parla infine dei motori autosincroni, accennando al tipo ideato dal Danielson nel 1903 e alle successive trasformazioni, fino a quella proposta dal nostro Prof. Sartori ed attuata col suo motore asincrono compensato.

Finisce, augurandosi che questo tipo di motore possa presto avere industrialmente la fortuna che merita, adattandosi alle piccole potenze (sotto i 30 kW), da cui generalmente le Aziende elettriche risentono il maggiore danno.

Il Sig. Vittorio, Direttore di esercizio della Società Catanese di Elettricità, ritiene che la tariffa dei voltampere, per quanto empirica, possa riuscire assai utile (specie se applicata col sistema del $\cos \phi$ medio) come stimolo per migliorare il $\cos \phi$, giacché l'utente non può fare a meno di restare impressionato dalla maggiore energia che gli viene fatturata oltre a quella segnata dai contatori.

Ritiene anche che un buon mezzo per raggiungere lo scopo, sia quello di lasciare inalterata la solita tariffa, concedendo però un congruo ribasso a quegli utenti che avranno applicato condensatori, motori autosincroni o altro qualsiasi dispositivo analogo, di cui si può riscontrare sperimentalmente l'efficacia.

L'Ing. Romagnoli, Capo dei servizi tecnici della Società Catanese di Elettricità, spiega, a richiesta dell'Ing. Clementi, il perché, nonostante il $\cos \phi$ notevolmente basso della rete, non si è ancora ritenuto conveniente l'applicazione dei sincroni rifasatori negli impianti della Zona Orientale della Sicilia. Tra i principali motivi, il non potere concentrare poche grandi unità in punti convenienti, per la grande estensione delle reti di trasporto e distribuzione e la suddivisione molto minuta del carico in centri di distribuzione notevolmente distanti fra di loro.

Il Presidente ringrazia vivamente l'Ing. Clementi e gli altri che hanno preso parte all'interessante conversazione e si augura che altri Soci vorranno intrattenere in seguito l'Assemblea sulle questioni più importanti della Elettrotecnica.

Quindi la seduta è tolta.

*

SEZIONE DI NAPOLI

Verbale della seduta del 29 febbraio 1924

Ordine del giorno:

1. - Comunicazioni della Presidenza;
2. - Alcune delle grandi campate americane. - Il diagramma di Percy Thomas. - Progetto di attraversamento dello Stretto di Messina con un'unica campata a regolazione automatica di freccia. Conferenza del Socio Ing. Carlo Ferrari.

La seduta ha inizio alle ore 21 precise. Presiede il Presidente, Ing. Luigi Selmo.

Presidente: Si riserva di esporre nella prossima seduta il programma delle prossime riunioni e informa i soci che la Presidenza sta prendendo accordi per iniziare alcune visite a stabilimenti industriali della provincia di Napoli.

Comunica che i revisori hanno trovato regolare il bilancio consuntivo 1923 il quale, messo in votazione, resta approvato all'unanimità come segue:

Attivo

| | |
|--|-------------------|
| Residuo esercizio 1922 | L. 6.525,45 |
| Interessi su libretto Cassa di Risparmio | » 204,75 |
| Quote annuali incassate: | |
| Soci individuali residenti | 189 x 54 = 10.206 |
| » » non residenti | 65 x 45 = 2.925 |
| » studenti | 2 x 40 = 80 |
| » collettivi | 28 x 120 = 3.360 |
| Ammissioni | 65 x 5 = 325 |
| Ricupero arretrati | 105 |
| | » 17.001,— |
| Rimborso da Sede Centrale per un Socio vitalizio | » 19,— |
| Ricavato vendita Norme A. E. I. | » 99,20 |
| | L. 23.849,40 |

Passivo

| | |
|--|--------------------|
| Contributi alla Sede Centrale: | |
| Differenza per il 1922 | L. 32,50 |
| Soci individuali | 271 x 35 = 9.485,— |
| » collettivi | » 1960,— |
| | L. 11.477,50 |
| Corrisposte per Norme A. E. I. | » 273,— |
| Pigione locali | » 1.680,— |
| Abbonamenti a periodici | » 61,— |
| Agli impiegati (scrivano, esattore, usciere) | » 507,— |
| Spese di cancelleria, stampati e posta | » 774,50 |
| Residuo attivo a pareggio | » 9.076,40 |
| | L. 23.849,40 |

Da quindi la parola all'Ing. Ferrari.

Ing. C. Ferrari: Dà dettagli di costruzione e di progetto su alcune grandi campate di linee di trasmissione del Nord America, e precisamente su quella di Knoxville sul fiume Tenulsee (larga 1700 metri), su quella sul fiume San Lorenzo nella località Trois Rivières (lunga 1600 metri), su quella della linea del Caribon traversante una stretta nella baia di S. Francisco denominata Carquinez (lunga 1580 metri) ed infine quella della Pacific Gas and Electric Co. presso la stessa località (lunga 1370 metri).

Passa poi ad illustrare il diagramma di Percy Thomas che in America è molto usato per il calcolo delle campate delle linee di trasmissione riportandone un esempio numerico per mostrarne la pratica applicazione.

Infine dà alcune notizie di progetto sull'attraversamento dello stretto di Messina a mezzo di un'unica campata, attraversamento che l'Ing. Ferrari ha studiato con la collaborazione della United States Steel Corporation di America, la quale eseguirebbe il lavoro totale a forfait pronto a funzionare in diciotto mesi dalla data di ordinazione e garantirebbe il lavoro per cinque anni.

Presidente: Ringrazia l'Ing. Carlo Ferrari dell'interessantissima conferenza. Domanda se si può sapere a quanto ammonta il costo totale del lavoro per l'attraversamento dello stretto di Messina.

Ing. C. Ferrari: La United States Steel Corporation si impegna ad eseguire il lavoro totale per poco più di 900.000 dollari. Detta somma sarebbe pagata in rate eguali in cinque anni, i cinque anni della garanzia.

Presidente: Nota che al cambio attuale il lavoro verrebbe a costare circa 20.000.000 di lire. Ora nei vari progetti presentati per l'attraversamento dello stretto di Messina vi è anche quello presentato dall'Ing. Ferrando. L'Ing. Ferrando, che adotta anche un attraversamento aereo, metteva in preventivo per eseguire il lavoro una cifra dell'ordine di 7.000.000. Si ha quindi una grande differenza di costo fra il progetto della United States Corporation e quello dell'Ing. Ferrando.

Ing. Ferrando: La grande differenza di costo si deve al tipo di palo adoperato: mentre i pali nel progetto americano sono a torre del tipo portante, in quello mio sono del tipo *radio*, controventati. Ciò porta come conseguenza che il costo dei pali americani è circa il doppio

di quelli che ho preventivati nel mio progetto. Domando all'Ing. Ferrari quali sono state le ragioni per le quali gli americani hanno scartato il palo tipo radio.

Ing. C. Ferrari: Gli americani, almeno negli ambienti tecnici con i quali io sono venuto in contatto, non sono d'accordo nell'adoperare pali di tipo radio per un lavoro di tale importanza: le variazioni di temperatura, gli sforzi dei conduttori, ed altre circostanze, rendono non facile e soprattutto di non sicura riuscita l'adozione dei pali tipo radio, controventati.

Ing. Cenzato: Sembra che i pali tipo radio anche per impianti radiotelegrafici non abbiano dato risultati completamente soddisfacenti tanto che a poco a poco pare vengano abbandonati. La regolazione dei tiranti in questo tipo di palo è abbastanza difficoltosa. Recentemente è stata molto discussa l'adozione di questo tipo di palo nella radio di Coltano.

Ing. Ferrando: In Germania tecnici di indiscusso valore hanno approvata la installazione di pali tipo radio.

Ing. Motti: Riconosce nei pali tipo radio vantaggi economici ma è d'avviso che per adottarli in una campata di 3.300 metri occorre essere molto cauti.

Ing. Ferrando: Da alcuni dati esposti dall'Ing. Ferrari mi sembra che nel calcolo dei pali la United States Steel Corp. abbia assunto per il vento valori esagerati.

Ing. Ferrari: Nel calcolo dei pali si è voluto tener conto di eventuali azioni sismiche data la regione nella quale i pali dovranno essere installati. Come già ho detto, studi del Prof. Omori dell'Osservatorio ad ossatura metallica o in alte torri simili a quelle del nostro caso United States Steel Corporation hanno concluso che in un alto edificio ad ossatura metallica o in alte torri simili a quelle del nostro caso le trepidazioni prodotte dai terremoti possono considerarsi, agli effetti distruttivi, pari ad un vento crescente dalla base alle quote superiori. Di ciò si è tenuto conto nell'assumere i valori del vento sui pali.

Ing. Motti: È d'avviso che prima di costruire un simile attraversamento sarebbe bene eseguire, ad evitare sorprese, delle esaurienti prove ed esperienze. Questa possibilità è uno dei vantaggi dell'attraversamento aereo sugli altri tipi studiati in cunicolo o con cavi sottomarini.

Ing. Perrelli: Considerato che al cambio di oggi l'attraversamento dello stretto di Messina nel progetto dell'Ing. Ferrari richiede una spesa di circa 20.000.000 di lire non vede chiara la convenienza economica del trasporto di energia elettrica in Sicilia, a meno che il fabbisogno di energia elettrica non assuma un valore imponente. Dato lo sviluppo che si può prevedere per la Sicilia, il fabbisogno di energia elettrica in quell'isola probabilmente sarà più economico produrlo a mezzo di qualche centrale termica che non trasportarlo dal continente a mezzo di un attraversamento così oneroso.

Ferrari: Il progetto che vi ho descritto ha un valore tecnico, poiché con esso si può risolvere praticamente la costruzione di una grandissima campata (la più lunga del mondo) di 3.300 metri. Evidentemente qualunque progetto tecnico ha il suo aspetto economico che lo può rendere più o meno attuabile.

Presidente: Nessun altro domandando la parola, chiude con l'augurio che lo sviluppo della Sicilia sia tale da poter consentire che dell'attraversamento dello stretto di Messina si passi presto all'esecuzione.

La seduta è tolta alle ore 23.

*

SEZIONE DI FIRENZE

Verbale dell'Assemblea generale ordinaria del 7 marzo 1924.

Scusata l'assenza del Presidente Prof. Pasqualini, apre la seduta il Vice-Presidente Comm. Guido Mariani, e fa la relazione della vita della Sezione, nell'anno 1923.

Fa rilevare il continuo incremento dei soci che hanno superato il numero di 200, ricordando le principali riunioni e le varie comunicazioni fatte dai soci Ing. Javicoli «Sulla telefonia multipla e le Stazioni Amplificatrici», Ing. Cuttica «Sugli ultimi tipi di locomotori elettrici», Ing. Sarti «Su un nuovo tipo di wattometro registratore», Ing. Paolo Martinez «Sulle segnalazioni sottomarine» Professor Occhialini «Sulla istruzione professionale», Ing. Monteverde «Sul servizio tramviario fiorentino» ed infine la bellissima conferenza fatta dal Prof. Ing. Giancarlo Vallauri ad illustrazione del centro radiotelegrafico di Coltano, il cui testo è stato poi pubblicato sul giornale l'Elettrotecnica.

Continua ricordando le due riuscitissime gite di visita ai lavori dell'elettrificazione ferroviaria della linea Porrettana e al centro radiotelegrafico di Coltano e all'Accademia Navale di Livorno, questa ultima in unione alla sezione Livornese, che volle con squisita cortesia ospitare i colleghi fiorentini a banchetto all'Hotel Corallo a Livorno.

Accenna alla istituzione dentro la Sezione di un gruppo radioelettrico comprendente i soci della disciolta Associazione Radioelettrica Toscana, gruppo che si confida debba aver uno sviluppo corrispondente a quello che è lecito di attendersi dalle applicazioni della Radiotecnica e dall'interessamento sempre più alto per essa.

Annunzia una prossima gita sociale interessantissima in prepa-

razione per la visita agli impianti termo-elettrici modernissimi di Pietrafitta (Umbria). Un'altra visita verrà fatta allo Stabilimento Digerini e Marinai presso Firenze.

Passa quindi ad illustrare il bilancio consuntivo per l'amministrazione 1923 (rilevando la cospicua offerta per la sottoscrizione a beneficio delle vittime del Gleno) e il bilancio presuntivo per l'anno 1924.

Viene quindi effettuato lo scrutinio della votazione per l'approvazione dei suddetti bilanci e per l'aggiornamento del regolamento interno della sezione secondo le ultime modificazioni allo Statuto Generale dell'A.E.I. votazione che dà il seguente risultato:

Votanti . 44
Approvano 41

Il Vice-Presidente dichiara quindi approvati i bilanci e le modifiche al Regolamento, e dà poi la parola all'Ing. Giulio Martinez per la sua comunicazione «Sugli orologi Elettrici».

*

SEZIONE DI PALERMO

Adunanza del 15 marzo 1924.

Sono presenti i Soci:

Ing. Lo Presti; Ing. Trossarelli; Ing. Raverta; Ing. Arena; Ing. De Luca; Avv. Castellucci; Ing. Giaccone; Ing. Francesco De Luca; Ing. Cecconi; Ing. Saso; Sig. Marchetti; Ing. Senn; Ing. Acanfora; Ing. Zava; Rag. Cocilivo; Avv. Cocilivo; Rag. Dusanochet; Ing. Marino; Ing. Giammona; Barone Tomasini; Ing. Casella; Ing. Verna; Ing. Serravalle. Hanno giustificato la loro assenza i soci: Ing. Prof. Dina, Ing. Torrenti.

Il Presidente, Ing. Lo Presti, dichiarata aperta la seduta legge una circolare del Presidente generale, riguardante la compilazione di memorie sulle reti ad alta tensione e prega quei soci che volessero presentarle, di attenersi alle norme stabilite.

Dà quindi lettura di una lettera di ringraziamento della Signora Bianchi, sorella del defunto Ing. Bianchi, ex Segretario generale dell'A. E. I.

Esponde quindi il proposito di voler istituire delle riunioni mensili dedicate espressamente a comunicazioni e scambi di attualità. Invita quindi i Soci di voler collaborare a tale iniziativa in maniera che le dette riunioni riescano interessanti.

Sottopone poi all'Assemblea il Bilancio preventivo dell'anno 1924, la cui relazione viene presentata dal Cassiere Barone Tomasini.

Bilancio preventivo 1924.

| Attivo | | | |
|-------------------------------|-----------------|------------|--|
| Soci individuali residenti | N. 86 a L. 50,— | L. 4.300,— | |
| " " non residenti | " 20 " " 45,— | " 900,— | |
| " collettivi | " 11 " " 100,— | " 1.100,— | |
| Presunto aumento Soci: | | | |
| Soci individuali residenti | N. 16 a L. 50,— | L. 800,— | |
| " " non residenti | " 5 " " 45,— | " 225,— | |
| " collettivi | " 2 " " 100,— | " 200,— | |
| Resto attivo anno 1923 | | " 3.332,24 | |
| Interessi attivi sui depositi | | " 142,76 | |

Totale L. 11.000,—

Passivo

| | | |
|------------------------------------|------------|--|
| Sede Centrale | | |
| Per 127 Soci individuali a L. 35 | L. 4.443,— | |
| " 13 " collettivi " " 70 | " 910,— | |
| Diritti esazione e marche da bollo | " 250,— | |
| Segreteria, posta e bolli | " 250,— | |
| Imprevisti e diversi | " 345,— | |
| | L. 6.200,— | |
| Presunto saldo attivo | " 4.800,— | |

Totale L. 11.000,—

Viene approvato. Fa notare che il confortante aumento del numero dei soci fa sperare in un sempre migliore sviluppo della sezione e prega i soci di volersi fare ognuno centro di propaganda.

*

Personale

Il nostro collega Ing. Brandi è stato recentemente nominato Presidente del Consiglio di Amministrazione della Società Anonima Belgio-Italiane d'Entreprises d'Electricité; Force-Eclairage - Chauffage. Congratulazioni.

Per il cambio di indirizzo, inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Il discorso del Ministro Corbino a Milano.

Il 29 Marzo scorso il nostro illustre Consocio Senatore Corbino, Ministro dell'Economia Nazionale, tenne in Milano un discorso in occasione dello scoprimento del busto a Giuseppe Colombo nella nuova sede della Società Edison che venne inaugurata appunto in tale occasione. Siamo grati alla cortesia di S. E. Corbino di averci riservato la primizia del testo del discorso stesso che possiamo così pubblicare per esteso in questo numero.

Uno dei più interessanti caratteri del Ministro dell'Economia Nazionale è quello di essere contemporaneamente un grande fisico ed un cultore profondo delle scienze economiche e politiche, così che egli può passare indifferentemente dalla trattazione dei più astrusi problemi fisici a quella delle più alte questioni finanziarie dell'industria e del commercio.

A questa parte dell'attività del Corbino appartiene il discorso per Giuseppe Colombo, mentre alla scienza pura si riferisce una nota sulla radiotelegrafia che, pur tra le cure del Ministero, egli ha trovato modo di stendere per il nostro giornale, e che riportiamo più avanti in questo stesso fascicolo.

Quei nostri soci, e sono molti, che ricordano la figura di Giuseppe Colombo, che fu uno dei primi soci dell'A.E.I., il secondo dei presidenti generali della nostra Associazione ed un vero pioniere dell'industria elettrica in Italia, la vedranno rivivere pienamente nella parole del Corbino, come appare quasi vivente nel vigoroso busto che gli è stato dedicato dalla Società Edison. In una sintesi chiarissima appaiono tutti i lati della multiforme attività dello Scomparso, dal professore, all'ingegnere principe, al deputato, al Ministro; in tutti i campi appare l'uomo che ha costantemente agito per il progresso e per il bene del paese.

Dall'opera del Colombo prende poi lo spunto il Corbino per esaminare tutte le complesse conseguenze economiche del dopo guerra e dimostra come le idee economiche chiare e diritte dello scomparso abbiano oggi avuto una nuova e decisiva riconferma dai fatti. Ad esse si è avvicinato ora il Ministro dell'Economia che, nel suo discorso annunciarono alcune nuove disposizioni di legge da lui proposte ed intese ad accordare speciali facilitazioni per i finanziamenti relativi agli impianti elettrici e ferroviari.

Nel ringraziare ancora il Senatore Corbino non possiamo che esprimere l'augurio che la sua collaborazione al nostro Giornale, nonostante le cure del Governo, possa continuare a svilupparsi nell'avvenire per il bene dell'A.E.I. e dell'elettrotecnica.

I danni del fulmine alle cose ed alle persone.

Con la accentuata specializzazione che è una caratteristica dei tempi nostri, accade spesso di constatare, con poco piacevole sorpresa, di quanto si è rimasti in arretrato nei campi della tecnica nei quali non si svolge la nostra attività abituale. Ed, a compenso, si constata talvolta con piacere quanto gli studi che ci sono abituali ed i progressi compiuti nella tecnica nostra, abbiano giovato allo sviluppo ed al progresso di altre tecniche, alla nostra più o meno vicine. L'una e l'altra impressione abbiamo avuto scorrendo la terza parte della monografia del Collega BORDONI sull'elettricità atmosferica. In essa il lettore vedrà distrutte opinioni che probabilmente saranno rimaste in lui quali echi di studi lontani e troverà più d'una conclusione interessante: come quella della non convenienza economica, di proteggere gli ordinari edifici contro le scariche atmosferiche.

LA REDAZIONE.

GIUSEPPE COLOMBO

O. M. CORBINO

Discorso pronunciato per l'inaugurazione del busto nel nuovo palazzo della Società Edison

Nella superba commemorazione che fu fatta per Giuseppe Colombo all'Istituto Lombardo, e alla quale parteciparono Michele Scherillo, Luigi Berzolari, Ettore Paladini, Antonio Federico Jorini e Gaudenzio Fantoli, tutti i molteplici aspetti dell'attività di quel grande furono magistralmente illustrati.

Nel breve tempo che mi è consentito dalla particolare natura di questa cerimonia io non posso nulla aggiungere al giudizio che fu allora dato dell'Uomo, giudizio che a tre anni di distanza dall'avvenimento sembra ancora più profondo e più vero.

L'estremo motto di Cesare Correnti era stato: « Noi riuscimmo a farvi liberi; a farvi grandi pensateci voi ». Osserva giustamente lo Scherillo che a tale compito il Colombo conformò tutta l'opera sua, di cittadino, di educatore, di scienziato: render prospera e grande questa sua Milano; e, con la piccola e domestica, la maggior patria italiana.

E così Egli passa dalla ottima Scuola della Società d'incoraggiamento d'Arti e Mestieri dove vennero progressivamente preparate le migliori maestranze e i più abili Capi tecnici delle industrie lombarde, a quel Politecnico che, già irradiato dall'ingegno creatore di Francesco Brioschi, Egli vivificò con l'opera insuperata di Professore e di Direttore.

Ma la vita scolastica in un Istituto che doveva preparare i dirigenti del movimento industriale italiano, non poteva essere disgiunta dal contatto con le esigenze reali della industria che andava sorgendo. E a questa attività sana e feconda Egli diede intero il contributo della sua possente personalità. Non si era ancora determinato quel processo di specializzazione nei vari rami della tecnica che è oggi divenuta una vera necessità imposta dal travolgente progresso industriale. Ma la sua incomparabile preparazione e soprattutto il contatto che Egli non interruppe né trascurò mai con l'insegnamento più elevato, fecero sì che nessuna delle finezze più ardue di tutte le tecnologie gli fosse ignota o mal conosciuta; ne fa fede tuttora quel « Manuale dell'ingegnere » che per tante decine di anni ha costituito la guida sapiente e sicura di varie generazioni di tecnici in tutti i rami dell'ingegneria.

Se la sua preparazione più caratteristica riguardava il campo delle tecnologie meccaniche Egli seguì in pieno e da creatore accorto e lungimirante tutto lo sviluppo rigoglioso delle industrie elettriche. Basterebbero a dimostrarlo i rapporti sul progresso dell'elettrotecnica da lui pubblicati nella Nuova Antologia, e la bella memoria sui trasporti di forza a distanza che Egli scrisse per l'opera « Cinquant'anni di vita italiana » edita su iniziativa della Accademia dei Lincei. Ma ancor più vale a documentare la grande portata della sua attività in questo campo la creazione di quell'ente mirabile che è la Società Edison di elettricità, posta da lui su basi così salde ed armoniche da servire da modello a tutte le Aziende fiorentissime cui si deve lo sviluppo imponente del nostro patrimonio elettrico.

Il monumentale impianto di Paderno di cui Egli seppe intuire la grande portata industriale, segna una tappa fondamentale nella storia delle utilizzazioni idroelettriche; e valse a richiamare sulla giovane e audace tecnica italiana l'attenzione e l'ammirazione degli elettricisti di tutto il mondo.

La personalità eccelsa del Colombo doveva suscitare nell'ambiente della politica l'interesse di utilizzarlo in quel mal-

fido campo di attività. Ma doveva presto rivelarsi, pur dopo le brillanti prove che Egli fornì come Ministro, una vera incompatibilità tra la sua concezione rigida, precisa, concreta dei bisogni veri del nostro Paese, e le vacuità rettoriche di cui la politica particolarmente si compiace.

La Storia dirà fino a qual punto Egli abbia avuto torto nel volere che il cammino della Nazione non venisse intralciato dalle ciarlatanerie di coloro che già da allora proclamavano, sempre in nome della libertà, il diritto nelle minoranze di sabotare il Paese.

Ma su un punto il giudizio della Storia può essere sicuramente anticipato: essa invero dirà che l'azione di Giuseppe Colombo, suscitatore e patrono del grande nostro sviluppo industriale, ha assai più contribuito al benessere delle classi proletarie che non le declamazioni degli apostoli delle rivendicazioni sociali e le sobillazioni dei provocatori di permanenti conflitti tra industriali ed operai.

*

Nella figura complessa e pure così armonica di Giuseppe Colombo noi troviamo in certa guisa simboleggiato e riassunto tutto il movimento ideale e pratico che ha fatto della Lombardia e della Italia settentrionale una delle zone industriali più forti del mondo.

In lui la salda preparazione scientifica che gli conferì la attitudine ad approfondire i problemi con la serietà e il rigore che la scienza pura presuppone ed impone.

In lui il possesso completo delle scienze economiche e finanziarie che mentre gli permise di render i più grandi servizi alle pubbliche Amministrazioni da uomo politico, da membro del Parlamento e da Ministro, fece di lui l'Amministratore modello di Società industriali, e il primo creatore di quelle Aziende elettriche che per la salda organizzazione, l'elevato tecnicismo, e la prontezza ai progressi futuri costituiscono uno dei pilastri più saldi della industria italiana.

In lui la preoccupazione costante di seguire e promuovere il progresso tecnico della industria, cosicchè quando sorse il Comitato Scientifico Tecnico che ha appunto per fine di tener vivi i contatti fra i laboratori, dove la scienza prosegue le sue indagini, e l'officina, dove la tecnica utilizza i progressi della Scienza, se ne affidò la presidenza al Colombo come l'Uomo più adatto a riassumere e vivificarne gli scopi e l'azione.

In lui infine il creatore di una schiera superba di tecnici che sono ormai distribuiti in tutto il complesso meccanico industriale del nostro Paese e che dagli insegnamenti e dall'esempio luminoso del maestro traggono stimolo e incitamento a considerare le fortune dell'industria come inseparabilmente connesse al suo quotidiano perfezionamento tecnico.

Purtroppo non sempre ci si rende conto della necessità di guardare al di là dei procedimenti attuali e di agguerrirsi in tempo per non trovarsi in condizioni di inferiorità nelle lotte del futuro. Fermarsi ai metodi che permettono di vivere oggi anche comodamente, mentre presso le Aziende analoghe dell'Estero ferve il lavoro di preparazione di nuovi processi, o di perfezionamento nella tecnica produttiva, equivale a procurarsi la rovina di domani.

Anche coloro, fra i dirigenti, che più nettamente percepiscono questa necessità dinamica della vita industriale, sono spesso ostacolati dalle difficoltà che debbono superare giorno per giorno nell'esercizio normale delle Aziende.

Non mi riferisco al triste periodo nel quale le controversie con le maestranze tenevano quotidianamente impegnate tutte le forze intellettuali e morali dei Capi delle Aziende, la cui attività si esauriva nelle interminabili trattative coi Capi delle organizzazioni. Quel periodo è, almeno attualmente, superato; e ormai si comincia a capire che i problemi dell'industria non si riducono soltanto alle controversie tra capitale e lavoro, e che altre questioni assai più gravi premono e si impongono all'attenzione degli industriali e alle cure dei Governi.

Ma le tristi conseguenze del passato si ripercuotono ancora sulla situazione economica delle Aziende industriali, le quali, nonostante le apparenze, son lungi dal possedere la copiosa floridezza che occorre per renderne possibili i progressi futuri. Invero solo una condizione di larga floridezza economica consente l'impiego dei mezzi richiesti dal rinnovamento degli impianti, dal loro ampliamento e dallo studio di ulteriori perfezionamenti produttivi. E tutto ciò è indispensabile per assicurare nella concorrenza internazionale, la salda vita degli organismi industriali, e quindi la possibilità di impiego, nel futuro di grandi masse operaie. Quando perciò un

eminente statista ebbe ad affermare di recente che essendosi riportato il prezzo del pane al suo valore reale, e avendo con ciò duramente colpito le classi proletarie, fu necessario per ragioni di giustizia sociale gravare la mano anche sui ricchi e procedere alla promulgazione delle note leggi tributarie del 1921, io mi sono domandato se così facendo si siano colpiti i capricci lussuosi degli arricchiti di guerra o non si siano piuttosto sottratte alle Aziende industriali in un periodo delicatissimo della loro trasformazione le possibilità della loro futura esistenza. Se così fosse, e a me sembra non dubbio, le masse lavoratrici in nome della giustizia sociale, sarebbero state colpite due volte: perchè il capitale spaventato e distolto dagli impieghi industriali sa ben trovare altre vie, anche verso l'Estero dove non si frappongono barriere al denaro che vi arriva espatriando dal Paese di formazione.

Esistono bensì barriere insuperabili per il nostro operaio in cerca di lavoro, e che ha perciò il maggiore interesse a veder fiorire in Patria le industrie che danno da vivere a lui e daranno da vivere ai suoi figlioli domani.

A questa necessità suprema di dare alle industrie sane le più ampie possibilità di finanziamento, per sottrarle ai disagi di una stentata vita economica, e di favorirne il progresso tecnico che ne assicuri anche la futura prosperità, a queste due esigenze fondamentali consacrò l'alto ingegno e il nobile spirito Giuseppe Colombo. E io sono sicuro di fare onore alla sua memoria nel modo più degno dando qui comunicazione di due importanti decreti deliberati nell'ultimo Consiglio dei Ministri per provvedere a tali esigenze.

Sono note le difficoltà che si incontrano nei finanziamenti di alcune categorie di opere e impianti, le quali richiedono grandi capitali recuperabili solo a lunghe scadenze; esempi tipici gli impianti idroelettrici, le costruzioni e le elettrificazioni ferroviarie, gli acquedotti, gli impianti telefonici, tutte imprese che, pure appoggiandosi su una concessione governativa, richiedono l'impiego di capitali privati.

Per favorire il finanziamento di tali lavori si è autorizzata con decreto in corso la creazione di una particolare Sezione di quel Consorzio che ha reso così grandi servizi per la costruzione di opere pubbliche contro la garanzia di annualità a debito dello Stato.

Mediante l'emissione di obbligazioni garantite da iscrizione ipotecaria sulle opere e sugli impianti e con la prestazione di un congruo capitale iniziale sarà possibile procurarsi le somme occorrenti, e creare insieme tra i risparmiatori italiani una più vasta comprensione di questo tipo di credito nella forma obbligazionaria che ha così potentemente agito negli altri Paesi per incanalare verso gli investimenti industriali i capitali disponibili.

È invero notevole la mancanza nel nostro Paese di un mercato nazionale delle obbligazioni.

Occorre richiamare direttamente il risparmio ai titoli rappresentativi delle opere dirette a vivificare l'economia della Nazione, mentre si va per fortuna restringendo la domanda dello Stato per l'accensione di nuovi debiti pubblici. A provare come sia scarsa fra noi la diffusione di questo tipo di credito basta ricordare che a tutto il 1922 le Società Italiane che avevano obbligazioni, possedevano un capitale azionario di lire 14 miliardi e meno di 2 miliardi di obbligazioni.

In particolare le imprese idroelettriche avevano al 31 dicembre 1922 circa 2 miliardi e 200 milioni di debiti in confronto a 2 miliardi e 150 milioni di capitale; il loro debito in obbligazioni era però di soli 130 milioni, cioè appena il 3 per cento dell'intero capitale assorbito. Appare quindi non azzardato il giudizio che il nuovo Ente sorge a soddisfare un bisogno urgente dell'attività produttiva del Paese, e che perciò da questo provvedimento, come dall'altro che ebbi l'onore di annunziare pure a Milano e relativo al Credito agrario, possano derivare i maggiori vantaggi della economia nazionale.

Il secondo provvedimento riguarda il progresso tecnico della nostra industria.

Poichè non è possibile che questa, nelle sue condizioni attuali, voglia e possa provvedere da sé ai bisogni del domani, ho ottenuto la istituzione di un nuovo capitolo nel bilancio del Ministero dell'Economia Nazionale, con l'assegnazione di 2 milioni annui, e che avrà per intestazione « Spese per incoraggiamenti e sussidi ad iniziative, studi e ricerche intese a promuovere e a favorire il progresso scientifico e tecnico dell'industria ».

Si tratta, come si riconosce subito, di riprendere ed ampliare, con l'intervento dello Stato, i compiti che si propone quel Comitato Scientifico-Tecnico di cui Giuseppe Colombo fu il primo e significativo Presidente.

Questioni relative a perfezionamenti tecnici dell'industria o a nuovi procedimenti industriali potranno essere proposte dai Direttori di Laboratori per scienze applicate o da Capi di Aziende industriali, ottenendo i mezzi per lo studio e la risoluzione.

Si potranno sussidiare nuove iniziative, o nuovi Laboratori che sorgessero presso le nostre grandi Aziende industriali.

Si potrà infine favorire la realizzazione delle idee contenute nei brevetti italiani più seri, e che finiscono talvolta con l'essere sfruttate da inventori stranieri, per la difficoltà di trovare mezzi di sperimentazione quando si tratti di invenzioni anche bene ideate ma di non sicura riuscita.

Tutto ciò dovrà servire a rendere più stretti i legami tra la scienza e l'industria, col doppio vantaggio di evitare che la scienza si fabbrichi artificiosamente dei problemi inutili per procurarsi il gusto o il merito di risolverli, e che l'industria divenga troppo empirica e riottosa contro il progresso. Purtroppo i contatti che si cercò di stabilire durante la guerra, quando cioè l'industria si poteva anche permettere delle spese di lusso, non furono da noi fecondi come in altre Nazioni. Colpa, forse, dei nostri uomini di studio, non preparati come altrove all'esame dei problemi concreti e posti da altri, colpa anche degli industriali che non si resero conto della necessità di una lunga prova per trarne risultati economicamente utili. Con le difficoltà sopraggiunte nel dopo-guerra, il divorzio tra le due attività minaccia di diventare definitivo, e ciò avviene mentre all'Estero le grandi ricerche scientifiche e tecniche emigrano lentamente dai Laboratori mal dotati delle Università a quelli istituiti con grande copia di mezzi presso le più potenti società industriali. Lo Stato non poteva disinteressarsi di questa situazione nostra della quale non tarderemo a subire le conseguenze non liete; esso è intervenuto con un provvedimento modesto, ma non privo di significato. Ed è certo una coincidenza notevole che un provvedimento così connesso allo spirito animatore di Giuseppe Colombo si sia potuto da me annunciare proprio il giorno delle onoranze alla Sua memoria.

Signori,

Accanto agli Uomini che lanciano nel lontano futuro la traccia luminosa del loro genio con le scoperte o le grandi opere d'arte, altri ne sorgono, in momenti storici particolarmente propizi, e si assumono il compito di preparare le generazioni alle nuove esigenze del progresso civile e a trasformare la struttura economica e produttiva del Paese.

Gli uni accrescono il retaggio di gloria della Nazione, gli altri ne maturano il destino.

Onorare la memoria di questi benemeriti fa parte del sano programma di esaltazione dei valori morali che il Governo nazionale si è proposto; e pertanto alla cerimonia di oggi il Governo non poteva restare estraneo nè assente.

Il ricordo dell'opera del grande pioniere della tecnica e dell'industria italiana ci sia di incitamento a persistere nella buona via che Egli tracciò con mano sapiente di maestro e di organizzatore; essa ci condurrà alla auspicata indipendenza economica, fondamento e presidio del benessere dei cittadini e della potenza della Nazione.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:

Vol. I. - II^a Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Provincie redente

• 20, —
• 2, —

Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia

• 20, —
• 3, —

Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).

L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - suo avvenire (broch.)

• 2,50
• 0,80

CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia

• 1, —
• 0,50

NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici

• 3, —
• 1, —

NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche

• 4, —
• 1, —

NORME per l'ordinazione ed il collaudo degli isolatori di porcellana

• 1,50
• 0,80

Descrizione di una macchinetta elettromagnetica di A. PACIOTTI in cinque lingue: italiana, francese, inglese, latina, tedesca (edizione di lusso)

• 3, —
• 1, —

LIMITI E CONDIZIONI DI UNA BUONA RICEZIONE IN RADIOTELEFONIA □ □

O. M. CORBINO

In una Memoria del 1905 ⁽¹⁾ ebbi ad esaminare le proprietà spettroscopiche della luce omogenea avente una intensità periodicamente variabile, corrispondente a una espressione analitica del tipo

$$s = q(t) \sin \omega t$$

dove $q(t)$ che rappresenta l'ampiezza dello spostamento luminoso varia con un periodo T grandissimo rispetto a quello $\frac{2\pi}{\omega}$ della vibrazione luminosa.

Si tratta cioè, come si direbbe in termini divenuti frequenti dopo la scoperta della radiotelegrafia, di una onda « modulata ».

La funzione s che rappresenta la vibrazione può essere scomposta analiticamente dando luogo, per $q(t) = A \cos \gamma t$ alla espressione

$$s = a \sin \omega_1 t + a \sin \omega_2 t$$

dove si ha

$$a = \frac{A}{2} ; \quad \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} = \omega ; \quad \frac{\omega_1 - \omega_2}{2} = \gamma$$

Ciò significa che la vibrazione ad ampiezza variante sinusoidalmente è decomponibile in due vibrazioni di ampiezza costante e di periodo leggermente diverso da quello della vibrazione primitiva. È l'inversione del fenomeno dei battimenti, per il quale si ottiene un suono unico di intensità periodicamente variabile per effetto della sovrapposizione di due suoni di frequenza diversa. E perciò se la luce è costituita da una vibrazione omogenea di ampiezza variabile sinusoidalmente, e la si osserva con uno spettroscopio di sufficiente potere separatore, al posto della riga luminosa corrispondente alla luce di ampiezza costante si osserverà una doppietta costituita da due righe simmetricamente disposte rispetto alla riga primitiva.

Al variare del periodo di modulazione, cioè del periodo di $q(t)$, si allontanano o si avvicinano le componenti della doppietta, che saranno tanto più distanti quanto più elevata è la frequenza modulatrice di $q(t)$.

Altri modi di scomposizione della (1) furono allora esaminati, per lo studio di alcuni casi speciali; ma allo scopo della presente Nota basta il richiamo sopra riportato; esso ci permetterà di fare alcune considerazioni degne di nota sulle condizioni e sui limiti di una buona ricezione radiotelefonica.

Invero l'onda elettrica emessa da un'antenna radiotelefonica, e ottenuta per modulazione a mezzo di un microfono di onde persistenti, può essere rappresentata dalla (1). L'apparecchio ricevitore, attraverso a una serie di amplificatori, è in fondo un sistema oscillante perfettamente accordato con l'onda *non modulata*, di pulsazione ω . Esso risponderà con intensità mutevole secondo la curva di risonanza alle onde di frequenza diversa da $\frac{\omega}{2\pi}$.

Ma poichè la trasmissione radiotelefonica implica necessariamente l'intervento della modulazione, cioè dell'ampiezza variabile $q(t)$, non è più un'onda sinusoidale che arriva sul ricevitore e in risonanza con questo, ma due onde distinte di ampiezza costante, e di periodo diverso da quello di risonanza. E se le due onde (che per l'analogia con l'ottica chiamerò le componenti della doppietta) sono molto lontane, e quindi non impegnano il ricevitore sintonico nella zona di grande sensibilità per risonanza, ne risulterà una scarsa e in taluni casi una praticamente nulla sensibilità di audizione, pur essendo il ricevitore perfettamente accordato all'onda non modulata del trasmettitore.

Sia la curva di risonanza del ricevitore quella della fig. 1.

Nelle condizioni di perfetta sintonia la posizione della riga rappresentativa dell'onda non modulata è la centrale $A B$ corrispondente alla pulsazione ω ; per essa si ha la risonanza massima. Ma intervenendo la modulazione l'onda incidente si scinde in due di pulsazioni ω_1 e ω_2 , rappresentate dalle righe $A_1 B_1$, $A_2 B_2$; e per esse la capacità di ricezione nel ricevitore

⁽¹⁾ Rend. Lincei Vol. 14, 19 sem. p. 332, 1905.

è notevolmente minore. Dipendentemente dalla ampiezza dell'intervallo $B_1 B_2$, cioè di $\omega_2 - \omega_1$, e perciò della frequenza f del suono modulatore ($f = \frac{\omega_2 - \omega_1}{2\pi}$), e in relazione alla maggiore o minore acutezza della curva di risonanza si potrà avere una buona o una cattiva ricezione.

Della esistenza teorica dell'effetto discusso non si può dubitare dopo quanto si è detto. Rimane solo da ricercare se l'effetto si produrrà praticamente in misura apprezzabile, e quali ne saranno le manifestazioni.

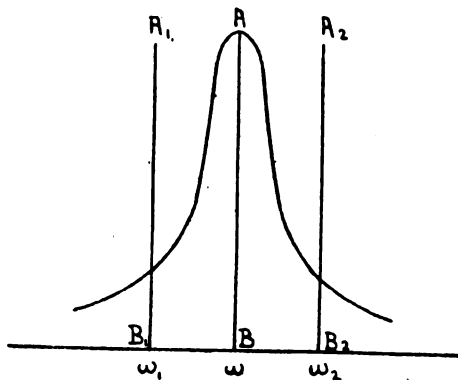


Fig. 1.

Il circuito ricevitore, di resistenza r , self L e capacità C , presenterà alle onde di frequenza generica ν una resistenza apparente:

$$R = \sqrt{r^2 + \left(2\pi\nu L - \frac{1}{2\pi\nu C}\right)^2}$$

con una frequenza di risonanza N tale che

$$N^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC}$$

Poichè l'alterazione della frequenza è lieve, ponendo

$$\nu = N + n$$

sarà n piccolissimo rispetto a N ; ne risulta

$$R = \sqrt{r^2 + 16\pi^2 L^2 n^2}$$

e perciò la resistenza per l'onda $N + \nu$ sarà, rispetto a quella minima r di risonanza, in un rapporto m dato da

$$m = \frac{R}{r} = \sqrt{1 + 16\pi^2 \frac{L^2}{r^2} n^2} \quad (2)$$

Si osservi, d'altra parte, che se il suono modulatore ha una certa frequenza f , le due componenti sinusoidali dell'onda modulata avranno fra loro una differenza f fra le rispettive frequenze, e una differenza $\frac{f}{2}$ fra la frequenza di ciascuna e quella dell'onda modulata. Per esempio se il suono modulatore ha una frequenza di 1000, si avrà per la formola ultima

$$m = \sqrt{1 + 16\pi^2 \frac{L^2}{r^2} 500^2}$$

Viceversa, poichè si deduce dalla (2)

$$n = \sqrt{m^2 - 1} \frac{r}{4\pi L}$$

si può calcolare per quale frequenza f del suono modulatore si ha un accrescimento di m volte nella resistenza del ricevitore, cioè una riduzione a $\frac{1}{m}$ della sua sensibilità.

Si ottiene

$$f = 2n = \sqrt{m^2 - 1} \frac{r}{2\pi L}$$

Pertanto se la bobina del ricevitore ha una resistenza di 0,2 ohm e la self di 500 microhenry, la sensibilità sarà ridotta a metà ($m = 2$) per

$$f = 1,73 \frac{0,2}{6,28 \times 5 \times 10^{-4}} = \text{circa } 110 \text{ per secondo}$$

La riduzione di sensibilità sarà più notevole per frequen-

ze più alte del suono modulatore. Così per un suono di 1000 vibrazioni la sensibilità si ridurrebbe a circa un sedicesimo; e perciò i suoni più acuti saranno più difficilmente sentiti, e per i suoni non semplici gli armonici di grado elevato saranno più fortemente ridotti, con alterazione del timbro e difficoltà di percepire le parole. Invece l'effetto sarà attenuato se si ricorre a ricevitori con self piccolissima, ciò che si può fare più facilmente qualora la frequenza dell'onda di sostegno sia alquanto elevata.

Da ciò la convenienza, che la pratica ha già riconosciuto, di trasmettere con onde quanto più corte è possibile.

Risulta inoltre che l'audizione sarà migliorata rendendo, in ogni caso, meno acuta la curva di risonanza del ricevitore cioè (a parità di resistenza ohmica e di lunghezza d'onda) accrescendo la capacità e diminuendo la self del risonatore. Anche questa conseguenza sembra conforme ai risultati della pratica.

Ritengo che le considerazioni esposte in questa Nota, e che per le mie attuali condizioni non posso controllare se siano del tutto nuove, vadano tenute presenti nello esame delle varie singolarità che presenta praticamente la radiotelegrafia.

□ I FENOMENI ELETTRICI DELL'ATMOSFERA E LA PROTEZIONE DEGLI EDIFICI DALLE SCARICHE TEMPORALESCHESCHE

UGO BORDONI



Comunicazione fatta alla Sezione di Roma
la sera del 20 febbraio 1924
(Continuaz., v. N. 10)

PARTE III.

Notizie statistiche sopra i danni prodotti dalle scariche elettriche temporalesche.

13. - *Sulle ragioni dello speciale comportamento manifestato talvolta dalle scariche atmosferiche.*

Dalla facile constatazione che il fulmine colpisce generalmente oggetti elevati, ebbe origine in passato la opinione, tutt'ora diffusa, che l'oggetto il più elevato di ogni ristretta zona, o la parte più elevata d'un medesimo oggetto, siano certo quelli che, eventualmente, il fulmine colpirà.

E questa idea, della quale sarebbe superfluo illustrare la importanza nei riguardi della protezione degli edifici, acquistò maggior credito dopo che le esperienze di Franklin e dei continuatori della sua opera ne ebbero messo in luce una interpretazione molto semplice e persuasiva: dirigendosi verso l'oggetto più elevato della zona, la scarica elettrica sceglieva la via la più breve possibile fra tutte quelle che le consentivano, partendo dalla nube, di giungere al suolo.

Veramente, deviazioni da questo comportamento se ne conoscevano, e divennero anzi tanto più numerose ed importanti quanto più l'attenzione dei fisici e dei tecnici si concentrò sugli effetti delle scariche atmosferiche, specie dopo la diffusione dei parafulmini per la protezione degli edifici.

Così, si notarono casi in cui alberi più bassi venivano colpiti in luoghi di altri, immediatamente vicini, di altezza ben maggiore; casi nei quali il fulmine, in luogo di colpire la parte più elevata di un edificio, si era diretto molto più in basso, verso una grondaia, ad es., od un tubo di scolo di acque piovane; oppure, dopo aver colpito il parafulmine installato sull'edificio, invece di seguire il conduttore metallico e dirigersi verso la terra, la scarica aveva preferito uscire dal conduttore del parafulmine e dirigersi verso un altro conduttore, superando con un violento arco l'intervallo d'aria che li separava; e persino casi nei quali la scarica, anzichè colpire la lunga asta di protezione situata nella parte più elevata, era caduta più in basso, ma nelle sue immediate vicinanze: ai piedi, per così dire, dell'asta [40].

Per molto tempo, non si videro in queste deviazioni altro che dei « capricci » (42) del fulmine e si continuò a tenerne nota (basta scorrere le collezioni dei giornali e dei periodici scientifici e tecnici dei decenni scorsi) più per ragioni di statistica e di curiosità che nell'intento di farne uno studio accu-

(42) In Inghilterra e negli Stati Uniti « vagaries ».

rato e cercare seriamente di trovarne la spiegazione: la quale non è venuta che in tempi relativamente recenti, in seguito ai progressi fatti dagli studi sulle correnti variabili, sopra i fenomeni di carattere transitorio delle linee di trasmissione e delle reti di distribuzione ed allo sviluppo della radiotecnica.

Si tratta, anzitutto, di modificare la interpretazione accennata in questo senso: la via che la scarica segue è sempre quella elettricamente più facile (nel momento della scarica). Naturalmente, se l'aria fosse elettricamente omogenea e se tutte le parti, più o meno elevate, degli oggetti, fossero in comunicazione egualmente buona col suolo, la via elettricamente più facile coinciderebbe con quella geometricamente più breve; e se inoltre le parti della nube dalle quali la scarica può partire fossero allo stesso livello, non v'ha dubbio che verrebbe costantemente ed inesorabilmente colpita solo la parte più alta di ciascuno degli oggetti che si trovano alla superficie della terra. Ma all'atto pratico, nessuna di queste tre ipotesi principali può dirsi realizzata. Lo stesso andamento tortuoso della scarica elettrica in seno all'aria dimostra che l'aria si comporta come se non fosse elettricamente omogenea; e questa mancanza di omogeneità è probabilmente dovuta in parte a reali disuniformità di ionizzazione e di umidità preesistenti alla scarica, in parte ad alterazioni create dalla scarica stessa e dovute ai fenomeni secondari (elettrici, termici, meccanici, ecc.), che la accompagnano.

D'altra parte, fra gli oggetti che si trovano alla superficie del suolo ve ne è d'ogni genere, dal punto di vista della comunicazione elettrica con la massa del terreno; ve ne sono di metallici, i quali per lo più hanno dimensioni ristrette, vi sono dei semi-conduttori, come il legname vivo delle piante, vi sono dei quasi isolanti, come le murature, il cemento, i materiali laterizi, i quali, per altro, acquistano una conduttività discreta quando il tempo è umido, o addirittura piovoso; sicchè, ben diversa è la facilità con la quale questi corpi si prestano al passaggio della scarica elettrica, tenuto anche conto che qui, trattandosi sicuramente di correnti rapidissimamente variabili (di carattere periodico o no) e di brevissima durata, la resistenza ohmica dei corpi non è nè la sola grandezza che interessa, nè quella che ha maggiore importanza. Va chiarito, inoltre, che « comunicazione col suolo » non significa già il contatto materiale, bensì il contatto elettrico sufficientemente ampio con quella parte piuttosto interna del terreno che presenta costantemente una discreta conduttività; e se in certi luoghi, dopo piogge assai abbondanti, questa parte può ritenersi prolungata sino alla superficie del suolo, non è così nella maggior parte dei casi, dipendentemente anche dalla natura del terreno e del sottosuolo e dalla sua struttura.

Quando, dunque, una scarica elettrica colpisce un oggetto, essa non ha ancora terminato quella che si potrebbe chiamare la prima parte, dalla nube al suolo, del suo percorso (la seconda parte sarà costituita da ciò che chiude, in senso contrario, il circuito di scarica), chè le rimane da attraversare l'oggetto e raggiungere gli strati conduttori del terreno; in altri termini, dopo aver superato l'ostacolo costituito dallo strato d'aria fra nube e oggetto, deve ancora superare l'altro, che può essere tutt'altro che piccolo, frapposto dall'oggetto colpito. La via che nel suo complesso si presenta elettricamente più facile, al momento della scarica, non passerà dunque affatto, in generale, per l'oggetto il più alto della ristretta zona nella quale la scarica tende a prodursi, per poco che vi siano oggetti un po' più bassi, ma in migliore comunicazione col suolo; e così, analogamente, non sempre converrà alla scarica di attraversare l'oggetto seguendo il percorso geometricamente più breve e di minore resistenza ohmica ove si presentino altre vie che offrano minori difficoltà al tipo speciale di corrente di cui si tratta.

Si delineano già, dunque, le ragioni principali di quel comportamento delle scariche atmosferiche che una volta veniva trovato singolare essenzialmente perchè si pretendeva di spiegarlo in base a leggi che non erano applicabili. E con questo si vuole qui alludere non solo, come è ovvio, alle semplicissime leggi che valgono per le correnti costanti, ma anche alla maggior parte di quelle che si riferiscono alle correnti alternate, sia pure di elevata frequenza. S'è visto, difatti, come, con ogni verosimiglianza, le scariche atmosferiche consistano nella maggior parte dei casi in violentissimi impulsi di corrente praticamente unidirezionali (§ 9), a fronte estremamente ripida. Troppo poco ancora si sa in proposito perchè sia possibile tentare con qualche fondamento una teoria quantitativa della propagazione di questi impulsi lungo vie di tipo così variabile e così poco definito come possono essere quelle che un

edificio, ad es., offre; ma gli studi compiuti in altri casi, intorno a fenomeni transitori di altra origine, fanno sicuramente prevedere che taluni dei fenomeni che si verificano al passaggio nei conduttori delle correnti alternate rapidamente variabili hanno bensì un riscontro qualitativo anche nel caso che ora interessa, e, fra questi, la tendenza ad investire di preferenza le regioni superficiali del conduttore (effetto di superficie), il grande ostacolo opposto da autoinduzioni, anche piccole, e la facilità con la quale, invece, si lascia attraversare ogni cosa che abbia un comportamento equivalente a quello di un condensatore, anche di piccola capacità, la formazione di importanti onde riflesse di corrente ad ogni mutamento di costanti del conduttore, e così via; ma che non sarebbe lecito in alcun modo applicare le leggi di quelle correnti, e specialmente le più semplici e le più note di esse, che si riferiscono al periodo di regime, per dedurne conseguenze quantitative esatte.

E vi è poi un'altra causa, di importanza assai variabile da un caso all'altro, ed alla quale s'è fatta sin qui troppo poca attenzione, che può spiegare molte circostanze di difficile interpretazione: l'azione del vento. L'effetto delle correnti d'aria sulle scariche elettriche di laboratorio è già noto da tempo, e ne sono anche state fatte importanti applicazioni che qui non è il caso di ricordare; non v'ha dunque nessuna ragione per escludere che abbiano a produrre un effetto soffiante sulle scariche atmosferiche, capace di influire notevolmente sulla sua traiettoria, anche le correnti d'aria che accompagnano i temporali, e che, anzi, sono indirettamente una delle cause della entità delle manifestazioni elettriche temporalesche (§ 7). Ma una prova diretta dei mutamenti di traiettoria che possono avvenire per azione del vento è fornita dalle fotografie che tempo addietro, e per altro scopo, ebbero a fare Kayser e Rümcker [41] con apparecchi fotografici immobili, e nelle quali appaiono chiaramente le modificazioni progressive delle traiettorie seguite dalle varie scariche parziali costituenti nel loro insieme un medesimo « fulmine »; sicchè, non può aversi alcun dubbio in proposito.

14. - Le parti degli edifici e gli alberi più soggetti alle fulminazioni.

Sta di fatto, comunque, che se nel caso di fulminazioni di edifici raramente viene colpita proprio la parte più elevata, tuttavia le parti superiori degli edifici, in genere, sono di gran lunga più esposte che non, ad es., le parti laterali.

Riesce molto istruttiva al riguardo una statistica ⁽¹³⁾ compilata dal Ruppel [42], in base all'esame di oltre 10 000 casi di fulminazione avvenuti durante 27 anni, riassunta grafica-

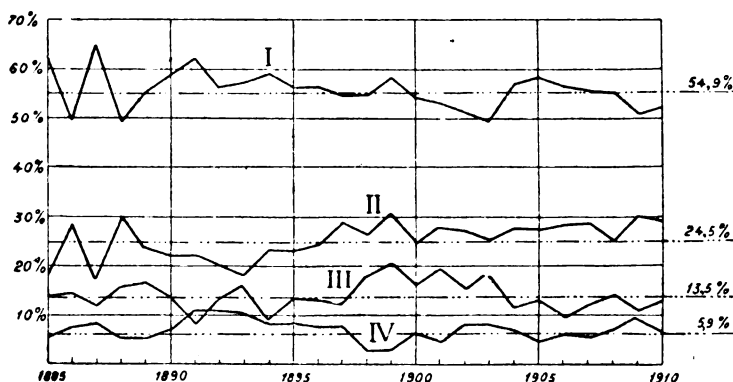


Fig. 21.

mente nella figura 21, nella quale le ascisse sono i successivi anni e le ordinate indicano, per ciascun anno, quale percentuale dei fulmini ha colpito le varie parti che formano o possono formare la copertura di un edificio, così aggruppate: 1) campanili,

⁽¹³⁾ Non è a cognizione dello scrivente che esistano statistiche italiane di qualche importanza. Una decina di anni addietro l'Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica di Roma aveva tentato un principio di statistica per mezzo d'un lungo questionario da distribuire con una certa larghezza, almeno nelle campagne, e che avrebbe dovuto essere riempito, nei limiti del possibile, dalle persone venute a conoscenza di qualche caso di fulminazione; ma la opportuna iniziativa non poté aver seguito per varie ragioni. E' attualmente intenzione della Direzione dell'Ufficio Centrale di riprendere il tentativo, in forma adatta; e sarebbe certo desiderabile che i tecnici contribuissero, per quanto possono, alla raccolta d'un materiale statistico dal quale molte utili indicazioni possono certamente trarsi.

sommità di torri ed estremi acuminati di pinnacoli; 2) camini; 3) comignoli di tetti; 4) superficie piane di tetti o coperture.

Dalla figura appare, ad es., che la prima categoria comprende generalmente più della metà dei casi annuali di fulminazione, in quanto la percentuale, pur avendo oscillato durante i 27 anni dal 48% (1886-1903) al 61% (1885-1887), risulta in media del 54,9%; per le altre tre categorie le percentuali medie risultano rispettivamente del 24,5%; 13,5% e del 5,9%. E poichè sommando queste quattro percentuali si giunge al 98,8 %, questo significa che solo nell'1,2 % dei casi, in media, il fulmine ha colpito parti di edifici non rientranti nelle quattro categorie sopra accennate. Queste cifre, come quelle che seguono e, in genere, tutte le cifre di origine statistica, non possono naturalmente pretendere di avere un significato assoluto, nè di valere senz'altro in qualunque regione ed in qualunque epoca; ma il grande numero dei casi dal quale esse sono dedotte conferisce loro almeno un sicuro valore di cifre d'orientamento.

Meno netti sono i risultati che si ricavano dalle statistiche riguardanti la natura e la destinazione degli edifici colpiti. Da un'altra ricerca, pure del Ruppel [43], estesa a circa 52 000 casi di fulminazione avvenuti in Germania dal 1892 al 1906, risulta che le costruzioni più colpite sono le case d'abitazione (51,2 % dei casi); seguono i granai (17,9 %), le stalle (6,7 %), le chiese (4,43 %), e le scuole (0,93 %); il resto (18,84 %) comprende costruzioni varie. Queste cifre acquisterebbero un valore ben maggiore se fosse noto anche il numero totale di edifici delle varie categorie esistenti nelle regioni alle quali la statistica si riferisce, chè allora si potrebbe avere una idea più precisa del grado di pericolo al quale sono esposti i vari tipi di costruzione; argomento sul quale si tornerà nel § seguente. Si può tuttavia osservare che la cifra elevata riguardante le case d'abitazione è completamente spiegata dalla circostanza che esse costituiscono sempre la maggior parte degli edifici di una regione; può anzi affermarsi che le case d'abitazione e le scuole (che sono edifici di carattere non molto diverso) sono relativamente poco colpite.

Più esposti, invece, appaiono i granai e le stalle, malgrado si tratti generalmente di costruzioni campestri di piccole dimensioni; la ragione è verosimilmente da cercare nel fatto che si tratta di edifici isolati, formanti ciascuno come una vera e propria sporgenza del terreno, a differenza delle città, dove gli edifici sono raggruppati ed allora, tenuto conto dell'altezza rilevante delle nubi, è ciascun gruppo, se mai, che funziona come un risalto del terreno.

Ancora più facilmente colpite appaiono le chiese, a causa della forma della costruzione, che comprende quasi sempre cupole o campanili terminanti con acuti pinnacoli.

Interesse notevole presenta pure il comportamento degli alberi; intorno al quale, per altro, se sono numerose le notizie qualitative, sono rari gli elementi di giudizio quantitativi precisi, del genere di quelli che le Compagnie di Assicurazione sono in grado di fornire intorno agli edifici. V'è però accordo sufficiente, oggi, nell'asserire che, a parità di altre circostanze, le varie specie di alberi sono assai diversamente esposte alla fulminazione; e che, in particolare, suddividendo le varie essenze in tre categorie, a seconda della frequenza con la quale le scariche si abbattano sopra di esse, alla categoria delle essenze più colpite [44] appartengono il pioppo, la quercia, il pero, l'olmo, il pino, il salice, il larice, l'abete, il frassino, l'acacia; meno esposti a fulminazioni sembrano il tiglio, il melo, il noce, il castagno; finalmente, colpiti assai di rado sono l'ontano, il sorbo, l'acero e, soprattutto, le varie specie di faggi.

Si è cercato di mettere in relazione questo comportamento delle varie essenze con la presenza nel legname di sostanze resinose od oleose, con la composizione dei succhi che circolano nella pianta e con le modificazioni che la costituzione di questi succhi subisce nelle varie epoche dell'anno, tenuto conto della corrispondente frequenza dei temporali [45]. Tutto ciò ha indubbiamente una influenza; in quanto è certo, ad es., che se in mezzo ad una pianura si collocasse un'asta verticale, anche molto alta, di un materiale solido che rimanesse buon isolante anche in tempo di pioggia e che avesse presso a poco la stessa costante dielettrica dell'aria, il fulmine non si accorgerebbe della sua presenza, « non vedrebbe », per così dire, questo oggetto elevato; presso a poco come l'occhio non vede un pezzo di vetro che si trovi entro una soluzione, avente densità conveniente, di balsamo del Canada in xilolo, a causa della sensibile identità dell'indice di rifrazione delle due sostanze. Ma importanza almeno eguale, se non maggiore, deve avere la forma e lo sviluppo del sistema sotterra-

neo di radici dell'albero e la natura del terreno che l'essenza predilige: cioè, in altri termini, la bontà della comunicazione col suolo, intesa questa locuzione nel senso poc'anzi precisato. Per esserne convinti, basta considerare che le essenze che si trovano ai due estremi della graduazione sopra ricordata, sono botanicamente assai affini, tanto da appartenere entrambe alla famiglia delle *cupuliferae* (ordine delle *Querciflorae Monoclamydeae*, serie delle *Choripetalae Dicotyledoni Angiosperme*), come la quercia ed il faggio; mentre nella stessa categoria degli alberi più esposti alle fulminazioni si trovano essenze botanicamente così diverse da appartenere addirittura a classi differenti, come la quercia ed il pioppo, che sono *angiosperme*, mentre l'abete ed il pino sono *gymnosperme*. Nè quanto è stato detto sopra riuscirà difficile da intendere a chi abbia avuto modo di rendersi conto della vastità e sviluppo del sistema sotterraneo della quercia, la quale lancia a notevole profondità grosse radici, con innumerevoli ramificazioni, in terreni non troppo asciutti, e di confrontarlo con quello che può bastare al faggio, il quale, nell'Appennino abruzzese ad esempio, vive e prospera a considerevole altezza aggrappato tenacemente al dorso di aride montagne calcaree.

Meno facile, sebbene un qualche fondamento possa intravedersene, sarebbe giustificare talune altre opinioni, abbastanza diffuse nelle campagne sulla base di osservazioni alle quali manca sino ad oggi un controllo quantitativo sufficientemente esteso; per es., la maggior frequenza con la quale verrebbero colpiti gli alberi svettati e quelli muniti di rami morti, a preferenza degli alberi integri; il maggior pericolo, a sensibile parità di altre condizioni, che una essenza venga colpita allorchè si trova in terreno argilloso; e così via.

15. - Notizie statistiche sopra i danni prodotti alle proprietà.

Un altro lato della questione della protezione degli edifici sul quale sono diffuse opinioni poco fondate è quello della entità dei danni che il fulmine mediamente produce, cioè, della reale gravità del pericolo contro il quale si debbono difendere le persone e le cose.

Cominciando dal pericolo per le proprietà, è intanto fuori questione che la grande maggioranza dei danni prodotta dal fulmine, forse circa i nove decimi, è dovuta non direttamente alle azioni elettriche o meccaniche delle scariche, bensì agli incendi ai quali esse possono dar luogo facilmente, specie se nell'attraversamento dell'edificio il fulmine salti da un conduttore ad un altro, mediante archi nell'aria, in vicinanza di sostanze infiammabili. Così, in una statistica pubblicata nel 1913 dal Ruppel [43], e considerando un complesso di fulminazioni per un danno totale di circa quattro milioni di lire, i danni direttamente prodotti dal fulmine figurano per appena l'8,7 del totale, mentre il resto (il 91,3 %) è rappresentato dagli incendi; e se per avere una idea delle variazioni che queste cifre possono subire si suddividono le fulminazioni per regioni e per anni, si trova che la percentuale dei danni provocati dagli incendi può variare dal 79,7 % (Sassonia, 1910; totale danni, circa 60 000 lire) al 97,6 % (Hannover, 1911; totale danni, circa 500 000 lire), e persino al 98,8 % (Prussia occidentale, 1911; totale danni circa 110 000 lire). Sostanzialmente d'accordo con queste statistiche sono tutte le altre pubblicate in altre circostanze, e relative a paesi diversi.

Un'altra circostanza sicura è che, suddividendo i Paesi in « regioni urbane » (comprendenti le aree occupate dalle città e dai centri abitati di una qualche importanza, per esempio di almeno un paio di migliaia di abitanti) e « campagne » (comprendenti tutto il resto del paese, inclusi i centri abitati con meno di duemila abitanti), i danni prodotti dal fulmine sono di gran lunga maggiori nelle campagne, sebbene il numero degli edifici delle due regioni sia ordinariamente dello stesso ordine di grandezza.

Dalla stessa statistica sopra citata si deduce che, del totale di danni di circa quattro milioni di lire, il 6,7 % appena compete al territorio urbano, il resto (93,3 %) alle campagne. Suddividendo ulteriormente per regioni gli elementi della statistica, si trova per la cifra della percentuale relativa alle regioni urbane un minimo del 0,6 % (Hannover, 1911; totale danni, circa 500 000 lire) ed un massimo del 21,2 % (Waldeck, 1910; totale danni, circa 42 000 lire).

Naturalmente, anche in una stessa regione varia notevolmente da un anno all'altro il numero totale dei casi di fulminazione, l'entità dei danni prodotti e la loro suddivisione fra regioni urbane e campagne. Assai istruttive al riguardo sono le figure 22 e 23 riguardanti rispettivamente la Prussia e la Baviera; ciascuna figura comprende un grafico relativo al nu-

mero di fulminazioni avvenute nei diversi anni, suddivisi fra regioni urbane e campagne, ed un grafico analogo, relativo alla entità dei danni prodotti.

Si noterà che i danni constatati nelle campagne e nelle città non sono pressochè proporzionali ai numeri dei rispettivi casi di fulminazione; chè i danni nelle campagne appaiono proporzionalmente assai maggiori. Questo è dovuto ad un complesso di ragioni, fra le quali la maggior frequenza con la quale le costruzioni campestri contengono materie facilmente infiammabili (cereali, paglia, legna, ecc.) e, quindi, sono più facilmente incendiabili, e la deficienza, nelle campagne, di mezzi atti a spegnere prontamente i principi di incendio. Difatti, da

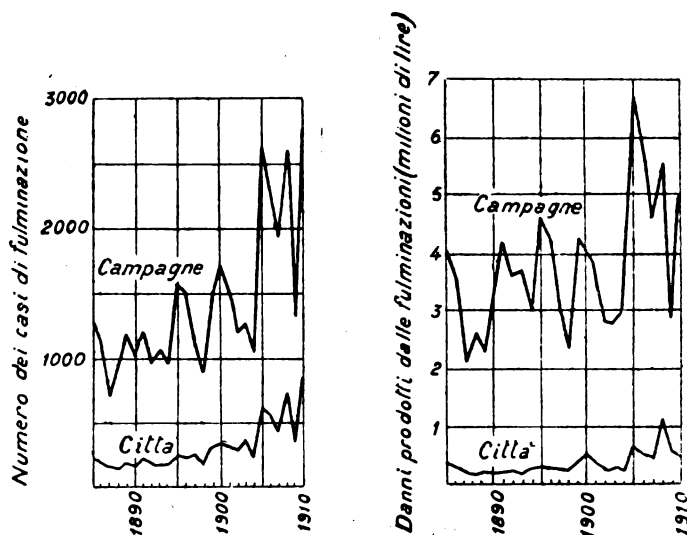


Fig. 22.

una statistica riguardante oltre 50 000 casi di fulminazione [43] appare, che mentre nelle regioni urbane il numero dei casi di fulminazione seguita da incendio rappresenta in media il 15,2 % del totale dei casi, nelle campagne questa cifra sale al 34,2 %. E la riprova della circostanza che tale differenza si deve essenzialmente alla presenza più frequente di materie infiammabili, è che tale differenza sparisce sensibilmente ove si limiti la statistica a quei soli tipi di edifici che verosimilmente si trovano nelle stesse condizioni tanto in città quanto in campagna. Così per le chiese, che contengono *sempre* poco materiale infiammabile, le percentuali sono, rispettivamente, del 10,5 % in città e dell'11,9 % in campagna; invece per i

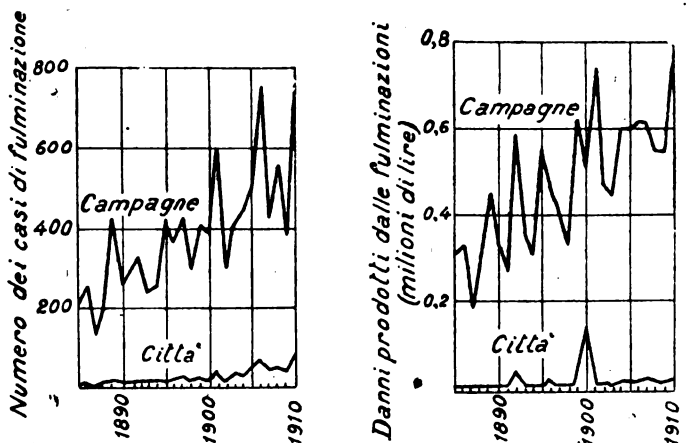


Fig. 23.

granai, che ne contengono *sempre* molto, le percentuali sono rispettivamente del 50 % in città e del 56,5 % in campagna. La differenza si accentua invece per quei tipi di edifici, come le case d'abitazione, che solo nelle campagne contengono o sono contigui a quantità rilevanti di materie infiammabili; le percentuali sono, difatti, rispettivamente dell'11 % in città e del 26,6 % nelle campagne.

Estremamente variabile è la entità dei danni che corrispondono alle singole fulminazioni. Dalle statistiche contenenti il numero dei casi e l'entità totale dei danni possono bensì dedursi delle cifre medie; ma queste (se possono riuscire utili come cifre d'orientamento quando si consideri un gran numero di casi) non forniscono evidentemente alcun indizio sull'entità probabile dei danni che dati edifici, considerati isola-

tamente, potranno eventualmente riportare. Comunque, dalla figura 22 si rileva che in Prussia, nel periodo 1885-1910, l'entità media dei danni in città è rimasta generalmente compresa fra le 500 e le 1000 lire, mentre ha assunto valori pressochè doppi nelle campagne; dalla figura 23 appare che nello stesso periodo di tempo i danni medi in Baviera sono stati alquanto minori sia nelle campagne (per lo più, fra 900 e 1500 lire) sia, soprattutto, nelle città (per lo più, fra 400 e 700 lire).

Un elemento di giudizio da non dimenticare per attribuire a statistiche del genere il loro giusto valore, è che tali statistiche sono per lo più redatte, e non potrebbe essere altrimenti, sopra i dati forniti dalle Compagnie d'Assicurazioni. Esse partecipano perciò di tutte le incertezze derivanti dal variare nel tempo del territorio in cui ogni Compagnia agisce, da inesattezze di classificazione che per la Compagnia non hanno alcuna importanza, mentre ne hanno per la statistica, dall'estendersi o dal contrarsi degli affari di assicurazione, dalla variabile importanza dei vari tipi di edifici nel complesso delle costruzioni assicurate, e così via. Le conclusioni relative ad un certo Paese (o, meglio, all'insieme di quegli edifici, di quel Paese, che hanno rapporti d'affari con la Compagnia o le Compagnie d'Assicurazione considerate) e ad un certo anno non possono dunque dirsi immediatamente paragonabili ad altre conclusioni riguardanti regioni od epoche diverse. Non può dunque accordarsi troppo credito ai risultati che taluno, in passato, ha creduto di poter dedurre da un esame comparativo troppo minuzioso di statistiche di origine differente e relative ad anni diversi; alla conclusione, ad esempio, che il numero dei casi di fulminazione in determinate regioni andava nettamente aumentando col tempo, al pari dell'entità media dei danni, e che questo poteva avere qualche relazione col crescente sviluppo degli impianti e delle linee elettriche. Anche dalle figure 22 e 23 apparirebbe, almeno nei riguardi del numero dei casi, qualche cosa di simile; si presenta per altro ovvia la spiegazione che il numero dei casi di fulminazione considerati dalle statistiche non essendo mai il numero totale, ma solo quello che riguarda gli edifici interessanti le Compagnie o dei quali alle Compagnie perviene notizia, il suo accrescimento (purchè non indefinito!) denota essenzialmente lo sviluppo degli affari della Compagnia e quello della sua rete d'informazione. Non si vuole con questo escludere che realmente nella frequenza dei temporali e nella violenza delle scariche atmosferiche, oltre le forti ed irregolari variazioni che si verificano da un anno all'altro (e delle quali possono dare appunto una idea le figure 21, 22, 23) possano verificarsi anche fluttuazioni più importanti ed a lungo periodo, come accade notoriamente per altri fenomeni atmosferici, anche elettrici, e per il magnetismo terrestre; per taluno dei quali fenomeni, anzi, è stata riscontrata una variazione undecennale che s'accorda abbastanza bene con una variazione dello stesso periodo notata nell'attività solare. Ma è certo che i dati a tutt'oggi noti sulla frequenza dei temporali e, soprattutto, delle scariche atmosferiche, sono troppo incompleti per autorizzare delle conclusioni generali, qualunque ne sia il senso.

16. - Altre notizie sopra i danni alle proprietà; danni alle persone. Sulla convenienza di munire gli edifici di impianti di protezione.

Nel loro complesso, i danni causati dalle fulminazioni non possono dirsi molto preoccupanti, sebbene per grandi Paesi possano annualmente salire a cifre molto notevoli.

A titolo d'orientamento, si ricorda che essi furono valutati per la Svizzera a circa 300 000 lire all'anno (1914) corrispondenti a lire 0,08 per abitante e per anno ed a lire 7 per km² di territorio; per la Germania (1914) a lire 12 000 000, pari a lire 0,18 per abitante ed a lire 22 per km²; per gli Stati Uniti (1910) a circa 45 milioni di lire, pari a lire 0,42 per abitante ed a lire 5,8 per km² ([45], [46]).

Le indagini statistiche sulla probabile frequenza delle fulminazioni s'accordano discretamente nel fissare ad alcune unità per diecimila la probabilità che un edificio generico di città ha, nelle nostre regioni, di essere annualmente colpito, e ad una cifra un po' superiore, forse doppia, la probabilità relativa a costruzioni campestri; ciò che può esprimersi anche dicendo che ciascun anno non vengono generalmente colpiti, nelle nostre regioni, più di cinque o sei edifici, su dieci mila, nelle città e più di dieci o dodici edifici, su diecimila, nelle campagne. Naturalmente, queste cifre sono soggette a variare ove si considerino tipi speciali di edifici; la probabilità, ad es., relativa ai campanili delle chiese, considerati da soli, è almeno 40 o 50 volte più elevata, giungendo a due per ogni 100 edifici all'anno, in media.

Le statistiche si accordano pure nel fatto che i danni dovuti agli incendi provocati da fulminazione (i quali danni costituiscono poi, § 15, la grande maggioranza dei danni totali dovuti alle scariche elettriche) non rappresentano che poca cosa di fronte a quelli causati dagli incendi in genere, qualunque ne sia la causa. Sono particolarmente istruttive al riguardo alcune statistiche compilate dal Peters [46] e riguardanti gli Stati Uniti d'America. Da una prima di esse, riguardante tredici Stati dell'Unione ed anni compresi fra il 1910 ed il 1913, per un complesso di 102 745 incendi, si rileva che alle fulminazioni non poterono attribuirsi che 3075, cioè appena il 3 %; pur variando questa cifra, nei singoli Stati, da un massimo eccezionale del 12,25 % riscontrato nel 1912 nello Stato di Iowa (l'anno successivo, 1913, la percentuale fu solo del 5,82 %) ad un minimo pure eccezionale del 0,33 %, verificatosi nel 1911 nel Connecticut (l'anno antecedente, la percentuale era stata dell'1,15 %).

Da una seconda statistica, relativa agli anni 1901 e 1902, si rileva, in buon accordo con le conclusioni precedenti, che di un totale di 215 453 incendi solo il 2,82 % poté essere attribuito a fulminazioni; alle quali, sopra un totale di 335 milioni di dollari di danni per incendi, spettarono solo otto milioni, cioè il 2,4 %, corrispondente a circa 6500 lire, in media, di danno per ogni incendio dovuto a fulminazione ⁽¹¹⁾.

È istruttiva anche la tabella che segue, estratta dalla «Chronicle Fire Tables for 1903» [46], la quale si riferisce ancora agli Stati Uniti, comprendendo osservazioni durate dal 1884 al 1903, per un totale di circa settecentomila casi di incendio; nella tabella i casi di incendio sono suddivisi a seconda dei tipi di edifici, e per ogni tipo è indicato il numero totale dei casi di incendio (dovuti ad ogni genere di cause) di cui si è avuto notizia, ed il numero (assoluto e percentuale) di questi incendi che è stato prodotto da fulminazioni. La tabella dà evidentemente una idea della diversa entità del pericolo che corrono i vari tipi di edifici.

Statistica degli incendi negli Stati Uniti per il periodo 1884-1903.

| TIPO DI EDIFICIO O DI COSTRUZIONE | Numero totale degli incendi verificatisi per ogni genere di cause | Incendi dovuti a fulminazioni | |
|---|---|----------------------------------|--------------------------------------|
| | | Numero | In per cento del numero totale |
| Depositi di olii min., benzina, ecc. | 717 | 158 | 22 % |
| Chiese | 6 185 | 756 | 12,2 » |
| Granai e stalle | 146 618 | 14 968 | 10,2 » |
| Depositi ferroviari, stazioni | 4 005 | 258 | 6,4 » |
| Centrali elettriche | 603 | 37 | 6,1 » |
| Uffici telegrafici e telefonici | 1 214 | 67 | 5,5 » |
| Cotonifici e depositi di cotone | 726 | 30 | 4,13 » |
| Scuole | 4 917 | 179 | 3,7 » |
| Risifici, fabbriche di birra, distille rie, raffinerie di olii | 2 002 | 53 | 2,64 » |
| Tribunali, Collegi, Asili | 2 240 | 57 | 2,55 » |
| Magazzini di merci | 744 | 15 | 2 » |
| Mulini | 5 613 | 92 | 1,64 » |
| Edifici pubblici, ritrovi privati, ecc. | 2 658 | 3 | 1,43 » |
| Case d'abitazione, ville | 460 395 | 5 921 | 1,29 » |

Meno abbondanti sono le notizie intorno ai danni che le scariche elettriche producono alle persone; chè i casi lievi sfuggono facilmente alle indagini statistiche.

Dalla discussione di un primo gruppo di dati statistici riguardanti ventinove Stati dell'Unione, il Peters deduce che, in media, nell'anno 1910 il numero dei decessi per fulminazione rappresentò il 0,031 % del numero totale dei decessi annuali, pur variando questa cifra notevolmente da uno Stato all'altro, in relazione sia con la frequenza e la violenza dei temporali, sia con la diversa ripartizione degli abitanti fra le città e la campagna. I valori massimi furono riscontrati negli Stati di Nevada (0,35 %) del Dakota Nord (0,30 %) e del Dakota sud (0,26

per cento); i minimi in California (0,003 %), in Rhode Island (0,005 %), nel Connecticut (0,009 %) e New Jersey (0,009 %).

Da un altro gruppo di dati statistici, riguardanti gli anni dal 1900 al 1912, con un numero di Stati variabile da un anno all'altro (da un minimo di 10 ad un massimo di 24), si ricavano cifre medie dello stesso ordine di grandezza della precedente. Appare difatti da questi dati che il numero totale dei decessi annuali, per ogni genere di cause, variò dal 1900 al 1912 fra un minimo di 508 640 (1902) ad un massimo di 805 412 (1910); che il numero dei soli decessi per fulminazione ebbe a variare invece fra 80 (1905) e 243 (1912); sicchè, la percentuale di questi ultimi rimase sempre compresa fra 0,015 % (anno 1904, totale decessi 551 354, decessi per fulminazione 81, anno 1905, totale decessi 545 533, decessi per fulminazione 80) e 0,032 % (anno 1912, totale decessi 752 446, decessi per fulminazione 243). ⁽¹²⁾

Quanto ai copiti senza conseguenze mortali, si ha qualche indizio per ritenere (Kretzer) che, in media, i decessi rappresentino fra un terzo ed un quarto del numero totale delle persone colpite; quindi, assumendo la cifra di 0,03 % per i decessi, se ne dovrebbe concludere che il numero totale dei colpiti da fulmine, inclusi i decessi, è dell'ordine del 0,1 % dei decessi che nella stessa regione annualmente avvengono per ogni genere di cause. E poichè, a sua volta, quest'ultima cifra è generalmente compresa fra il 16 ed il 22 per mille, le cifre precedenti si possono anche riassumere dicendo che il numero di persone colpite ogni anno dal fulmine in regioni paragonabili alle nostre si aggira, in media, intorno a 18 o 20 per ogni milione di abitanti; e che il numero dei decessi è da tre a quattro volte minore.

Si giunge così, per i grandi Paesi, a cifre assolute abbastanza notevoli (negli Stati Uniti, si ebbero nel 1910, popolazione 82 milioni, circa 400 decessi per fulminazione); ma non è male notare esplicitamente ancora una volta, che le percentuali di cui sopra rappresentano non solo una piccolissima parte (meno dell'1 per tremila) dei decessi annuali della regione, ma anche una parte piccola, dell'ordine dell'uno per cento circa, delle sole morti violente per cause accidentali ⁽¹³⁾.

Risulta infine, in modo sicuro, che la grande maggioranza dei casi di fulminazione, specie gravi, si verifica in campagna ed all'aperto; sicchè in caso di temporale, piuttosto che rimanere all'aperto, è preferibile riparare entro un qualunque edificio, anche non protetto.

Da una statistica compilata dal Kretzer [46] appare difatti che sopra 254 persone colpite dal fulmine mentre erano dentro edifici non protetti vi furono 117 decessi, cioè il 46 %; mentre su 153 persone colpite all'aperto vi furono 116 decessi (76 %); e vi furono 32 decessi su 33 persone colpite mentre erano sotto alberi (97 %) ed 8 decessi su 9 colpiti mentre erano in campagna, in prossimità di siepi metalliche (90 %).

In base a queste e ad altre cifre, taluno [45] ha ritenuto di poter affermare che, in media, forse appena un quarto del totale dei casi di fulminazione si verifica entro edifici (protetti oppure no).

Il complesso delle cifre contenute in questo e nel precedente paragrafo, anche se si voglia dargli un semplice valore indicativo, è già sufficiente per rispondere ad un quesito fondamentale che più d'una volta è stato sollevato: se, cioè, sia opportuno e conveniente estendere sistematicamente a tutti gli edifici, d'ogni genere, la protezione contro le scariche atmosferiche.

Suppongasì, difatti, di considerare un insieme di diecimila edifici. Di essi, le statistiche mostrano che difficilmente saranno annualmente colpiti dal fulmine più di una diecina; e accettando in 1500 lire ⁽¹⁴⁾ l'entità media del danno prodotto da ciascuna fulminazione, ne segue che i danni materiali contro i quali si tratterebbe di proteggere gli edifici sono dell'ordine di grandezza di 15 000 lire, cioè appena di 1,50 per edificio, all'anno, in media. L'entità della spesa, da fare una volta tanto, che si può ammettere ragionevolmente

⁽¹¹⁾ Non è privo d'interesse l'osservare che, dove il confronto è possibile, queste statistiche sono in discreto accordo con le altre ricordate nel § precedente; per es., nei riguardi della ripartizione dei danni fra regioni urbane e campagne. Si rileva, difatti, che nel 1912, nello Stato di Illinois si ebbero un totale di 9092 incendi, di cui 3897 nella città di Chicago e 5197 nel resto della regione; ma dei 9092 incendi solo 319 (cioè il 3,51 %) furono causati da fulmini, e furono così ripartiti: appena 22 nella città di Chicago (cioè, il 0,56 % del totale relativo alla città) e 297 nel resto del territorio (cioè più del 5,7 % del relativo totale).

⁽¹²⁾ Nell'anno 1910 si ebbero 805.412 decessi, dei quali solo 156 dovuti a fulminazione, cioè il 0,019 %. La differenza fra questa cifra e quella poc'anzi riportata (0,031 %), relativa allo stesso anno, è dovuta alla circostanza che le due statistiche si riferiscono, in parte, a Stati diversi.

⁽¹³⁾ In Italia, ad es., le morti violente per cause accidentali sommano annualmente a circa 350 per ogni milione di abitanti, rappresentando così qualche cosa come l'1,8 % del totale dei decessi annuali (il quale, ad es., oscillò fra 17.941 e 21.414 per milione di abitanti nel periodo dal 1910 al 1915).

⁽¹⁴⁾ Lire di anteguerra!

per prevenire questi danni la si otterrà (trascurando ogni spesa di manutenzione, ecc.) capitalizzando il danno annuale; si ottengono così somme prossime alle 300 000 lire per tutto l'insieme degli edifici, cioè di circa 30 lire ⁽⁴⁸⁾ per ciascun edificio. Ora, non v'ha dubbio che il costo medio d'un impianto di protezione per un edificio di proporzioni normali fosse, anteguerra, di gran lunga superiore a questa cifra ⁽⁴⁹⁾; può dunque affermarsi che, dal solo punto di vista dei danni materiali, non conviene affatto estendere sistematicamente ad ogni genere di edifici la protezione contro le scariche atmosferiche; che, anzi, la non convenienza è talmente accentuata, da non poter essere scossa da eventuali variazioni, anche forti (poco verosimili, del resto), che nuove e più complete statistiche potessero portare alle cifre assunte a base dei calcoli di cui sopra.

Rimane, per altro, la questione dei danni alle persone, che non può, certo, essere trattata in base a sole considerazioni di carattere economico. Ma le stesse statistiche affermano che, anche supposto che in quei diecimila edifici alloggiassero 200 000 persone, vi sarebbe forse un solo decesso all'anno, in media, prodotto dalle scariche atmosferiche, mentre ve ne sarebbero una settantina dovuti ad altre cause accidentali, su di un totale di almeno 3500-4000 decessi, per ogni genere di cause. Non v'ha dubbio, perciò, che i molti milioni che sarebbero certamente necessari per proteggere contro le scariche atmosferiche tutti gli edifici del centro abitato ora considerato potrebbero essere più utilmente spesi, dal punto di vista della incolumità delle persone, per eliminare od attenuare altre e più importanti cause di mortalità.

In conclusione, per la maggior parte dei comuni edifici d'abitazione, specie di città, il miglior sistema per proteggerli contro i danni che le scariche atmosferiche possono produrre è indubbiamente quello di ricorrere, se mai, ad una qualche forma di assicurazione. Diverso, naturalmente, è il caso degli edifici d'altra natura. Ove si tratti di edifici particolarmente esposti alle fulminazioni per la forma che hanno (costruzioni molto alte, come campanili, cupole, torri, camini, fari, colonne molto elevate, e così via), o per la posizione che occupano (in zone, ad esempio, di montagna, particolarmente battute da temporali); oppure di carattere artistico, o monumentale, o storico, che per ragioni superiori di arte o di coltura convenga assolutamente preservare da ogni ingiuria; oppure di edifici contenenti oggetti di grande valore intrinseco (musei, gallerie, raccolte, biblioteche importanti, sedi di banche, e così via), o normalmente assai frequentati da persone (edifici pubblici, scuole, caserme, ecc.); oppure di costruzioni racchiudenti notevoli quantità di sostanze d'un certo valore, specie se infiammabili (derrate alimentari, stoffe, benzina, petrolio, ecc.), o, peggio ancora, esplosive (fabbriche e depositi di esplosivi, in genere); in tutti questi casi, insomma, non può esservi dubbio sulla convenienza di adottare un efficace impianto di protezione, in quanto è molto maggiore della media la probabilità di fulminazioni, oppure è molto maggiore della media la entità dei danni prevedibili, per le cose o le persone.

È poi opportuno osservare che la convenienza di speciali impianti di protezione è assai facilmente raggiunta nelle campagne, dove, potendosi generalmente tenere in seconda linea le considerazioni di carattere estetico, è più agevole realizzare protezioni efficaci con mezzi molto economici, utilizzando eventualmente allo scopo (come sarà più tardi accennato) le masse metalliche che già si trovino alla superficie dell'edificio; e poichè è proprio nelle campagne che sono relativamente più elevate tanto la probabilità di fulminazioni quanto la frequenza di depositi di sostanze infiammabili, così è da presumere e da augurare che specialmente nelle campagne abbiano in avvenire a diffondersi, con vantaggio generale, gli impianti di protezione contro le scariche atmosferiche, sia pure ragionevolmente semplificati.

(Continua.)

⁽⁴⁸⁾ Sempre di anteguerra!

⁽⁴⁹⁾ Oggi, naturalmente, l'entità dei danni ed il costo degli impianti di protezione sono entrambi cresciuti, in ragione del deprezzamento della lira.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Libri e metodi per l'insegnamento professionale.

Prendendo lo spunto dalla comunicazione del Prof. Occhialini ⁽¹⁾ ed accogliendo l'invito accennato nella nota di redazione che l'accompagnava, il collega Prof. Cesari, della R. Scuola Industriale di Pisa, ci comunica alcune osservazioni che riteniamo non prive di interesse perchè ispirate alla pratica diretta dell'insegnamento professionale e alla conoscenza vissuta delle difficoltà che esso presenta e dell'arduo problema della compilazione di buoni testi per l'insegnamento professionale.

On.le Redazione de «L'Elettrotecnica»,

L'invito recentemente rivolto dalla Redazione dell'Elettrotecnica per una discussione sulle colonne della Rivista intorno all'organizzazione generale dell'insegnamento professionale mi sembra molto opportuno perchè il problema, che interessa direttamente un numeroso stuolo di giovani ed un gruppo di tecnici a cui mi onoro di appartenere, ha evidentemente una notevole importanza per il nostro sviluppo industriale e quindi indirettamente per l'avvenire della Nazione.

Ma altri colleghi più competenti e più sperimentati di me si occuperanno spero con amore della questione, esponendola nel suo complesso e proponendone le adeguate soluzioni. Sia invece concesso a me occuparmi particolarmente del problema dei metodi didattici e dei libri tecnici di testo, trattato dal Prof. Occhialini nella sua recente Comunicazione. ⁽²⁾

E questo, oltre che per discutere sui metodi di insegnamento, anche per difendere la nostra schiera di tecnici delle Scuole professionali da alcuni apprezzamenti troppo generici e troppo... poco lusinghieri esposti nella Comunicazione stessa.

L'egregio Prof. Occhialini, basandosi infatti sul mancato numeroso intervento degli insegnanti delle Scuole professionali ad un Convegno didattico del settembre scorso, ha creduto di poter accusare gli insegnanti stessi di non dare la dovuta importanza ai metodi nell'insegnamento. Ma egli certamente non sa che per l'ultimo Convegno mancò una tempestiva comunicazione ed una adeguata propaganda tra gli insegnanti, cosicchè, ad esempio, nel Bollettino mensile federale l'annuncio del Convegno da tenersi in settembre, apparve solo nel numero del settembre stesso.

Che, per contro, gli insegnanti si siano sempre attivamente interessati delle questioni di metodo e di programmi nell'insegnamento, fanno fede i Convegni didattici passati, quali ad esempio quelli tenuti a Roma nel 1920 per la Meccanica e per l'Elettrotecnica, a cui parteciparono numerosi insegnanti, per ascoltare e discutere relazioni e programmi presentati da tecnici e docenti di grande valore, quali per l'Elettrotecnica i Proff. Corbino, Lombardi, Lori, Revessi, Sartori e Vanni. E di tale Convegno per l'Elettrotecnica è anche riportato un fedele resoconto nella nostra Rivista del 1920 a pag. 272.

Purtroppo il Prof. Occhialini si conferma nel suo non giusto sospetto, per la scarsa produzione didattica degli insegnanti delle Scuole professionali. Tale appunto, come tutto il resto della Comunicazione, evidentemente riguarda soltanto gli insegnamenti tecnici, per cui le nostre Scuole essenzialmente differiscono dalle altre Scuole medie di cultura. Ma il Prof. Occhialini non sembra tener conto di quanto sia faticosa e poco remunerativa la preparazione di libri di testo per le Scuole professionali, che hanno tante speciali esigenze e così piccola capacità di assorbimento librario. Ho sentito tante volte in pochi anni invocare dagli insegnanti e dagli editori la pubblicazione del libro di testo moderno e ben fatto, ma tali invocazioni cadranno sempre nel vuoto finchè gli editori avranno la fatale abitudine di fare un bilancio preventivo delle spese e delle entrate delle loro edizioni, o finchè gli insegnanti non avranno la eccezionale abnegazione di dedicare il poco lauto stipendio alla pubblicazione di libri didattici. E il fondamento economico della mancata produzione libraria hanno ben compreso il Ministero dell'Economia Nazionale, che dirige e sorveglia l'insegnamento professionale, e alcune scuole economicamente ben fornite, assegnando il primo e promettendo le altre ben graditi premi di edizione a quegli insegnanti che abbiano dedicato tempo e risparmi alla pubblicazione non certo redditizia di libri di testo per le Scuole professionali.

Purtroppo la mancanza di una abbondante letteratura tecnica didattica mal consiglia oggi molti insegnanti a svolgere un proprio corso di lezioni al di fuori di ogni libro di testo, costringendo i giovani a faticose raccolte di appunti, o dettando gli appunti stessi con grande perdita di tempo. Ma è da sperare che presto per la incoraggiata pubblicazione di nuovi libri veramente meritevoli, questa brutta usanza

⁽¹⁾ L'Elettrotecnica, 5 marzo 1924, Vol. XI, N. 7, pag. 149.

⁽²⁾ L'Elettrotecnica, 5 marzo 1924, Vol. XI, N. 7, pag. 141.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

possa scomparire nelle Scuole professionali, come è già scomparsa quasi totalmente nelle corrispondenti Scuole medie di cultura.

In fine anche parlando dei metodi d'insegnamento, debbo innanzi tutto ribattere alcune affermazioni.... poco onorifiche del Prof. Occhialini che, parlando dello svolgimento attuale dell'insegnamento professionale, crede di poter far comprendere che se non tutti, almeno molti degli insegnanti « danno ai giovani come buone dimostrazioni e definizioni prive di senso », ed hanno la pessima abitudine di « somministrar loro discorsi dai quali nemmeno la sapienza di Salomone saprebbe trarre un costrutto ».

Questa è, nella sua forma così generale, una accusa gravissima di incapacità e di ignoranza a tutta una schiera di tecnici che all'insegnamento professionale dedicano la loro migliore attività, accusa a cui certo non può associarsi, senza prove e senza dimostrazioni, la Redazione dell'Elettrotecnica, e per cui io sento il dovere di protestare a nome di tutti i colleghi e mio. Si espongano idee e metodi, si critichi e si discuta, ma non si accusi così, senza dati e nomi, tutta una classe che pur crede di compiere con grande scrupolo il proprio dovere.

Messi da parte tali apprezzamenti sommari, converrebbe piuttosto discutere programmi e metodi di insegnamento nelle nostre Scuole professionali.

E qui, anche a costo di esser messo dal Prof. Occhialini nella non bella schiera degli insegnanti... che non sanno insegnare, dichiaro subito che nelle Scuole professionali ordinarie, miranti alla formazione di semplici operai, io credo assolutamente necessario non limitare l'insegnamento ai principi teorici fondamentali, ma anzi estenderlo e approfondirlo in quelle applicazioni pratiche, la cui conoscenza è certo il principale scopo dell'insegnamento professionale.

Nell'insegnamento tecnico superiore per gli ingegneri è infatti generalmente desiderato e desiderabile uno svolgimento di corsi che abbracci e approfondisca tutti i principi fondamentali, evitando eccessive specializzazioni e lasciando al successivo esercizio professionale il compito di rendere esperto l'ingegnere dei particolari tecnici e dei metodi pratici. A tale insegnamento quindi può ben attagliarsi il voto della Institution of American Engineers, riportato dal Prof. Occhialini, che coincide del resto con molti pareri contrari alle specializzazioni premature, espressi su queste stesse colonne dai nostri migliori tecnici, ed anche recentemente riassunti dal Prof. Lombardi. ^(*)

Ma questo sistema d'insegnamento non può essere certamente applicato nelle Scuole professionali, il cui compito è di preparare l'operaio, che sappia non solo teoricamente, ma anche praticamente il proprio mestiere. Al meccanico-elettricista uscito dalle nostre Scuole, si chiederà infatti che sappia torrire ed aggiustare, montare e condurre una macchina, calcolare ed eseguire un impianto elettrico, avviare e regolare un motore o un generatore. Un insegnamento per operai che si fermi dunque ai soli fondamenti generali delle materie tecniche e non porti i giovani ad apprendere quanto sarà poi loro richiesto, riuscirà certo molto efficiente, e non potrà che screditare la Scuola in cui venga impartito.

Come sarebbe dunque dannoso dare all'insegnamento tecnico superiore uno svolgimento troppo pratico e specializzato, sarebbe certo anche dannoso dare all'insegnamento professionale per operai uno svolgimento troppo teorico e culturale.

Altro grave dissenso mi divide poi dal Prof. Occhialini, e con me credo divida da lui la grande maggioranza degli insegnanti tecnici, circa il metodo di insegnamento da adottare. Egli dichiara infatti, forse con non troppa originalità ma certo con grande assolutezza di espressione, che per rendere proficuo l'insegnamento « non c'è altra via » che quella di ordinare ai giovani delle nostre Scuole di leggere e studiare per proprio conto un libro di testo, per poi farlo ad essi discutere e ripetere in classe con l'insegnante.

Ora questa non è altro che una inaspettata estensione alle nostre Scuole della proposta avanzata nel 1914 dal Prof. Barbagelata per i Politecnici, circa la riforma delle lezioni orali, proposta così appassionatamente discussa allora su queste colonne, e da molti dei professori intervenuti nel dibattito dichiarata non del tutto pratica nè sempre vantaggiosamente attuabile.

Ma il Prof. Barbagelata stesso, nell'avanzare la proposta, ne limitava senza esitazione il campo alle Scuole superiori, dichiarando: « L'insegnamento orale è, secondo me, indiscutibilmente efficace per l'insegnamento inferiore e medio, quando cioè si rivolge a dei giovanetti ancora immaturi e che non possono avere ancora del tutto sviluppato il senso del dovere » ^(*). E più recentemente poi, anche per gli studenti delle Scuole superiori, il Prof. Lombardi dichiarava che « il libro di testo serve di consultazione preziosa a chi ha già penetrato i concetti fondamentali della materia, ma è guida insufficiente per colui che ha disertato l'aula e ne fa uno studio affrettato e superficiale » ^(*).

Come può dunque il Prof. Occhialini ritenere proficuo per le Scuole professionali un tale metodo di insegnamento, che obbligando o vo-

lendo obbligare i giovani ad una spesso difficile e non sicura interpretazione di un testo, sarebbe forse seguito con profitto da qualcuno dei migliori, mentre la grande maggioranza dei giovani attenderebbe la successiva ripetizione per cercare di apprendere senza errori e senza tanta difficoltà, riportando così immediatamente l'insegnante alla necessità di una completa esposizione orale della materia?

E quale mezzo avrebbe un insegnante per assicurarsi dello studio preventivo da parte di tutta la scolarasca o almeno della maggioranza di essa? Non sarebbe poi egli, anche nel caso migliore fatalmente riportato nella discussione a dover chiarire quei punti che maggiore difficoltà presentano ai giovani e che egli già ben conosce? Ma è inutile forse qui ripetere le obiezioni già esposte per l'insegnamento universitario, e basterà riaffermare ancora che non è certo applicabile ad una scuola media inferiore quel metodo riconosciuto dalla maggioranza già troppo... superiore per l'insegnamento universitario.

A sostegno della sua proposta, il Prof. Occhialini vorrebbe indicare i sistemi d'insegnamenti seguiti nelle Scuole professionali americane, ma un ben diverso metodo d'insegnamento sperimentale riporta e consiglia un tecnico belga molto competente, M.^r Omer Buyse, dopo uno studio diretto e profondo dell'insegnamento generale e professionale nelle scuole americane. ^(*)

Tali insegnamenti egli trovò dovunque basati su un criterio fondamentale caratterizzato dal motto « apprendere lavorando » (learning by doing), e per la parte scientifica essenzialmente fondati sul sistema della « riscoperta » (rediscovery) pratica personale da parte degli allievi delle principali leggi e proprietà.

Nelle scuole americane, dice il Buyse, « nè i fatti nè le teorie sono insegnate o comunicate verbalmente agli alunni. Gli americani, professori ed allievi, hanno una vera ripugnanza per le teorie già preparate, per le definizioni e le astrazioni senza sanzione pratica. Nelle scuole non vi è traccia di metodi che cerchino l'effetto utile nella dottrina comunicata dalla parola e non tradotta in atto dagli allievi. I professori considerano che l'insegnamento in genere, e specialmente l'insegnamento scientifico, non può essere fecondo, se gli allievi non vengono esercitati a trovare essi stessi la verità, e a risolvere delle questioni scientifiche.

L'insegnamento delle scienze pure e applicate è pervaso dei principi del metodo della riscoperta (rediscovery), praticata nei laboratori e nelle officine. Le lezioni orali, ridotte alla minima importanza, preparano, accompagnano e confermano gli studi pratici di laboratorio e d'officina, che sono il centro dell'interesse delle istituzioni. Le note di laboratorio e d'officina, nelle quali sono registrati i fatti ed i fenomeni che gli allievi hanno osservato, e che descrivono le costruzioni realizzate, costituiscono la pietra di paragone del valore degli studi. Non si fa alcun caso di copie di corsi orali, che hanno sì grande importanza nelle nostre scuole. L'allievo deve trarre dagli apparecchi e dal materiale di esperienza il segreto dei fenomeni e delle leggi che li reggono. Nei lavori manuali la potenza direttiva si esalta con prove sempre più dure, sviluppando la riflessione per adattare i mezzi ai fini e sviluppando la pazienza per compiere opere lunghe ed ardue.

Sono queste, secondo me, le direttive secondo cui dovrebbero svolgersi anche i nostri insegnamenti professionali. Occorrerebbe attenuare certo oggi il metodo per adattarlo un po' alla mentalità attuale dei nostri giovani, sino ad ora sempre abituati in ogni ordine di scuole all'insegnamento cattedratico; occorrerebbe ampliare ed attrezzare di macchine e di apparecchi i laboratori delle Scuole professionali, ma i risultati del metodo stesso non potrebbero essere dubbi, ove esso fosse veramente applicato, perchè così si realizzerebbe nella sua interezza il profondo detto spenceriano, ricordato appunto dall'Occhialini, che « bisogna dire ai giovani il meno possibile, e far trovare loro il più possibile ».

Si giungerebbe anche per questa via ad una riduzione di numero e di importanza delle lezioni orali cattedratiche, ma esse verrebbero sostituite non da un faticoso e, secondo me, poco efficace studio su un arido libro di testo, ma dalla ben più interessante e feconda ricerca sperimentale, delle leggi governanti i fenomeni naturali. Ai libri di testo si sostituirebbero guide per le ricerche sperimentali, formulari raccoglianti le espressioni delle leggi stabilite, raccolte di dati per la rapida applicazione delle formule stesse. Allora certo l'istruzione tecnica dei giovani, pur sembrando forse più slegata e meno completa di quella che oggi si ottiene con una ordinata esposizione orale, sarebbe invece in realtà ben più profondamente assimilata, e quindi ben più efficace per i giovani stessi nello svolgimento della loro futura attività nel campo della pratica.

Si potrà e si saprà giungere a tanto? Io lo auguro vivamente e sarei ben lieto di poter personalmente sperimentare ed applicare il nuovo sistema d'insegnamento. Ma vi è tutta una mentalità da cambiare, tutta una radicata abitudine da sconvolgere, tutto un sistema da rivoluzionare, tutta una imponente suppellettile da raccogliere e da approntare.

Ing. PIETRO ENRICO CESARI.

(*) L'Elettrotecnica, 5 giugno 1923, Vol. X, N. 16, pag. 359.

(*) L'Elettrotecnica, 15 settembre 1914, Vol. I, N. 22, pag. 569.

(*) OMER BUYSE : Méthodes américaines d'Education Générale et Technique.

* *

Ruote Pelton moderne.

Riceviamo:

Preg. Sig. Prof. Ing. Angelo Barbagelata
Redattore Capo dell'«Elettrotecnica»

MILANO

A contributo dell'interessante comunicazione del Ch.mo Ing. Prof. Lo Presti sulle «Ruote Pelton moderne» pubblicata nel fascicolo 15 marzo dell'Elettrotecnica, credo opportuno ricordare che costruzioni simili sono state illustrate nella «Letteratura Tecnica» (vedere n. 26 vol. 74, anno 1919, della Schweizerische Bauzeitung «Ruota Pelton da 6200 HP a 1500 giri della Casa Escher-Wyss di Zurigo» — vedere anche G. Belluzzo «Il calcolo e le installazioni delle moderne turbine idrauliche», anno 1922, pagine 33-34) — poichè la fusione in

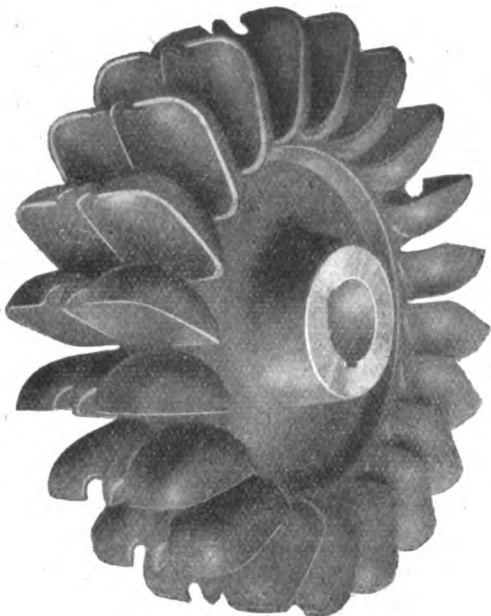


Fig. 1.

un sol getto di acciaio di ruote Pelton con pale di forma normale è da tempo attuata dai principali Costruttori di turbine idrauliche e precisamente fu adottata non appena le fonderie di acciaio furono in grado di superare le difficoltà esecutive.

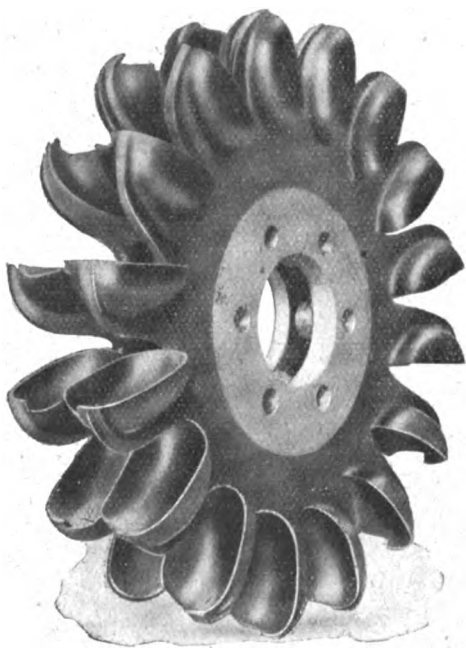


Fig. 2.

Limitandomi alle Ditte nazionali, oltre quella di cui si è occupato l'Ing. Lo Presti nel citato suo articolo, faccio rilevare: che di costruzione corrispondente a quella che è rappresentata nella fig. 1 dell'articolo dell'Ing. Lo Presti, (relativa a Ruota con rapporto $m = D/d = 11$) è la Pelton con rapporto $m = 8,22$ costruita

nel 1920 dalla Ditta Calzoni di Bologna (attualmente Officine Parenti già Officine Riunite Calzoni e Parenti);

che rispondente alle caratteristiche costruttive del tipo illustrato alla figura 5 dell'articolo citato (relativa a Ruota con rapporto $m = 12,6$) è la ruota in acciaio fusa in un sol pezzo e con mozzo indipendente, che la Società Costruzioni Meccaniche Riva di Milano ha costruito nel 1922 per Pelton, avente rapporto $m = 10$.

Come faceva giustamente rilevare anche la «Nota editoriale» a commento del citato articolo, il lato più importante della questione è la possibilità di ottenere con questo tipo di costruzione già ben noto, unità più veloci di quelle realizzabili con le ruote a pale riportate, e gli esempi che ho citati ritengo quindi che possano interessare i lettori, riguardando appunto turbine Pelton di notevole potenza, nelle quali il rapporto « m », in ragione inversa del quale varia la velocità, fu portato a valori inferiori a quelli adottati per le costruzioni descritte dall'egr. Ing. Lo Presti.

Con osservanza

dev.mo GUIDO UCCELLI.

* *

Turbina a due salti.

Riceviamo:

Con riferimento all'articolo apparso nel n. 6 del 25 febbraio u. s. del vostro pregiato giornale avente per titolo «Una speciale unità idraulica di riserva» (Impianto Rovasca di Val Antrona della Società Edison di Milano) la mia Rappresentata Escher Wyss e C. vi sarebbe obbligatissima se, a scanso di diversa interpretazione, voleste rendere noto che quella turbina ordinatagli dalla spett. Società Edison fin dal 1° marzo 1923 viene costruita nelle Officine della sua Consociata di Schio in base a studi e progetti unicamente e completamente suoi. Dello studio che fa oggetto dell'articolo succitato non ebbe notizia che al ricevere del vostro giornale.

Non dubitando troverete giusta la richiesta della nostra Casa, colla più distinta stima Vi saluto.

Milano, 8 aprile 1924.

Ing. LUIGI BOSELLI

:: SUNTI E SOMMARI ::**IMPIANTI.****Nuovo scaricatore a corno della Metropolitan Vickers Electrical Company. (Génie Civil, Vol. 82, N. 2, 13 gennaio 1923).**

In questo scaricatore (rappresentato in figura) la bobina A fa parte dello scaricatore stesso, essa è disposta a triangolo in modo che un lato costituisce il corno principale B dello scaricatore opposto al corno C, montato in serie con la resistenza di terra D formata da aste di appropriata composizione (p. es. carborundum). Tutto l'insieme è fissato ad una armatura di ferro in comunicazione con la terra dell'impianto.

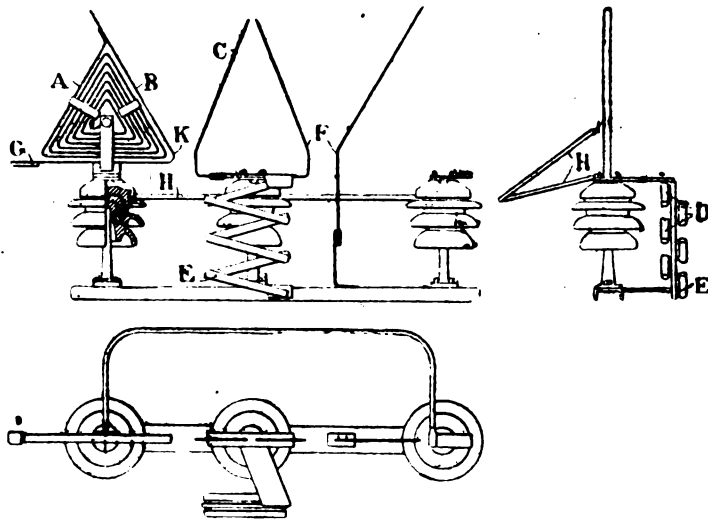


Fig. 1.

Oltre a questo circuito principale è offerto alla scarica un altro circuito, con l'intervallo di scarica F, pure a corno, di cui un corno è messo direttamente a terra senza interposizione di alcuna resistenza.

Il dispositivo è montato in modo che la linea di trasmissione entra in G nella bobina; vi è poi una connessione fra H e l'isolatore terminale da dove la linea va alla macchina protetta.

Le scariche ad alta frequenza seguono di preferenza la via di resistenza minore, attraverso gli intervalli K ed F, quelle a bassa fre-

quenza traversano l'intervallo K e le resistenze D che tendono a limitare l'intensità di corrente ammissibile in questa direzione.

Quantunque questo dispositivo sia stato costruito per installazioni all'aperto, può essere aggiunto, in installazioni interne, come protezione all'ingresso delle linee nelle installazioni stesse.

f. t.

* *

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

H. T. LANGE — Osservazioni di temperatura ambiente. (J. A. I. E. E., novembre 1923, pag. 1168).

L'A. si è proposto di verificare sperimentalmente l'attendibilità della regola N. 2300 delle A. I. E. E. Standards la quale prescrive che « la temperatura ambiente deve essere misurata da parecchi termometri posti in diversi punti intorno alla macchina, a metà altezza di essa e distanti da essa da uno a due metri ».

La prima esperienza fu compiuta con una dinamo da 6 kW a 1175 n. connessa direttamente con un motore da 8 HP; e il carico fu mantenuto costantemente a 150 % del normale. La macchina era collocata in un ambiente di m 70 × 42 e distante rispettivamente m 17 dalle pareti minori e m 7 dalle maggiori.

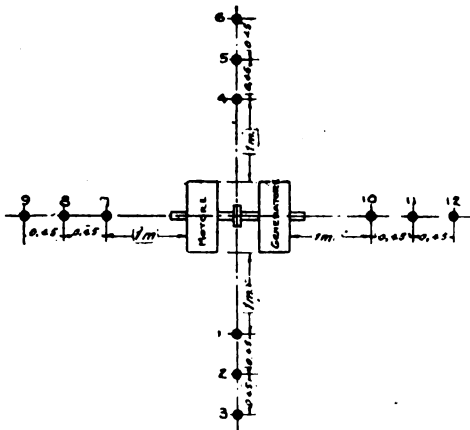


Fig. 1.

L'ambiente era riparato da ogni influenza termica ed erano evitate le correnti d'aria. Intorno alla macchina si disposero 12 termometri situati come indicato in figura 1 e a una altezza sul pavimento eguale a quella dell'albero della macchina.

La temperatura media derivante dalle letture dei 12 termometri veniva confrontata colla media di altri tre termometri disposti a circa sette metri dalla macchina. Si riscontrò che la prima media (28°) superava di mezzo grado l'altra media (27°,5).

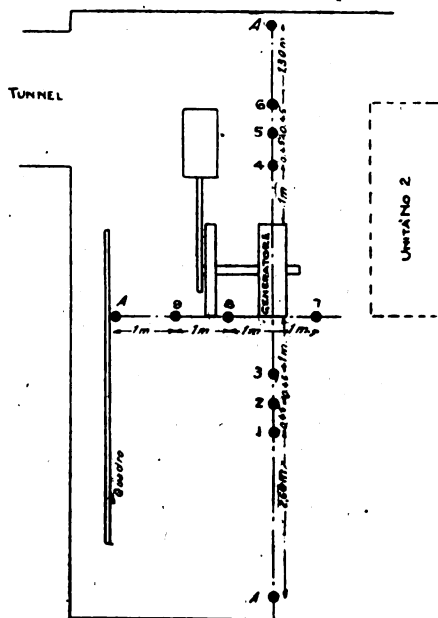


Fig. 2.

La leggera differenza dimostra che per piccole macchine, il loro riscaldamento non ha grande influenza sulla temperatura ambiente. Se il carico fosse stato normale, si sarebbe riscontrata una differenza anche minore.

In causa dell'effetto ventilante la temperatura è leggermente diversa sui fianchi della macchina (termometri 1, 2, 3; media 27,5; termometri 4, 5, 6 media 28°,3; termometri 7, 8, 9 media 28°,6; termometri 10, 11, 12 media 27°,7). Un'azione ventilante notevole avreb-

be aumentato tali discordanze. Si osservi che il termometro 1 segna 1°,7 più del termometro 7 sebbene sieno equidistanti dalla macchina. Se quindi inavvertitamente si collocassero tutti o la maggior parte dei termometri dalla parte più calda della macchina, la media potrebbe risultare errata di parecchi gradi.

Il fenomeno potrebbe avere importanza non trascurabile quando si tratti di grosse macchine.

Un'altra esperienza fu condotta su un alternatore da 90 kVA direttamente connesso a un motore a stantuffo. Nella stessa sala vi erano tre unità simili; l'esperienza fu eseguita in condizioni normali di carico. Non fu possibile disporre i termometri su quattro gruppi simmetrici come nel caso precedente e si dovette adottare la disposizione indicata in figura 2; in essa i tre punti segnati A indicano tre termometri disposti presso le pareti la media dei quali si confrontava colla media degli altri nove.

La media di questi ultimi (34°) risultò di quasi 1° superiore a quella degli altri tre (33°,2). Devesi notare che le indicazioni dei tre termometri alle pareti è diversa assai variando da 29°,1 a 37°,5 cosicché la loro media perde di significato preciso. Sarebbe dunque erroneo, in casi come questo di alternatori direttamente accoppiati, dedurre la « temperatura ambiente » aggiungendo un valore costante alla temperatura dei termometri alle pareti.

Ritiene invece l'A. che quando si tratti di piccole macchine non accoppiate a motori a vapore, si possa desumere la temperatura « ambiente » dando un leggero incremento alla lettura dei termometri alle pareti ».

N. S. N.

* *

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

Ing. A. FERRY — La rete di cavi telefonici a lunga distanza in Olanda. (Génie Civil, Vol. 83, N. 4, 28 luglio 1923).

La pratica attuazione delle comunicazioni telefoniche con cavi a bicippie, che permettono per ogni bicippie tre comunicazioni (una ordinaria per ognuno dei due circuiti reali delle coppie ed una combinata che utilizza una coppia come conduttore di andata e l'altra come conduttore di ritorno) non sarebbe stata possibile senza che due scoperte fossero venute in aiuto ai tecnici.

Il rapido indebolimento e la deformazione della parola costituivano difficoltà insormontabili per le trasmissioni telefoniche per cavi prima che Pupin avesse dimostrato che « caricando » i conduttori con bobine di autoinduzione, opportunamente distanziate, si aumentava l'induzione della linea in modo praticamente equivalente ad un aumento uniformemente ripartito e si diminuiva l'indebolimento e la deformazione, e prima che, con le valvole ioniche si fossero realizzati amplificatori sensibilissimi e senza inerzia meccanica.

Così, in America ed in Europa è stato possibile il rapido sviluppo di una importante rete telefonica in cavi. Uno dei primi paesi che, in Europa, abbia messo in pratica le idee del Pupin è l'Olanda, che fino dal 1902 aveva ordinato due cavi per la comunicazione Amsterdam-Haarlem. Su questi cavi, con fili del diametro di mm 1 e 1,8, si misero, di chilometro in chilometro, bobine di 0,2 Henry. I risultati, però, non furono buoni, sia perchè il rapporto $\frac{G}{C}$, fra la perdita

chilometrica e la capacità fra i fili, era da 60 a 100, mentre attualmente lo si mantiene facilmente a 20, sia perchè questi cavi, d'impedenza di 2000 ohm circa, furono connessi a circuiti aerei di 600 ohm; e le riflessioni elettromagnetiche ai punti di giunzione provocavano disturbi assai forti.

L'esperienza fu ripreso nel 1914 dopo i buoni risultati ottenuti in America con cavi pupinizzati; ma la guerra portò al 1920 l'esecuzione dei progetti. In tale epoca troviamo in Olanda: il cavo Amsterdam-Rotterdam (92 km) con 7 bicippie in fili di 2 mm, 20 bicippie di mm 1,27 e 33 di mm 0,9, le bobine Pupin, distanziate di km 3,3 hanno una self di mH 0,135 per i circuiti normali e di mH 0,082 per i circuiti combinati; il cavo Rotterdam-Dordrecht, 16 bicippie di 2 mm, le bobine Pupin di 0,136 e 0,082 distanziate di km 3; il cavo Amsterdam-Utrecht, 23 bicippie di mm 1,42, caricate come sopra; il cavo Dordrecht-Breda e Breda-Tilburg con 16 bicippie di mm 1,8, la derivazione Breda-Roosendaal di 34 bicippie di mm 1,2; su questi ultimi tre cavi le bobine, distanziate di 1835 metri caricano i circuiti normali ed i combinati rispettivamente di 0,177 e 0,107 mH.

L'impedenza dei nuovi cavi è dell'ordine di 1000 ohm, le perdite per riflessione ai punti di giunzione con i circuiti aerei sono molto minori di prima. Tutte queste installazioni sono state fatte dalla « Western Electric Co. ».

Mentre i suddetti lavori erano in corso, venivano studiate nuove comunicazioni fra Utrecht e Rotterdam per Gouda, fra Amsterdam e Rotterdam per Haarlem, Leida, L'Aja. L'installazione fu affidata alla « Siemens-Halske ». La comunicazione Utrecht-Rotterdam fu ottenuta con un cavo a 16 bicippie da mm 2 e 23 da mm 1,4 caricate da 0,150 e 0,100 mH ogni 2860 metri; la seconda comunicazione con cavo a 19 bicippie di mm 1,4, caricate ogni 1980 metri; con 0,190 e 0,090 mH.

La Western ottiene l'equilibramento delle capacità tra i fili e tra fili e terra mediante incrociamenti dei fili alle giunzioni; la Siemens si serve invece di condensatori di compensazione. I nuclei delle bobine Western sono fatti di limatura agglomerata e compressa per ottenere una grande costanza di autoinduzione, quelli Siemens sono in filo di ferro; nel sistema Western il circuito combinato è caricato con

una sola bobina a quattro avvolgimenti ben equilibrati; la Siemens si serve invece di due bobine separate.

I due sistemi hanno dato entrambi risultati soddisfacenti; quello Siemens sembra avere forse qualche vantaggio dal punto di vista delle influenze fra i circuiti diretti tra loro ed i circuiti diretti e i combinati.



Fig. 1.

Come è visibile dalla carta che si riproduce, nuove comunicazioni sono in progetto, e queste daranno all'Olanda una parte importante nell'organizzazione della futura rete europea. L'unione con il Belgio e la Francia sarà fatta a Roosendaal (a 30 km da Anversa); la rete tedesca sarà allacciata con un cavo Utrecht-Arnheim-Emmerich da dove le comunicazioni saranno trasmesse alla Svizzera, all'Italia, a Vienna, Praga e Budapest. Un circuito Utrecht-Zwolle-Meppel continuerà, per la Danimarca sino ai paesi Scandinavi. L'Inghilterra sarà riunita con un nuovo cavo di 152 km che partirà da Domburg passando per Middelburg ove sarà impiantata una stazione amplificatrice. f. t.

VARIE.

Ing. R. H. BENDER — Risultati ottenuti con l'applicazione del metodo Taylor in una officina di costruzioni meccaniche. (Génie Civil, Vol. 83, N. 20, 17 novembre 1923).

1. — L'officina nella quale è stato sperimentato il sistema Taylor è la Casa Faure e C. di Limoges. I punti essenziali del sistema sono, come è noto, lo studio scientifico del tempo di lavoro e lo studio dell'uomo. Si è pertanto osservato minutamente il procedere di ogni lavoro, studiando il perché dei movimenti e delle operazioni necessarie per l'esecuzione di un dato pezzo, individuando tutte le cause di perdita di tempo; si sono poi apportate le seguenti modifiche alla organizzazione dell'azienda:

- a) una modificazione nei disegni, per permettere di consegnare ad ogni operaio un disegno quotato del solo pezzo che deve eseguire;
- b) una modificazione negli approvvigionamenti perchè l'operaio abbia sempre a portata di mano le materie occorrenti al lavoro;
- c) è stato introdotto un sistema di prospetti compilati da un organo nuovo, l'«Ufficio dei tempi», per indicare all'operaio il susseguirsi delle operazioni da effettuare ed i tempi ammessi per fare un dato lavoro;
- d) per stimolare l'operaio si è adottato un sistema di premi, il sistema Rowan, da pagarsi giornalmente;
- e) infine ogni operaio deve avere un grafico delle velocità, avanzzi e profondità dei passi corrispondenti ad ogni macchina utensile e ad ogni lavoro.

2. — *I prospetti di lavorazione e il sistema Rowan.* — L'«Ufficio dei tempi» è costituito da tecnici praticissimi delle lavorazioni, i quali preparano, per ogni lavoro, la sua esatta decomposizione nelle successive operazioni che l'operaio deve eseguire e, sulla base dei grafici delle macchine e della loro esperienza, determinano il tempo minimo per l'esecuzione del lavoro (tempo Taylor).

Se il tempo Taylor è, ad esempio $T = 114$ minuti, lo si raddoppia e si fissa come tempo Rowan $R = 228$ minuti; questo è il tempo che viene assegnato all'operaio per l'esecuzione del lavoro; per ogni unità di tempo guadagnata sul tempo Rowan assegnatogli l'operaio riceve un premio.

Siano T il tempo assegnato all'operaio, t il tempo effettivamente impiegato, s_0 la paga oraria senza premio ed S la paga totale, compreso il premio totale P .

$$\text{Il premio orario è } p = \left(\frac{T-t}{T} \right) s_0$$

Il sistema Rowan mentre ricompensa l'operaio attivo, salvaguarda anche gli interessi dell'industriale; infatti il premio totale è:

$$P = \left(\frac{T-t}{T} \right) s_0 t = \frac{T s_0 t}{T} - \frac{t^2 s_0}{T}$$

da cui:

$$\frac{dP}{dt} = s_0 - \frac{2ts_0}{T} = s_0 \left(1 - \frac{2t}{T} \right)$$

che si annulla per $t = \frac{T}{2}$.

Il massimo del premio totale è $\frac{T s_0}{4} = \frac{t s_0}{2}$. Questo massimo non può eccedere la metà del salario totale senza premio.

Il salario totale, premio compreso, è:

$$S = s_0 t \left(1 + \frac{T-t}{T} \right) = P + s_0 t$$

$$\frac{dS}{dt} = \frac{2s_0}{T} (T-t)$$

ossia $\frac{dS}{dt} = 0$ per $t = T$; massimo di $S = s_0 t$; $T = s_0 t$.

I premi guadagnati sono pagabili giornalmente; il capo officina rilascia ad ogni operaio, a lavoro terminato, dei buoni che sono pagabili ogni giorno alle ore 11 alla cassa dello stabilimento.

Per convincere gli operai ad accettare tale nuovo metodo di lavoro si è cominciato col farlo adottare a pochi operai scelti; man mano gli altri, vedendo la possibilità di realizzare un maggior guadagno, dimandarono loro stessi di lavorare secondo il nuovo sistema.

Il rendimento generale dell'Azienda ha avuto in breve tempo un aumento del 30 per cento.

È da notare che con tale metodo tende ad essere accresciuto il personale tecnico che provvede alla preparazione ed alla ripartizione del lavoro, mentre la mano d'opera operaia tende a diminuire.

3. — *Organizzazione dei vari servizi interni dell'officina.* — All'arrivo di una ordinazione, questa è iscritta nel registro delle «ordinazioni al magazzino» in conformità al principio: «la direzione passa gli ordinativi al magazzino che è incaricato degli approvvigionamenti, dell'esecuzione e della vendita».

Il magazzino passa l'ordinazione all'Ufficio studi, i tecnici del quale provvedono a far disegnare la macchina richiesta prima nell'insieme, poi pezzo per pezzo. Ad ogni disegno di pezzo è unita una nomenclatura indicante: il numero dei pezzi simili, la materia di cui è fatto il pezzo, il numero del modello di fonderia, l'indicazione dei pezzi in magazzino. Il pezzo riceve poi tre numeri, uno è il numero della macchina, l'altro è il numero del pezzo, il terzo precisa la materia da impiegare. All'incartamento dei disegni di ogni macchina si unisce una nomenclatura dei vari pezzi componenti, ed una lista delle materie occorrenti divise in: pezzi modellati, materie prime da fornire all'officina, materiali in magazzino (viti, bulloni, giunti e pezzi standard).

L'«Ufficio studi» invia poi disegni, nomenclatura dei pezzi e lista delle materie al magazzino, all'«Ufficio dei tempi» ed al modellaggio.

Il magazzino, in base alla lista delle materie, vede quali sono quelle in suo possesso, quali quelle da acquistare, quali pezzi deve fare fondere e fucinare. Approntati i materiali, il tutto passa alla lavorazione, poi al montaggio.

A lavoro terminato il magazzino riunisce: i buoni di prelievo dei materiali presi dal magazzino, le fatture delle materie acquistate e i buoni rilasciati dalla fonderia per i pezzi forniti; questo incartamento accompagna la macchina ultimata all'«Ufficio spedizioni».

Contemporaneamente al magazzino i disegni arrivano anche all'«Ufficio dei tempi» che compila il prospetto di lavorazione indicando i tempi assegnati, le fasi di ogni operazione, le velocità e gli avanzzi delle macchine utensili da adoperare.

Il modellaggio, in base pure ai disegni che riceve dall'«Ufficio studi», esegue i modelli dei pezzi da fare eseguire alla fonderia.

4. — *L'Ufficio commerciale nei rapporti interni con l'Azienda.* — La parte assegnata all'«Ufficio commerciale» è la seguente:

- a) fare, durante l'esecuzione di una macchina, tutti gli acquisti di cui necessita il magazzino;
- b) stabilire poi, al momento della vendita, il prezzo di costo.

Per stabilire il prezzo di costo si tiene conto:

- 1) Di tutti i buoni di acquisto o di prelievo delle materie prime o lavorate impiegate;
- 2) Di un fattore di ammortamento delle macchine utensili;
- 3) Del salario degli operai moltiplicato per il fattore 1,75 per tenere conto delle spese generali.

In base al prezzo di costo si fissa il prezzo di vendita.

5. — *L'Ufficio commerciale nei rapporti con l'esterno.* — Il disbrigo delle pratiche con i clienti e con i fornitori è regolato così:

Per i clienti esiste uno schedario alfabetico in cui ogni cartoncino è intestato ad un cliente; sul cartoncino è annotato l'indirizzo

esatto, la lista delle ordinazioni, le visite ad esso fatte dai viaggiatori, se ha del credito, se trattasi di cliente fedele o di passaggio, ecc. Inoltre superiormente ad ogni cartoncino vi sono 31 caselle corrispondenti ai giorni del mese; delle grappette metalliche messe su queste caselle indicano i giorni nei quali occorre scrivere al cliente, così, al mattino, prendendo tutti i cartoncini le cui grappette sono allineate sulla data corrispondente a quel giorno, è senza altro delimitata la corrispondenza da disbrigare nella giornata.

Per i fornitori la classificazione, invece che alfabetica, è numerica. La prima cifra del numero indica, ad esempio, se trattasi di un fornitore di materia prima o di materia lavorata, la seconda cifra precisa di che materia trattasi, la terza cifra precisa ancora di più e così via.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

W. REICHEL — Attraverso la Svezia con locomotive a corrente alternata. (Siemens Zeitschrift, Marzo 1923, pag. 120).

L'A. si riferisce alla linea (475 km), ormai completamente elettrificata, destinata al trasporto del minerale di ferro dalle miniere di

guarda gli organi costitutivi. Le loro caratteristiche essenziali erano le seguenti:

| | |
|---|-----------|
| Lunghezza massima fra i respingenti . . . | 18 620 mm |
| Massimo sforzo di trazione . . . | 21 000 kg |
| Peso totale . . . | 138 000 » |
| Velocità massima sotto corrente . . . | 50 km/h |
| » » a vuoto . . . | 60 » |
| Numero dei motori per ogni locomotiva . . | 2 |

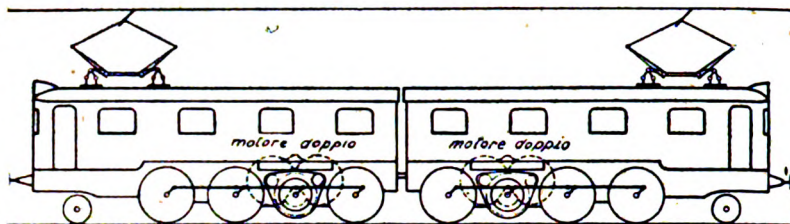


Fig. 3.

Due di tali locomotori servivano un treno di 40 vagoni con un carico complessivo di minerale di 1400 tonnellate (35 tonn. per vagone): il peso complessivo del treno, in tali condizioni, era di 2130



Fig. 1.

Kiruna e di Gällivare ai porti di Narvik e di Lulea rispettivamente (fig. 1).

I locomotori che all'inizio (1914) erano stati adibiti al servizio

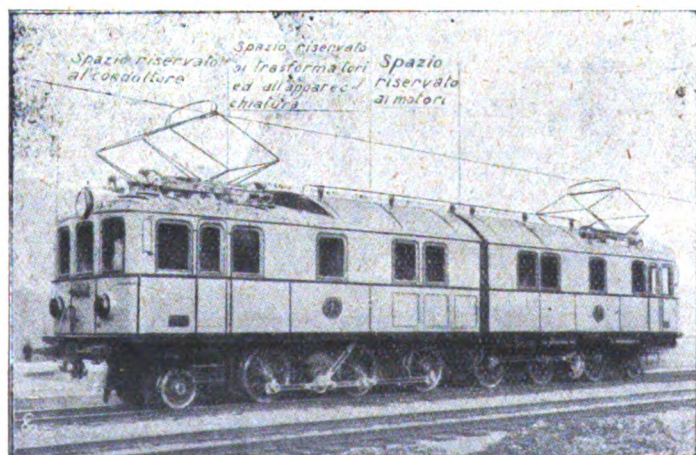


Fig. 2.

erano (fig. 2) del tipo IC + CI, costituiti da due locomotive accoppiate fra di loro, ma completamente indipendenti per quel che ri-

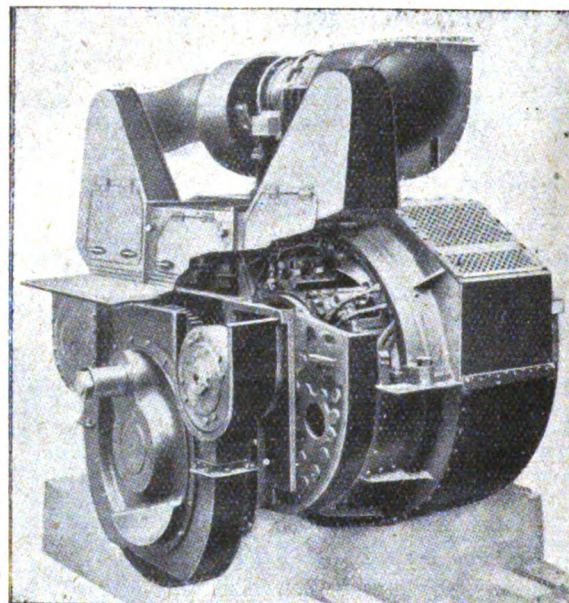


Fig. 4.

tonnellate. Tanto i motori quanto il resto dell'apparecchiatura elettrica erano provvisti per un percorso mensile di 1200 km.

L'ottima prova che i locomotori dettero in servizio, e soprattutto la notevolissima capacità di sovraccarico (~ 50 %) da essi dimostrata

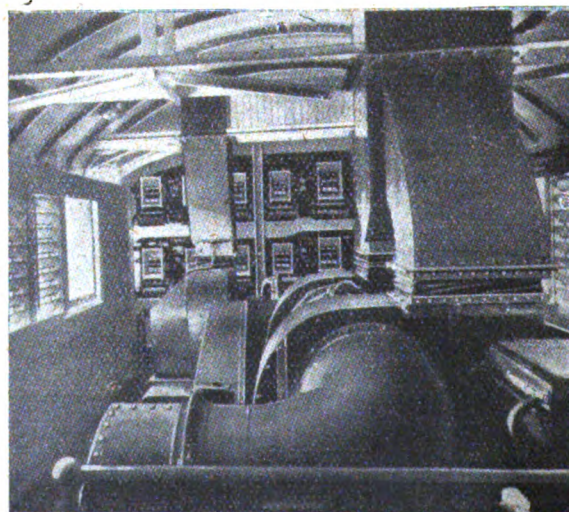


Fig. 5.

(un solo locomotore si dimostrò capace di trainare senza inconvenienti 30 vagoni, a cui corrisponde un carico di minerale di 1050 tonn. ed un peso totale del treno di 1532 tonnellate), indussero la Direzione delle Ferrovie dello Stato Svedese a studiare il problema della possi-

bilità della adozione di un solo locomotore per un treno di 40 vagoni. Il risultato degli studi e delle prove condotte per qualche anno, fu la ordinazione di 11 locomotori di tipo IC + CI, identico come costruzione al precedente, con le seguenti caratteristiche (fig. 3):

| | |
|--|-----------|
| Lunghezza massima fra i respingenti . . . | 20 890 mm |
| Diametro ruote motrici . . . | 1530 " |
| Peso totale . . . | 127 tonn |
| » parti meccaniche . . . | 70 " |
| » parti elettriche . . . | 57 " |
| Velocità massima (in piano) . . . | 60 km/h |
| » minima su salite al 10‰, R=500 metri e con 1850 tonn. di treno . . . | 30 " |
| Sforzo di trazione massimo . . . | 28 000 kg |
| Prestazione oraria complessiva dei motori . . . | 2 900 HP |

I motori, in numero di quattro, per 395 V e 775 giri, sono due a due accoppiati (figura 4) ed agiscono sull'asse coll'intermediario di ingranaggi riduttori (rapporto 1: 4,9). La fig. 5 mostra l'aspetto complessivo dello spazio riservato alle macchine: sono chiaramente visibili le condotte di espulsione dell'aria di raffreddamento nel primo piano quella dei motori; indietro a sinistra la condotta dei trasformatori ed, in fondo, la parte posteriore del quadro di distribuzione.

Le prove di collaudo, condotte nel settembre dello scorso anno sull'intero percorso, con un carico di 2000 tonn, hanno dimostrato che i locomotori rispondono perfettamente allo scopo per il quale furono costruiti. f. n.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

VARIE.

Inaugurazione della nuova Sede della Società Edison a Milano. — Sabato 29 Marzo u. s. alle ore 15, fu inaugurata a Milano, la nuova sontuosa Sede che la Società Edison si è creata nel palazzo già della Società delle Ferrovie del Mediterraneo in Foro Bonaparte; e nell'occasione, nel Salone del pubblico fu scoperto un busto a Giuseppe Colombo che della Edison fu il fondatore e, per lunghi anni, il presidente.

Alla cerimonia, semplice ed austera, parteciparono S. E. il Ministro Corbino, il Senatore Pirelli Presidente e il Prof. Motta Consigliere Delegato della Edison, le autorità politiche, molte personalità del mondo tecnico, fra cui il nostro Presidente Generale Prof. Sartori ed il Presidente della Sezione di Milano Ing. Semenza, ed una folta schiera di antichi allievi di Giuseppe Colombo.

Presentato dal Senatore Pirelli, il Ministro Corbino pronunciò, fra il più vivo consenso dei presenti, il discorso di cui pubblichiamo il testo in altra parte del giornale.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Misura della corrente di saturazione di diodi e triodi. — Nel N. 22 (ottobre 1923) de «L'Onde Électrique», è riportato un procedimento assai semplice, ideato da M. Guérillot per la misura della corrente di saturazione dei triodi trasmettenti. Come è noto tale misura non può farsi agevolmente per via diretta essendo generalmente limitata la potenza che gli anodi possono dissipare sotto forma di calore; col metodo in parola (del quale è rappresentato in figura 1, lo schema), anziché

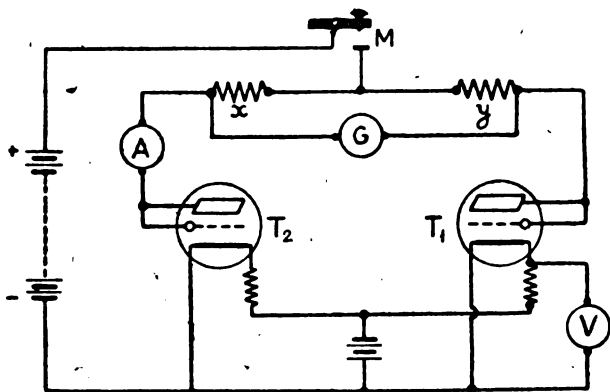


Fig. 1.

misurare la corrente di saturazione i_1 del triodo T_1 , da esaminare, si misura quella i_2 di un triodo ausiliario T_2 funzionante ad accensione ridotta. Dando un valore determinato al rapporto delle due resistenze x ed y , e regolando l'accensione di T_2 in modo da ottenere che chiudendo per brevi istanti l'interruttore M il galvanometro G non devii, si ottiene:

$$y i_1 = x i_2 \quad \text{cioè} \quad i_1 = i_2 \frac{x}{y}$$

La corrente i_2 può essere agevolmente misurata tenendo spento T_1 . Secondo quanto vien riferito, il metodo, che si applica evidentemente bene al caso dei diodi, ha dato ottimi risultati.

U. Ru.

:: Note Politiche, Economiche e Finanziarie ::

Rassegna delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Società Elettrica ed Electrochimica del Caffaro — Milano — Capitale L. 12.000.000.

Si è tenuta l'assemblea generale ordinaria nella quale venne approvato il bilancio dell'esercizio sociale 1923. L'utile netto dell'esercizio fu di L. 1.983.807, dal quale viene distribuito agli azionisti un dividendo del 15 per cento per ogni azione.

Società Generale Elettrica di Elettricità Edison — Milano — Capitale L. 180.000.000.

La relazione del Consiglio di Amministrazione dà conto dello sviluppo assunto dalla Società insieme al gruppo delle associate (Banfi, STEL, Valle Antrona, Conti, Piemonte Orientale, Dinamo, Ossolana, Bresciana, ecc.). La potenza totale disponibile ammonta a 280 000 kW; e l'energia totale prodotta ed acquistata a 1.118.000.000 kWh. Fra i lavori in corso vengono particolarmente ricordati l'impianto sull'Ovesca e la linea a 140 000 V fra Pallanzeno e Brugherio; e l'altra pure a 140.000 V fra Pallanzeno e Arquate Scrivia.

Il bilancio dell'ultimo esercizio segna un utile netto di 24.119.925 di cui il 5 % viene passato alla riserva mentre agli azionisti viene assegnato un dividendo di L. 36 a ciascuna azione da L. 300.

Officine Elettroferroviarie — Milano — Capitale L. 12.000.000.

È stato approvato il bilancio del decorso esercizio che registra un utile netto di L. 4.819.343; si distribuisce un dividendo del 16 % alle azioni e si passano L. 87.943 alla riserva ordinaria che giunge così a 2.400.000 ossia al quinto del capitale sociale.

Società Elettrica della Venezia Giulia — Trieste — Capitale L. 20.000.000.

Venne approvato il bilancio dell'esercizio 1923. Si ebbero L. 887.504 di utili che consentano di distribuire il 4 % agli azionisti.

Imprese Elettriche Conti — Milano — Capitale L. 100.000.000.

Nell'ultima assemblea generale venne approvato il bilancio che permette di distribuire agli azionisti un dividendo del 10 %.

Società Brioschi per Imprese Elettriche — Milano — Capitale L. 30.000.000.

Il bilancio chiuso al 31 dicembre 1923 segna un residuo di utile netto di L. 2.722.082 che consente di assegnare un dividendo del 10 per cento alle azioni.

Società Anonima Elettricità Alta Italia — Torino — Capitale L. 125.000.000.

L'assemblea generale dei soci ha approvato il bilancio dell'esercizio ultimato al 31 dicembre 1923, che consente l'assegnazione di un dividendo di L. 20 per ogni azione da Lire 250.

Società Idroelettrica Piemonte S. I. P. — Torino — Capitale L. 100.000.000.

Il bilancio recentemente approvato dalla assemblea dei soci contempla l'assegnazione di un dividendo di L. 10 per azione da L. 125.

Terni - Società per l'Industria e l'Elettricità — Roma — Capitale L. 350.000.000.

L'esercizio chiuso al 31 dicembre 1923 registra un utile di L. 13.616.460. Viene assegnato un dividendo di L. 25 per ogni azione da L. 400, mandando a fondo deperimento L. 3.518.330.

Officine Elettriche dell'Isonzo — Trieste — Cap. L. 3.000.000.

L'utile dell'ultimo esercizio in L. 3582 venne interamente portato al fondo di riserva.

Società Lombarda per distribuzione di energia elettrica — Milano — Capitale L. 80.000.000.

La relazione del Consiglio dà notizia dei nuovi lavori intrapresi dalla Società, fra i quali gli impianti del Brembo e la linea a 130.000 volt fra Carona e Cislago con uno sviluppo di 90 km. L'utile del bilancio dell'ultimo esercizio fu di 7.016.705; di esso si assegnano il 5 % alla riserva e si distribuiscono L. 60 per ogni azione da 500 Lire.

Società Elettrica Bergamasca — Bergamo — Cap. L. 12.000.000 (versato).

Il bilancio testè approvato dalla assemblea porta un utile netto di L. 1.199.670 che permette la distribuzione di un dividendo del 9 %.

Società Generale Elettrica della Sicilia — Milano — Capitale L. 780.000.000.

L'esercizio 1923 è stato caratterizzato dalla messa in esercizio dell'impianto dell'Alto Belice; esso però ha ancora potuto poco influire sulla economia generale dell'Azienda avendosi dovuto economizzare l'acqua per il riempimento iniziale del serbatoio.

Il bilancio 1923 si chiude con un utile netto di L. 6.994.601; di esso il 5 % viene passato alla riserva e si assegna un dividendo del 10 % agli azionisti.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Società Generale Elettrica della Sicilia — Milano.

In sede di assemblea straordinaria è stato deliberato di aumentare il capitale sociale da L. 80.000.000 a L. 120.000.000 mediante l'emissione di 400.000 nuove azioni da L. 100.

Società Trazione Elettrica Lombarda — Milano.

In assemblea straordinaria è stato approvato l'aumento del capitale sociale da L. 10.000.000 a L. 12.000.000 emettendo 4000 nuove azioni da L. 500.

COSTITUZIONI E SCIoglimenti DI SOCIETÀ.

Elettrometallurgica Sarda — Milano.

In assemblea straordinaria è stato deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua messa in liquidazione.

* *

Non si può dire che il mese ora decorso sia stato molto felice agli effetti dello sviluppo della situazione politica europea. Non che si siano verificati fatti di nuova gravità, ma sembra essersi arrestato quel processo risolutivo a cui accennavamo nelle precedenti note.

E ciò principalmente per l'indebolirsi di quegli elementi che avevano spinto l'opinione pubblica in Francia, in Germania ed in Inghilterra ad una più profonda e serena considerazione del presente e dell'avvenire, e che avevano beneficamente influito nel preparare gli animi ad una revisione delle rispettive posizioni assunte ed alla ricerca di basi concrete di accordi.

In Francia la lezione del fallimento del separatismo renano e del crollo del franco non sembra aver avuto impressione durevole. Superata provvisoriamente, nel modo che diremo, la crisi monetaria, si ridestano gli spiriti nazionalistici di resistenza ad oltranza nella questione delle riparazioni e della Ruhr. La politica francese è saldamente nelle mani di Poincaré e l'opinione pubblica, se veramente è stanca e desiderosa di pace vera, non avrà modo di manifestarsi chiaramente se non alle prossime elezioni politiche. Fino ad allora, e fino a quando gli uomini della vecchia mentalità sono al potere, sembra vano sperare in un reale cambiamento di rotta e nella possibilità di accordi efficaci.

La piccola bufera politica che travolse il primo ministero Poincaré fu dovuta, assai più che ad un vero malcontento della Camera e ad una potente opposizione, ad un temporaneo disorientamento della maggioranza nella assenza del capo del Governo. Del resto la crisi stessa non servi se non a rafforzare la posizione di Poincaré, unanimemente segnalato come successore di se medesimo; esso diede anzi luogo a dichiarazioni inequivocabili da parte del Presidente della Repubblica che fece chiaramente capire di essere disposto ad andarsene piuttosto che permettere un cambiamento di rotta nella politica estera francese.

Così Poincaré poté ricostituire il proprio Ministero dandogli basi anche più larghe, liberandosi dagli elementi divenuti ormai meno desiderabili, e facendo delle concessioni formali alle sinistre. Per quanto l'entrata, nel Ministero, di Loucheur ed altri sia stata salutata con soddisfazione in Germania, non è evidentemente il caso di nutrire illusioni.

Anche l'altro elemento moderatore apparso sull'orizzonte europeo e cioè il labourismo inglese va perdendo di autorità e di efficacia. Il Ministero Mac Donald non ha fortuna e procede fra scogli e bufere, delle quali le meno pericolose sono quelle dovute all'opposizione parlamentare.

Non erroneamente un giornale inglese rilevava che l'avvento al potere del labourismo ha avuto fino ad ora il precipuo effetto di suscitare una specie di mania scioperaiola nelle masse operaie fino ad ora tranquille. Basta aprire una rivista od un giornale inglesi per trovarsi sott'occhio l'annuncio di uno sciopero nuovo, o uno studio sulle sue cause, o lunghe considerazioni sui metodi di evitarli altri!

La posizione del Gabinetto Mac Donald viene perciò indebolendosi; si parla di rimpasto e di dimissioni parziali o anche totali e si fanno le previsioni sulla successione. Si capisce come ciò renda assai problematica l'autorità conciliatrice e moderatrice di Mac Donald specialmente in Francia dove certamente si salterebbe con gioia la caduta del suo Ministero.

D'altra parte in Germania si nota un rinfocolarsi di spiriti ultranazionalisti e il risorgere di velleità di riscossa e di rivincita. La moderazione inglese, e la crisi francese hanno probabilmente fatto sorgere speranze eccessive che gli elementi imperialistici sfruttano abilmente con una propaganda attiva ed incessante. Il processo di Monaco si è ridotto, come si poteva aspettarsi, ad una vera farsa con pietosa presa in giro dell'Autorità centrale e ad una glorificazione militarista.

Ludendorff ha parlato e parla come quando disponeva del più potente esercito del mondo e i suoi cannoni tiravano su Parigi; e la folla applaude. La fronda militarista è diventata così potente che lo stesso Governo di Stresemann, nella vicinanza delle elezioni ha dovuto compiere una aperta virata a destra impostando la lotta elettorale sulla piattaforma nazionalista. Si sono sentiti dei ministri repubblicani affermare la loro fede nella bandiera del vecchio regime e ripudiare la repubblica! Il partito tedesco-nazionale pubblica manifesti altisonanti in cui si riafferma la volontà di ritornare all'impero del Kaiser e di riunire nuovamente intorno alla Prussia tutte le terre del vecchio impero.

In questa atmosfera di tempesta svolgono la loro opera, con ponderazione e lentezza che non manca di un doloroso sapore ironico, i periti delle due Commissioni nominate dalla Società delle Nazioni. I periti hanno studiato, hanno esaminato, hanno interrogato libri e personaggi, hanno steso memoriali e relazioni; si sono riuniti innumerevoli volte, spostandosi da Parigi a Berlino e da Berlino a Parigi; hanno assicurato di essere sempre molto prossimi alla conclusione

dei loro lavori. Ma la conclusione non viene! Come sempre, ancora una volta, all'atto di venire alla concretizzazione delle proposte, il contrasto diventa invincibile, le tesi diverse rimangono inconciliabili, e le discussioni si prolungano fino a che la situazione che ha dato loro origine è sorpassata dai fatti. Proposte che avrebbero potuto essere preziose quando la Francia capiva le proprie difficoltà, quando il Governo labourista aveva tutta la sua primitiva autorevolezza e in Germania non si era così risvegliato il sentimento nazionalista, saranno lasciate cadere e derise quando vi sarà in Germania un nuovo governo tedesco-nazionale, quando in Francia le elezioni fatte sotto l'impressione della rapida, se pur forse transitoria, ripresa del franco, avranno dato a Poincaré una nuova e più fedele maggioranza e i labouristi saranno tramontati in Inghilterra.

Uno scoramento profondo prende osservando il pericoloso inaridire della vita civile europea, se non si avesse fede in quelle mirabili risorse della natura e in quegli incoercibili diritti della vita che pianta una zolla di verde sulla più arida roccia e matura un frutto nel più piccolo solco di terra!

Nei minori campi della vita politica europea non troviamo spettacoli molto più lieti!

In Grecia domina il caos più completo e più strano. La situazione è diventata così complessa e indefinibile che è difficile potersici orientare. Risulta ad ogni modo che il Governo di Papanastios ha proposto all'Assemblea una legge per la deposizione della dinastia e la proclamazione della Repubblica. La legge è stata approvata, la Repubblica è stata proclamata e ciò ha dato modo al buon popolo Atene, la cui fede repubblicana è come tutti sanno di così lunga data, di godersi parecchi giorni di feste e di esultanza: *Panem et circens!* Non si è dimenticato di notificare la decisione dell'Assemblea al re che trovosi in Rumania; ma il re non se n'è dato per inteso ed ha risposto con un proclama in cui si dice deciso a mantenere il trono. Si è avuto così lo spettacolo paradossale di un re in polemica coi suoi ministri per la forma di governo! Intanto alla sanzione della Repubblica manca ancora un particolare: il plebiscito che sarà tenuto in aprile.

Nella vicina penisola balcanica continua l'irrequietezza. La Bulgaria non gode la fiducia dei suoi confinanti che la accusano di fomentare i torbidi Macedoni! In Jugoslavia le lotte dei partiti alla Camera di fanno sempre più vivaci e minacciano di avere ripercussioni nel Paese. La Romania è in allarme per le rivendicazioni Russe sulla Bessarabia; per la definizione di questa vertenza si è radunata a Vienna una conferenza russo-romena i cui lavori potranno avere larga ripercussione di conseguenze per la tranquillità dell'oriente europeo.

In Turchia la mania delle riforme giunge a manifestazioni inattese e imprevedibili! Dopo la laicizzazione forzata di tutte le scuole si è arrivati all'abolizione e alla espulsione del Califfo. Entrambi le misure minacciano di avere serie conseguenze sia nei riguardi delle nazioni europee per le scuole estere in Turchia, sia per la ripercussione che la scomparsa del califfato potrà avere nel mondo Islamitico. Subito sono sorti dei nuovi pretendenti fra i quali Hussein, re dell'Arabia, ha assunto il titolo di Califfo; d'altra parte forti correnti esistono in Egitto per l'elevazione al Califfo del re Fuad. La questione può interessare fortemente le nazioni coloniali europee, ed in particolare anche l'Italia per la Cirenaica e la Tripolitania.

* *

L'economia francese è stata gravemente provata dalla crisi del franco. La valuta caduta precipitosamente è stata rialzata con non minore prontezza ma le ragioni intime del disagio permangono. Sotto la stretta della necessità impellente di fermare la rapidissima corsa al ribasso del franco, la Camera francese, pur fra una vivace opposizione si è decisa a votare una serie di misure fiscali che rappresentano nel loro insieme un aggravio notevolissimo per i contribuenti. Queste misure furono approvate specialmente per la fermezza dimostrata da Poincaré che ha saputo avere ragione così delle difficoltà sollevate dalla opposizione, come delle preoccupazioni di indole elettorale della maggioranza.

Nel loro complesso le misure adottate garantiscono certamente un notevolissimo aumento nelle entrate dello Stato, se pur è difficile dire fino a qual punto sieno fondati i calcoli preventivi che si sono fatti in proposito in Francia. Tuttavia questi provvedimenti finanziari non sarebbero bastati, direttamente, a fermare il franco sulla china pericolosa. La debolezza della moneta francese era dovuta ad un complesso di cause delle quali solo una azione progressiva e di lunga durata può avere ragione. La politica estera e delle riparazioni, il sistema dei prestiti militari ai piccoli Stati, e l'enorme massa di Buoni del Tesoro e dei così detti Buoni della Difesa Nazionale a breve scadenza, concorrevano a creare una situazione di instabilità permanente.

Per queste ragioni, nella decisa volontà di giungere a qualunque costo ad un rialzo rapido del franco, in vista sia della situazione interna, sia delle ripercussioni politiche all'estero, Poincaré si decise ad una operazione finanziaria ardita. Un prestito di cento milioni di dollari al 6 % venne contratto in America con un Sindacato di Banche con a capo il Morgan. Un secondo prestito, di 5 milioni di lire sterline venne concluso a Londra. I prestiti sono rimborsabili parte a tre mesi, parte a sei e parte a un anno.

L'operazione ha sortito l'effetto desiderato e il franco è rimbalzato quasi di colpo a quotazioni altissime. Tuttavia la stessa elevazione delle quotazioni raggiunte manifesta la artificiosità della cosa,

non essendovi certamente alcuna ragione fondata perchè il franco sia, dopo la caduta, valutato ancor più di prima.

Il rialzo del franco è stato salutato in Francia con grida di trionfo, ed ha avuto all'estero ripercussioni disastrose, specialmente in alcune nazioni, come in Austria, dove la speculazione aveva impegnato somme enormi sul ribasso. Ma sull'opportunità della operazione, sulle benemeritenze che chi lo decise meriti dal Paese, sono leciti i dubbi più ampi. Dove troverà la Francia fra tre mesi i molti milioni di dollari da rimborsare? Come sopporterà la compagine finanziaria francese questo aumento enorme del debito, mentre è già malata per l'inflazione del debito fluttuante, e un miliardo in oro della Banca di Francia viene immobilizzato come pegno? Sono punti interrogativi che costituiscono altrettante domande angosciose per gli economisti francesi la cui preoccupazione traspare dagli articoli dei giornali e delle Riviste. La battaglia del franco non è ancora vinta ma soltanto rimandata, e senza voler per nulla accordare considerazione agli assurdi paragoni avanzati da alcuni col marco o colla corona, sembra logico prevedere che le attuali altezze della moneta francese non potranno essere mantenute oltre la prima scadenza dei prestiti testè contrattati.

In Russia il nuovo sistema monetario è entrato in piena attuazione coi recenti decreti i quali stabiliscono che tutti i contratti, le tariffe, i conti, ecc., devono essere valutati e compilati in rubli oro; anche i salari operai dovranno essere computati in cervonetz. In gennaio vennero emessi 20 milioni di cervonetz, in febbraio l'emissione fu di 6 milioni; essa viene limitata per dare alla nuova moneta una sicura stabilità. È stato stabilito di riassorbire tutti i così detti rubli sovietisti, al cambio di 50.000 rubli sovietisti per rublo oro.

Gli utili della Banca di Stato della Unione delle Repubbliche Russe entro l'anno 1923 hanno raggiunto il valore di 15.680.000 rubli oro; il capitale della Banca ha ora raggiunto i 50 milioni di rubli oro. Fra brevissimo tempo comincerà a funzionare la Banca centrale dell'Agricoltura, con capitale limitato per ora a 10 milioni di rubli oro, ma che nel prossimo anno verrà raddoppiato e successivamente ancora aumentato. Un'altra grande Banca detta Banca Commerciale dell'Asia Media è stata fondata a Taskend con un capitale di 7 milioni e mezzo di rubli oro; essa si prefigge specialmente il compito di sviluppare le relazioni commerciali dell'Asia centrale russa con la Cina, l'India e la Persia.

Le spese del bilancio statale per il mese di marzo, previste in 150 milioni di rubli oro, furono ridotte a 147 milioni. Di questi, 120 milioni dovranno essere coperti dal provento delle imposte; per la somma rimanente si farà ricorso a operazioni di credito. Continua l'emissione delle monete metalliche d'oro e d'argento; è prevista l'emissione di 70 milioni di moneta d'argento parte della quale sarà coniata all'estero.

La Russia procede così sulla via della propria riorganizzazione finanziaria costituendosi un sistema monetario robusto, presupposto necessario per la ripresa delle sue relazioni commerciali coll'estero. La ricostruzione industriale è però ancora ostacolata, almeno in parte, dalla politica governativa. E di ieri il prestito interno di 100 milioni di rubli oro e già si parla di un secondo prestito di altri 50 milioni. Si sottrae così troppo denaro alle industrie e per di più un nuovo decreto fa obbligo a tutte le aziende e amministrazioni di investire non meno del 60% dei capitali di riserva in titoli di Stato. Tale ultima misura non si estende però alle Società per azioni a cui partecipano il capitale straniero.

L'anno 1923 è stato salutare per l'Austria la quale ha visto chiudersi il suo bilancio con un deficit che è la metà di quanto era stato previsto nel piano finanziario steso dalla Società delle Nazioni, per il risanamento economico dell'Austria. Il deficit complessivo fu di 1600 miliardi di corone. Il risanamento delle aziende statali continua; sono stati esonerati fino ad ora oltre 63.000 agenti e funzionari avvicinandosi al totale preventivato di 75.000 licenziamenti necessari.

La situazione bancaria in Austria migliora gradatamente. Secondo la statistica pubblicata ai primi di febbraio del corrente anno, i depositi nelle Banche e Casse principali ammontavano a 550 miliardi di corone carta (38 milioni di corone oro) nel dicembre 1923; salivano a 596 miliardi in gennaio e toccavano 673 miliardi (47 milioni di corone oro) in febbraio. Si assicura però che nel mondo bancario viennese, la speculazione sul ribasso del franco, fallita per la improvvisa ripresa della moneta francese, abbia causato perdite ingentissime.

In Ungheria è stata fondata la nuova Banca Nazionale d'emissione, costituita come Società Anonima del tutto indipendente dal Governo. Il capitale sociale è stabilito in 30 milioni di corone oro. La sua organizzazione assomiglia molto a quella della Banca Nazionale Austriaca; la partecipazione del capitale estero è ammessa, ma in Ungheria si fa ogni sforzo perchè il capitale sia interamente coperto in patria. Alla nuova Banca sarà affidata la emissione delle banconote fino al 1943; la Banca dovrà provvedere con ogni mezzo alla stabilizzazione della nuova moneta.

La Bulgaria è riuscita a raggiungere il pareggio del proprio bilancio; infatti l'anno finanziario 1923-1924, secondo la Relazione del Ministro delle Finanze, si è chiuso in perfetto pareggio. Per il bilancio 1924-1925 le spese sono preventivate in 6222 milioni di leva, mentre le entrate sono previste in 6225 milioni di leva.

La Bulgaria ha anche concluso un accordo colla Commissione interalleata di controllo, secondo il quale essa si obbliga a pagare alla Commissione delle Riparazioni una somma di 25 milioni di franchi oro come indennizzo per le spese degli eserciti di occupazione, dopo l'armistizio.

In riassetto si presenta anche la finanza della Polonia dove la bilancia commerciale è favorevole; nello scorso anno, infatti, la Polonia ha importato merci per un valore complessivo di 1118 milioni di franchi oro e ne ha esportato per 1195 milioni di franchi oro.

Un esempio eloquente di riduzione di spese viene dato dalla Inghilterra. Mentre nel 1923-24 si erano spesi per il Civil Service, ossia per tutti i Ministeri, esclusi quelli di Guerra e Marina, e per le Amministrazioni fiscali 327.212.872 sterline, il preventivo 1924-25 contempla una spesa di 289.874.727 sterline, con una minore spesa di oltre 37 milioni di sterline. Con l'economia già decisa di 7 milioni e mezzo e di 2 milioni e mezzo di sterline sui bilanci della Guerra e della Marina, si arriva ad una diminuzione complessiva di spesa di oltre 47 milioni di sterline ossia quasi 5 miliardi di lire ai cambi attuali.

Di questa forte diminuzione gran parte della lode viene attribuita al Governo labourista. La floridezza del bilancio statale non attenua però la condizione generale di malessere che pervade la industria britannica; di essa sono sintomi eloquenti i frequenti e gravi scioperi e la perdurante disoccupazione. Si calcola che attualmente più di 1.250.000 operai siano senza lavoro.

Nel bacino della Ruhr le condizioni di produzione vanno migliorando progressivamente. Secondo notizie d'origine francese, la produzione delle miniere avrebbe superato leggermente quella del 1922 (produzione attuale 102%). Anche la produzione del coke va aumentando ed ha raggiunto l'82% di quella del 1922. Il rendimento del lavoro delle masse operaie è ritornato normale, anche in paragone a quello d'ante guerra.

Nelle ferrovie sono stati riassunti in servizio 71.600 ferrovieri; la Regia doganale ha fruttato nel febbraio oltre 25 milioni e mezzo di marchi oro, e per il 1924 si prevedono proventi doganali per una somma complessiva di 300 milioni di marchi oro.

La Commissione delle Riparazioni ha pubblicato il prospetto della ripartizione degli introiti da essa eseguiti fino alla fine del decorso anno. Tale ripartizione, per le principali Nazioni europee contempla gli importi seguenti, esposti in marchi oro:

Italia 397.932 (di cui 364.566 in natura); Inghilterra 1.318.882 (677.009 in natura); Francia 1.804.192 (1.358.855 in natura); Belgio 1.732.756 (648.367 in natura).

Questi valori vanno però diminuiti delle somme dai singoli Stati anticipate alla Germania per il carbone (29.063 per l'Italia) e delle spese per gli eserciti di occupazione (10.774 per l'Italia) cosicchè l'incasso effettivo delle diverse Potenze dopo lo stralcio di tali crediti risulta come segue:

Italia 358.185; Inghilterra 251.877; Francia 189.777; Belgio 1.445.910. Si devono aggiungere per le Potenze minori: 67.804 marchi oro per il Giappone; 262.500 per la Serbia; 20.574 per la Grecia; 15.210 per la Polonia; 33.914 per la Ceco-Slovacchia; 14.155 per il Portogallo.

Si vede quanto siamo lontani dalle fantastiche centinaia di miliardi di marchi oro, farneticati all'epoca del Trattato di Versailles!

*

Il trattato di commercio fra l'Italia e la Ceco-Slovacchia è stato finalmente concluso. Si può asserire che il raggiungimento dell'accordo è giunto improvviso ed inaspettato; abbiamo, infatti, già altra volta accennato alle difficoltà grandi contro le quali l'accordo stesso andava a battere. Fortunatamente le due Commissioni si sono decise ad abbandonare la tattica temporeggiatrice e gli ultimi passi sono stati compiuti con grande rapidità.

Mantenendo ferma la clausola della Nazione più favorita, il Trattato stabilisce per entrambi i Paesi alcune riduzioni di tariffe doganali per prodotti di maggiore rispettivo interesse. Viene molto agevolata la nostra esportazione di prodotti agricoli ed alimentari; si avvantaggiano poi i prodotti lavorati di gomma in genere, i ventilatori elettrici, i cavi e i cordami elettrici; alcuni prodotti chimici come l'acido tartarico, citrico, ecc.; i cappelli, i lavori in marmo, ecc.

L'Italia ha dovuto però fare parecchie concessioni onerose nei riguardi di parecchie voci della tariffa, specialmente per quelle che riflettono le industrie vetrarie e ceramiche.

Una clausola interessante dell'accordo riguarda il corso del cambio; è stato infatti convenuto uno speciale accordo che garantisce la stabilità effettiva delle tariffe doganali indipendentemente dalle variazioni del corso della corona ceco-slovacca.

Una Convenzione addizionale al Trattato di Commercio ed una Convenzione Consolare vengono a rinsaldare ancor meglio i rapporti commerciali fra i due Paesi.

Continuano invece ancora le trattative pel Trattato di Commercio colla Jugoslavia. La complessità dei problemi da trattare, e le difficili condizioni politiche interne della Jugoslavia hanno impedito fino ad ora di raggiungere l'accordo completo; si confida tuttavia che esso non sia lontano.

Molto progredite sono ormai le pratiche relative al Trattato di commercio col Perù. Il passato Trattato cessò di avere valore il 18 ottobre dello scorso anno; e fu temporaneamente prolungato fino al nuovo accordo. Questo Trattato ha un'importanza notevole per i due Paesi. L'Italia tiene infatti il quarto posto nella scala dei Paesi che importano nel Perù, essendo preceduta dagli Stati Uniti, dall'Inghilterra e dalla Germania. Nel 1922 l'Italia esportò nel Perù merci proprie per un ammontare di 300.945 lire peruviane (che hanno corso pari a quello della sterlina); nei primi nove mesi dello scorso anno le nostre esportazioni al Perù salirono a 386.243 lire peruviane. Il

nostro Paese può migliorare molto la propria posizione nel Perù specialmente se si troverà modo di rendere meno gravose per i nostri esportatori le spese dei trasporti; si pensi che il nolo da Genova al Callao è più che doppio di quello da Anversa!

Una manifestazione nuova di saldezza finanziaria si è avuta col prestito alla Polonia. L'importanza non solo economica ma anche politica dell'operazione non può sfuggire ad alcuno. E questa, si può dire, la prima grande operazione di esportazioni di capitali che l'Italia abbia compiuto, ed essa contribuirà indubbiamente a sempre più rafforzare l'autorità morale del nostro Paese nell'Oriente europeo.

Il prestito non è da Governo a Governo, ma riveste un carattere di operazione quasi privata in quanto che il capitale viene direttamente ceduto al Governo polacco dalla Banca Commerciale Italiana. Si tratta complessivamente di 400 milioni di lire italiane le quali vengono ampiamente garantite sulle entrate statali e sui monopoli, specialmente quello dei tabacchi. Particolari garanzie si ottennero nella considerazione di eventualità belliche in Polonia e di invasione straniera, essendosi convenuto che in tal caso gli edifici pubblici considerati come garanzia del prestito alzeranno bandiera italiana.

Il prestito verrà emesso in forma di obbligazioni al portatore del valore nominale di L. 500 ciascuna, rimborsabili in 30 anni. Esse frutteranno il 7 %, netto da imposte e tasse; ma in realtà, essendo le obbligazioni emesse al 92 % del valore nominale, l'interesse effettivo sarà del 7.60 %.

Il prestito sarà interamente impiegato ai fini della ricostruzione dell'economia polacca, e non importa per la Polonia alcun vincolo militarista di preparazione bellica o di acquisto d'armi; esso contrasta così profondamente coi prestiti che erano stati fino ad ora da altre Potenze elargiti ai minori Governi. L'operazione è stata accolta in Polonia con alta soddisfazione e ha dato luogo a simpatiche manifestazioni di cordialità italo-polacca.

Buone notizie sulla penetrazione economica italiana si hanno anche dalla Lettonia. Secondo dati pubblicati dall'Ufficio statale di statistica della Lettonia, l'Italia ha esportato in quel Paese nel decorso anno oltre 104 tonnellate di merci, specialmente prodotti delle industrie manifatturiere, per un valore complessivo di 346.000 franchi oro. L'importazione lettone in Italia nello stesso periodo di tempo fu di 40 tonnellate di merci per un valore di 10.000 franchi oro. Si ritiene nei circoli commerciali di Riga, che il movimento commerciale fra l'Italia e la Lettonia potrà assumere uno sviluppo notevolissimo e si invoca una rapida conclusione del Trattato di commercio.

Qualche nube è sorta nei nostri rapporti colla Rumania; il dissidio ha avuto la sua manifestazione culminante nella rinuncia alla visita a Roma dei Reali di Rumania. L'origine dell'incidente è di ordine puramente economico e risale alla questione dei Buoni del Tesoro rumeni. Come è noto la Rumania ha concluso delle convenzioni, nel dopo guerra, coi portatori esteri, inglesi e francesi, di Buoni del Tesoro. L'Inghilterra possedeva da 5 a 6 milioni di sterline di tali titoli; la Francia ne aveva per un ammontare di circa 250 milioni; l'Italia ne possiede per circa 200 milioni.

Da parte italiana si crede di riconoscere una meno buona disposizione della Rumania verso i creditori italiani che non verso gli altri stranieri; si lamenta anche qualche supruso subito da nostri connazionali in Bessarabia. Da parte rumena si osserva che si è cercato di procedere secondo l'importanza dei crediti, accordandosi perciò prima coll'Inghilterra e poi colla Francia, si assicura che si nutrono le migliori disposizioni verso i creditori italiani.

Fatto sta che la questione si trascina da lungo tempo e non si è ancora arrivati ad una conclusione soddisfacente. Tutti, in Italia come in Rumania sono concordi nel deplorare l'incidente, e nell'invocare la rapida risoluzione. Non sono mancate in Rumania dichiarazioni ufficiali di cordialità e di simpatia per l'Italia e in entrambi i Paesi si esclude nel modo più assoluto che la questione possa turbare i tradizionali e sentiti vincoli di amicizia. Uno speciale incaricato romeno è giunto in Italia per la trattazione diretta del problema; le sue attribuzioni sembrano anche più vaste avendo egli accennato al desiderio di stabilire collaborazioni industriali e finanziarie fra i due Paesi.

L'incidente non ha mancato però di essere sfruttato da certa stampa straniera, sempre benevola, la quale ha farneticato di accordi italo-russi per la Bessarabia in danno della Rumania, ed ha perfino descritto una insussistente dimostrazione navale italiana in Rumania!

A Roma, l'ambasciatore russo ha presentato le proprie crederie al Re, dal quale venne trattenuto a colloquio. L'atto ufficiale si è svolto col solito cerimoniale. Essendo ormai giunto ed accreditato l'Ambasciatore italiano a Mosca, le relazioni ufficiali fra i due Paesi sono ormai perfette.

Qualche preoccupazione aveva destato lo sciopero dei lavoratori del porto di Rotterdam, che si temeva potesse seriamente ostacolare le spedizioni per via d'acqua del carbone della Ruhr all'Italia. Da comunicati ufficiali risulta che, grazie alla organizzazione costituita con funzionari e personale italiano, il carico del carbone destinato all'Italia ha potuto essere continuato anche durante lo sciopero. Mentre dal 1° al 25 febbraio partirono dalla Ruhr per l'Italia 223.848 tonnellate di carbone, nel corrispondente periodo dello scorso mese di marzo, le spedizioni ammontarono a 409.741 tonnellate, con un aumento cioè di 184.893 tonnellate.

Il viaggio del Ministro delle Colonie, on. Federzoni, in Cirenaica ed in Tripolitania gli ha permesso di constatare il benefico effetto della energica politica condotta nello scorso anno nelle nostre Colonie. Ora è cominciato il periodo di consolidamento e messa in valore: problema non soltanto tecnico ma anche economico. Il Ministro ha espresso la propria soddisfazione per risultati agricoli già rag-

giunti, sia in Tripolitania che in Cirenaica, ed ha dichiarato la sua fiducia nell'avvenire delle colonie mediterranee pur osservando che esso esige sforzo perseverante e tenace, come ne diedero l'esempio le contigue colonie francesi.

Ancora irrisolta è la ormai annosa questione del confine delle colonie italiane ed inglesi nell'Africa occidentale. Il Governo inglese sta ancora studiando la cessione del Giubaland e si ostina a connetterla più o meno intimamente alla questione del Dodecanneso. A Roma si riconferma che non si accoglierà mai tale punto di vista ed è perciò probabile che la cosa si prolunghi per parecchio tempo ancora, malgrado anche che non manchino incitamenti da parte dell'opinione pubblica inglese al Governo di Londra perchè segua una politica più conciliante.

*

Il periodo elettorale che il nostro Paese ha attraversato, e che ha costituito come sempre in simili occasioni, un deprecabile spreco di energie verbali e un distoglimento di attività dal campo del lavoro proficuo, ha tuttavia condotto ad alcune manifestazioni notevoli fra le quali senza dubbio la più importante fu costituita dal discorso del Ministro delle Finanze, On. De Stefani, a Milano.

L'esposizione dell'on. De Stefani costituisce una documentazione del più alto interesse sullo stato attuale della nostra finanza ed è giustamente cagione di compiacimento per i risultati già raggiunti che espone e per le fiduciose speranze che essa autorizza.

Si ricorderà che nel maggio 1923 lo stesso Ministro parlando pure alla Scala di Milano prevedeva per il bilancio 1923-24 un disavanzo di 1187 milioni, oltre ad un altro peggioramento patrimoniale di 1429 milioni dovuto principalmente al miliardo e mezzo di obbligazioni emesse per il risarcimento dei danni di guerra.

Ora il Ministro ha solennemente dichiarato che l'andamento delle entrate e degli impegni consente di prevedere che l'esercizio in corso si chiuderà senza il disavanzo di 1187 milioni e che il peggioramento patrimoniale dovuto alle obbligazioni per i danni di guerra sarà compensato dai risultati di esercizio e dalla già predisposta riduzione del debito dello Stato.

Tutti gli indici concorrono a confermare la fiducia nel mantenimento della attuale stabilità finanziaria. Il rapporto fra entrate tributarie permanenti e entrate tributarie totali, salite da 70.68% nel primo bimestre 1923 all'87.03% nel primo bimestre 1924; il continuo aumento degli iscritti nei ruoli di ricchezza mobile; l'aumento generale nelle entrate dello Stato. Infatti il gettito delle entrate principali, previsto per il bilancio 1923-24 in 12.757 milioni, ha dato, nei primi otto mesi di esercizio, 9738 milioni con un aumento di 726 milioni sul corrispondente periodo dell'anno precedente e di 1234 milioni sul previsto.

Abbiamo già parlato altra volta del miglioramento della Azienda ferroviaria; ora il Ministro annuncia che anche l'Azienda postale-telegrafica ha raggiunto il suo riassetto: il deficit che fu di 464 milioni nel 1921-22, e di 356 milioni nel 1922-23, scenderà nell'esercizio in corso a 126 milioni, per annullarsi completamente nel prossimo esercizio.

Il favorevole andamento del bilancio statale permette di provvedere al rimborso di oltre un miliardo di debito, distribuendolo tra i Buoni del Tesoro ed i biglietti di Banca. Da oggi in avanti lo Stato non ricorrerà più a chiedere capitali al risparmio nazionale, il quale resterà così disponibile per l'economia del Paese e diventerà quindi produttivo di entrate per lo Stato.

Il risparmio è in confortante ripresa; il fenomeno della contrazione nell'aumento progressivo dei depositi presso le Banche si è completamente arrestato ed anzi invertito.

Lo sbilancio mercantile fu nel 1923 di 6190 milioni, con una diminuzione di 300 milioni su quello del 1922; nei primi due mesi dell'anno in corso l'eccedenza delle importazioni sulle esportazioni fu di 367 milioni inferiore a quello del corrispondente bimestre dello scorso anno.

Il tonnellaggio della marina mercantile in movimento nei nostri porti fu di 220.000 tonnellate superiore a quello del primo bimestre del 1924.

Il Ministro De Stefano ha anche dato una notizia che aprirà molte speranze nei cuori dei contribuenti italiani, quando ha annunciato la intenzione del Governo di procedere ad una graduale diminuzione della pressione tributaria. Crediamo tuttavia che sia alquanto prematuro sperare sensibili alleggerimenti dei tributi.

Anche notevole per molti riguardi fu il discorso dell'on. Corbino, Ministro dell'Economia Nazionale, pronunciato a Milano il 29 marzo scorso. In esso il Ministro diede notizia di due Decreti deliberati nell'ultimo Consiglio dei Ministri e riguardanti l'industria elettrica.

Per favorire il finanziamento di impianti i quali, come quelli idroelettrici o di elettrificazioni di ferrovie, acquedotti, ecc., richiedono capitali ingentissimi recuperabili a lunga scadenza, è stata autorizzata la costituzione di una speciale Sezione del Consorzio per la costruzione di opere pubbliche contro garanzia di annualità a debito dello Stato.

L'altro provvedimento riguarda lo sviluppo tecnico della nostra industria. Esso consiste nella disponibilità di due milioni annui da devolvere a sussidio di studi e di ricerche, e alla creazione o alla sovvenzione di laboratori tecnico-scientifico. L'idea informativa è senza dubbio ottima, ma di assai dubbia efficacia pratica troppo facile essendo che le somme stanziante vengono soverchiamente disperse o non equamente ed opportunamente distribuite.

Qualche allarme ha suscitato la notizia apparsa sui giornali circa le intenzioni del Ministero delle Finanze di aumentare notevolmente i canoni per le derivazioni di acque pubbliche, e di imporre canoni sulle utenze antiche che ne sono attualmente esenti. L'Associazione Esercenti Imprese elettriche ha rivolto in proposito una protesta al Ministro, mettendo in evidenza come l'industria della produzione dell'energia elettrica sia ancora vincolata da decreti che ne limitano gli introiti e quindi gli utili, e come lo sfruttamento delle acque pubbliche debba essere incoraggiato e non vessato, rappresentando una messa in valore di risorse naturali che ridonda a vantaggio generale.

Si fa osservare, circa le benemeritenze dell'industria idroelettrica che i diagrammi del consumo del carbone dimostrano che, se fosse continuato l'ascesa del consumo verificatosi nel decennio 1904-1914, dovremmo oggi importare 16 milioni di tonnellate annue di carbone, mentre effettivamente ne importiamo solo da 8 a 9 milioni. A ciò fa riscontro l'andamento del diagramma della produzione della energia elettrica, il quale dimostra che, senza l'eccezionale incremento verificatosi in relazione al periodo bellico e post-bellico, si dovrebbero avere oggi solo 3,5 miliardi di kWh annui disponibili, mentre possiamo disporne di 5,5 miliardi. Abbiamo oggi una maggior disponibilità di circa 3,5 miliardi di kWh rispetto al 1913 ed un minor consumo effettivo di 3,5 milioni di tonnellate di carbone, e un minor consumo probabile di circa 6 milioni di tonnellate di fossile. Tradotte in moneta queste cifre rappresentano una minor spesa all'estero di circa 1500 milioni annui; spesa che avrebbe certamente avuto una seria ripercussione sui cambi e perciò sul costo generale della vita.

Dalla relazione dell'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato desumiamo alcuni dati interessanti sull'elettrificazione delle nostre linee; tali dati riguardano l'anno finanziario chiuso al 30 giugno 1923.

Le riaccise discussioni sulla questione del sistema e sulla scelta delle linee si è ripercossa in un rallentamento dei lavori di elettrificazione. Nell'anno finanziario 1922-23 si elettrificarono infatti soltanto 13 km sulla Roma-Arquata e 3 km sulle linee di accesso al Porto di Genova. Al 30 giugno 1923 erano però già quasi ultimati i lavori sulla Alessandria-Voghera, sulla Novi-Tortona, sulla Ronco-Tortona, e sulle linee di accesso al porto di Genova; tantochè parte di tali linee sono già entrate in esercizio. Continuarono i lavori sulla Genova-Pisa, sulla Bologna-Pistoia-Firenze.

In complesso si avevano al 30 giugno 1923 già elettrificate ed in servizio 702 km di linea, con uno sviluppo di binari di 1450 km. Le linee di alimentazione avevano uno sviluppo di 356 km, e le condutture primarie per il trasporto dell'energia giungevano a 1014 km. Si avevano in funzione 41 sottostazioni di trasformazione, statiche o rotanti, con 98.930 kVA installati; e ad essa vanno aggiunte 11 sottostazioni circolanti per una potenza complessiva di 22.930 kVA. Le centrali generatrici di proprietà dell'Amministrazione erano due idroelettriche (Morbegno con 4500 kVA e Bardonecchia con 12.000 kVA) e una termica (Chiappella); continuano i lavori per gli impianti del Reno e della Limentra e del Sagittario.

Al 30 giugno si avevano in servizio 311 locomotori elettrici e 51 automotrici (contro 5836 locomotive e 68 automotori a vapore); al 30 giugno 1923 erano in costruzione altri 251 locomotori e ne vennero ordinati altri 98.

Le caratteristiche di forte pendenza delle linee elettrificate si ripercuote nelle sensibili differenze fra i percorsi effettivi e quelli virtuali. Nell'esercizio 1922-23 si ebbero infatti 6.825.212 treni-chilometri con 9.799.115 locomotori-chilometri, effettivi, contro 16.464.863 locomotori-chilometri virtuali. Le tonnellate-chilometri virtuali furono 3.312.239.600. Per ogni treno-chilometro effettivo si consumarono circa 15 kWh; per ogni locomotore-chilometro effettivo 10,8 kWh; per ogni locomotore-chilometro virtuale 6,4 kWh; per ogni tonnellata-chilometro effettivo 54 Wh e per ogni tonnellata-chilometro virtuale 32 Wh. Tutti i valori esposti si limitano alle sole linee elettrificate.

La convenienza dell'elettrificazione è messa in rilievo nella relazione, dove si dichiara che per effetto di essa si ebbe un minor consumo di carbone valutato in 251.730 tonnellate. La spesa per chilometro-locomotiva e chilometro-treno sulle linee a vapore è valutata rispettivamente in L. 3.908 e L. 5.755 mentre i corrispondenti valori per le linee a trazione elettrica sono esposti in L. 1.20 e L. 0.85 circa.

✱

Il mercato delle Borse italiane ha mantenuto la disposizione generale all'ottimismo le quali per alcuni titoli sembrò a molti giungere ad una pericosa sopravvalutazione, tanto che non sono mancate reazioni parziali e indizi di tendenze più prudenti.

Nei cambi il fenomeno dominante fu la crisi e la ripresa del franco, alle quali abbiamo già accennato. Anche le altre divise diedero segni di tensione maggiore, tuttavia di può dire che la nostra valuta ha dimostrato una buona stabilità dimostrandosi completamente indipendente dalle variazioni di quella francese, le quali in generale avevano sempre in passato forti ripercussioni sul corso della lira.

L'andamento dei nostri titoli di tato è sempre buono e sostenuto. Il Consolidato ha conseguito migliori non trascurabili passando da 94,5 a 96,90 e anche a 97,50, mentre la Rendita ne seguiva l'ascesa portandosi, pur con qualche oscillazione, da 81,40 a 82 dopo aver segnato anche 82,40.

Ben tenuti i titoli bancari molti dei quali si avvantaggiano di parecchi punti pur non chiudendo alle massime quotazioni raggiunte.

Le Banche d'Italia non variano sensibilmente le loro quotazioni. Invece le Commerciali partendo da 1258 chiudono a 1300 ma dopo aver segnato anche 1380; le Credito dopo aver raggiunto anche 935 declinano in chiusura.

Pesanti invece i titoli dei trasporti, alquanto movimentati durante il mese con qualche alternativa di ripresa ma in complesso in leggero declino.

Rapidi spostamenti hanno segnato i tessili sempre molto in vista sul mercato. Le Cantoni passate da 2300 a 2440, ricadono a 2250 per il distacco della cedola ma per riprendere subito a 2350. Le Cascami Seta da 1080 salgono a 1170 per chiudere oscillanti intorno a 1100. In generale tutto il comparto è sostenuto e in progresso.

Meno movimentato il comparto dei titoli minerari e metallurgici. Piuttosto fiacche le Ansaldo e le Ilva; migliori le Metalli e le Montecatini; assai attive e in buon progresso le Fiat.

Vario il comportamento dei titoli alimentari in genere, alcuni dei quali progrediscono un poco, mentre altri segnano qualche regresso. Non si registrano però spostamenti notevoli.

Nei titoli elettrici non si ebbero spostamenti di qualche importanza; alcuni titoli però si avvantaggiano di parecchi punti.

Ing. RENATO SAN NICOLÒ.

Variazioni dei Titoli Elettrici nel marzo 1924.

| | Valore nominale | I decade | II decade | III decade |
|--------------------------------------|-----------------|----------|-----------|------------|
| Edison | 300 | 758 | 775 | 803 |
| Conti | 250 | 415 | 440 | 485 |
| Vizzola | 500 | 1292 | 1325 | 1300 |
| Bresciana | 100 | 173 | 165 | 164 |
| Adamello | 200 | 268 | 269 | 273 |
| Unione Eser. Elettrici | 50 | 116,50 | 111 | 117 |
| Elettrica Alta Italia | 250 | 299 | 293 | 297,50 |
| Officine Elett. Genovesi | 250 | 398 | 393 | 391,50 |
| Adriatica | 100 | 180 | 178 | 176 |
| Negri | 100 | 147 | 145 | 147 |
| Ligure Toscana | 200 | 310,50 | 304 | 311 |
| Gener. Elet. della Sicilia | 100 | 138 | 134 | 145 |

DECRETI, LEGGI E REGOLAMENTI

Attraversamenti delle Ferrovie dello Stato con condutture elettriche

Norme generali interne

(approvate da S. E. il Commissario straordinario per le FF. SS. con provvedimento N. 2098 D. C. S. in data 8 novembre 1924)

Negli attraversamenti delle Ferrovie con condutture elettriche, oltre le prescrizioni e norme contenute nella Legge 7 giugno 1894, n. 232 e nel relativo Regolamento approvato con R. Decreto 25 ottobre 1895, n. 642, si debbono osservare le seguenti.

Distinzione degli attraversamenti

ART. 1.

Gli attraversamenti delle ferrovie con condutture elettriche si distinguono in:

- a) superiori, cioè passanti liberamente nell'aria al disopra dei binari;
- b) inferiori, cioè passanti nelle luci dei viadotti, ponti e sottopassaggi della ferrovia;
- c) sotterranei, cioè passanti entro terra, fra i piedritti dei manufatti della ferrovia o in canali o tubi costruiti o disposti appositamente sotto e attraverso la ferrovia.

Attraversamenti superiori

ART. 2.

Conduttori, isolatori.

Ciascun conduttore nella tesata sovrappassante la ferrovia dovrà constare di una fune o di un filo di rame o di bronzo o di acciaio, di sezione retta non inferiore a millimetri quadrati trentacinque per tesate non oltrepassanti la lunghezza di metri settanta. Per tesate maggiori la sezione retta minima per ogni conduttore sarà aumentata proporzionalmente alla tesata.

In via eccezionale, previo consenso insindacabile dell'Amministrazione ferroviaria, i conduttori potranno essere costituiti anche di altri materiali, però con sezione minime tali che ciascuno non possa rompersi sotto uno sforzo di trazione inferiore a millecinquacenti chilogrammi per tesate non oltrepassanti la lunghezza di metri settanta. Per tesate maggiori la resistenza minima del conduttore alla rottura sarà aumentata proporzionalmente alla tesata.

La sezione dei conduttori di attraversamento dovrà essere tale che il lavoro del materiale non oltrepassi un sesto del carico di rottura nella ipotesi seguente: temperatura di 20 centigradi sotto zero, un manicotto di ghiaccio dello spessore di dodici millimetri e vento orizzontale con pressione di chilogrammi diciotto per metro quadrato di sezione meridiana del suddetto manicotto.

Per località di pianura dell'Italia centrale e meridionale e anche per altre località di clima notoriamente mite, potrà, a giudizio insindacabile dell'Amministrazione ferroviaria, concedersi che la verifica di sollecitazione di cui al precedente comma sia fatta con la seguente ipotesi: temperatura di cinque centigradi sotto zero e vento orizzontale con la pressione prescritta al successivo Art. 7 e cioè di chilogrammi novanta per metro quadrato di sezione meridiana del conduttore.

Per le suddette verifiche di sollecitazione, in mancanza di apposite prove preliminari sui materiali di cui verrebbero costituiti i conduttori da porsi in opera, si riterrà che il rame si rompa al carico di chilogrammi trenta per millimetro quadrato, il bronzo a quello di chilogrammi quaranta e l'acciaio a quello di chilogrammi sessanta.

Per località in cui possa presumersi l'esistenza di esalazioni corrodenti e segnatamente in prossimità del mare, l'Amministrazione ferroviaria si riserva di prescrivere per i conduttori d'attraversamento l'adozione di sezioni minime superiori a quelle prescritte nel primo e secondo comma del presente articolo.

L'intensità di corrente non deve superare nel rame 2 ampère per millimetro quadrato e nel bronzo 1,5 ampère per millimetro quadrato.

L'isolamento dei conduttori deve essere tale che ciascun elemento, se si tratta di isolatori a perno, oppure ciascuna catena, se si tratta di isolatori a sospensione, sopporti alle prove una differenza di potenziale eguale a quella di esercizio moltiplicata per i coefficienti di sicurezza indicati nella tabella seguente:

| Tensione di esercizio | Coefficiente di sicurezza per prova | |
|-----------------------|-------------------------------------|---------------|
| | a secco | sotto pioggia |
| fino a 1500 volt | 12,00 | 8,00 |
| 3000 » | 9,16 | 6,16 |
| 6000 » | 7,08 | 4,75 |
| 10000 » | 5,95 | 3,90 |
| 15000 » | 4,86 | 3,33 |
| 20000 » | 4,50 | 3,00 |
| 30000 » | 3,93 | 2,63 |
| 45000 » | 3,33 | 2,22 |
| 60000 » | 3,00 | 2,00 |
| ed oltre | | |

Ogni conduttore dovrà essere ammassato ai pilastri di attraversamento con due isolatori (disposizione a losanga) nel caso di isolatori rigidi a perno, oppure con due catene di isolatori (una per ciascuna campata contigua ai pilastri di attraversamento) qualora vengano impiegati isolatori a sospensione.

La losanga si otterrà coll'aggiunta di un conduttore ausiliario ammassato anch'esso al rispettivo isolatore e raccordato al conduttore principale con adeguati morsetti posti da una parte e dall'altra dei pilastri e ad una distanza da questi non inferiore a m. 1,50.

Ciascun isolatore a sospensione non dovrà essere sollecitato ad uno sforzo superiore ad un sesto del carico di rottura.

I conduttori impiegati nella campata di attraversamento non dovranno avere giunzioni in tutta la loro lunghezza.

ART. 3.

Costituzione dei pilastri, loro distanze e disposizione.

I due pilastri di sostegno della campata di attraversamento debbono, di norma, essere in ferro. Quando siano costituiti da montanti collegati da reticolati, tutti i ferri debbono essere rigidi (sagomati).

Potrà, in via eccezionale e previo consenso insindacabile dell'Amministrazione ferroviaria, essere ammessa l'adozione di pali in cemento armato, semplici o multipli.

Per condutture su palificazioni in legno, a potenziale non superiore a cinquecento volt, da impiantarsi attraverso linee in cui non esista nè si preveda prossima l'applicazione dell'esercizio a trazione elettrica, e per tesate di lunghezza non superiore a metri quaranta, potrà anche tollerarsi l'adozione di pali in legno per i pilastri di attraversamento.

Detti pilastri debbono, di regola, essere impiantati fuori della proprietà ferroviaria.

Inoltre ciascuno dei due pilastri, detta h , in metri, la sua altezza fuori terra, deve trovarsi ad una distanza orizzontale, netta, espressa in metri, dalla più vicina rotaia, non inferiore ad $h + 2$, se la ferrovia è in piano od in rilevato; oppure, se è in trincea, ad una distanza orizzontale, netta, dall'attiguo ciglio della trincea stessa, non inferiore ad h ; ferma sempre restando la disposizione di legge che, se la linea è in rilevato, fra il pilastro ed il piede della scarpata del rilevato interceda una distanza, pure orizzontale, netta, non inferiore a metri 2.

La tesata attraversante la ferrovia dovrà essere normale a questa. In via eccezionale, quando per specialissime circostanze locali l'eseguire la tesata normale dovesse costituire grave difficoltà ed importare spesa eccessiva, potrà, previo consenso insindacabile dell'Amministrazione ferroviaria, essere ammessa una posa con angolo inferiore a 90° ma non mai minore di 45°, in analogia a quanto dispone la circolare del Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, 12 settembre 1909, n. 29.

La conduttura elettrica, negli eventuali suoi decorsi paralleli alla ferrovia, dovrà essere impiantata a distanza non inferiore a m. 20 dalla più vicina rotaia.

Alle suddette prescrizioni, relative alle distanze minime dei pilastri dalla più vicina rotaia o dal ciglio della trincea, potrà, previo consenso insindacabile dell'Amministrazione ferroviaria, derogarsi entro i limiti stabiliti dall'Art. 235 della Legge sui Lavori Pubblici, n. 2248, in data 20 marzo 1865, qualora speciali circostanze di fatto rendessero soverchiamente difficile ed onerosa l'osservanza delle prescrizioni medesime. Tali deroghe saranno subordinate alle seguenti condizioni:

- i pilastri dovranno essere in ferro;
- il limite r delle sollecitazioni unitarie nelle membrature di ferro, di cui il successivo Art. 9, sarà ridotto da 12 a 10 kg per mmq;
- il rapporto M_s ; M_r fra il momento di stabilità e quello di rovesciamento per il calcolo dei blocchi di fondazione dei pilastri, di cui il successivo Art. 11, sarà aumentato da 1,4 a 2.

ART. 4.

Comunicazione dei pilastri con la terra. Corona di ponte.

Ciascuno dei due pilastri deve essere messo in buona comunicazione con la terra mediante un nastro di rame stagnato della sezione di circa 100 mmq saldato alla parte metallica del pilastro alla profondità di circa 10 cm dalla superficie superiore del blocco di fondazione, e collegato con opportuno disperditore sepolto a non meno di m. 1,50 di profondità, nel punto più basso ed umido del terreno adiacente.

I pilastri debbono essere muniti di una corona di ponte, poste a conveniente altezza dal suolo, atte ad impedire che vi si acceda altrimenti che con scale mobili o mezzi analoghi.

ART. 5.

Altezza minima delle tesate. Distanza minima fra esse ed i fili telegrafici o telefonici sottopassanti.

L'altezza minima del conduttore più basso sopra il piano del binario dovrà essere non minore di m. 12, altezza da computarsi in base alla freccia massima della catenaria secondo cui si dispone il conduttore tenendo conto:

- di uno scarto di 60° centigradi dalla temperatura minima di 20 o di 5 centigradi sotto zero da considerarsi per il calcolo della tensione massima nei conduttori (Vedi Art. 2);
- di un vento agente con la pressione indicata nel successivo Art. 7 e cioè di kg 90 per metro quadrato di sezione meridiana del conduttore.

Potrà in via eccezionale essere concesso di ridurre la detta altezza minima a m. 8 nell'attraversamento di una ferrovia alla quale non si prevedesse prossima l'applicazione della trazione elettrica, con la espressa riserva che il concessionario si obblighi a modificare l'attraversamento portandone a m. 12 l'altezza minima sul piano del binario quando venga stabilito di applicare la trazione elettrica sulla ferrovia medesima.

Inoltre la distanza minima fra uno qualunque dei conduttori e i fili telegrafici o telefonici sottopassanti non dovrà essere minore della distanza esistente fra il conduttore stesso e la parte metallica del suo sostegno ad esso conduttore più vicina, ed in ogni caso non mai minore di metri 2.

Per le linee esercitate o da esercitarsi a trazione elettrica, l'Amministrazione ferroviaria, a suo insindacabile giudizio, potrà prescrivere che l'altezza di metri 12 di cui sopra sia aumentata e portata a 14 metri ed in casi specialissimi ad altezze maggiori.

ART. 6.

Calcoli di stabilità dei pilastri.

I due pilastri di sostegno della campata di attraversamento dovranno essere calcolati come di completo ancoraggio, tenendo conto del loro peso proprio, dell'azione del vento su di essi e delle azioni che loro trasmettono i conduttori supposti sollecitati dal loro peso e dalle azioni esterne indicate nell'Art. 2.

Tale calcolo dovrà essere fatto tanto nell'ipotesi che i conduttori siano intatti come nell'ipotesi che tutti i conduttori della campata d'attraversamento o tutti quelli di una campata adiacente siano rotti.

Nel calcolo medesimo si assumerà come tensione massima complessiva di tutti i conduttori di una campata, dovuta a tutte le forze agenti sui conduttori, quella di $T = s = \Omega$, se si tratta della campata di attraversamento, e quella di $T = 10 \times \omega$, se si tratta delle campate adiacenti, dove s ed Ω sono rispettivamente la sollecitazione unitaria massima ammessa nei conduttori d'attraversamento e la sezione complessiva di questi, ed ω è la sezione complessiva dei conduttori nelle campate adiacenti, essendo T ed s espressi in chilogrammi, Ω ed ω espressi in millimetri quadrati.

ART. 7.

Pressione del vento.

Salvo per il calcolo considerato nel terzo comma dell'Art. 2, la pressione del vento si assume uguale a 150 kg per ogni mq di superficie piana normalmente colpita.

Si ritiene inoltre che passando il vento attraverso la prima parete reticolata del pilastro, la pressione per unità superficiale da esso esercitata su qualunque ostacolo si trovi dietro la parete medesima, sia quella prodotta su tale parete, moltiplicata per un coefficiente di riduzione eguale al rapporto fra la superficie dei vuoti della prima parete e quella totale limitata dal contorno della stessa.

La pressione del vento sui fili, sulle funi ed in genere sui corpi

di forma esattamente o approssimativamente cilindrica si ritiene uguale a sei decimi di quella che si verificherebbe sulla loro proiezione sopra un piano normale alla direzione del vento.

ART. 8.

Qualità e condizioni di resistenza del materiale di cui debbono essere costituiti i pilastri di ferro.

I materiali di ferro colato debbono avere i requisiti seguenti.

Le barrette di saggio, tolte dai ferri nel senso della laminazione, debbono presentare una resistenza alla rottura per semplice trazione non inferiore a kg 38, nè superiore a kg. 46, per ogni mmq dell'area iniziale S della sezione trasversale.

Il relativo coefficiente di qualità (prodotto del carico di rottura, espresso in kg per mmq, per l'allungamento percentuale misurato sopra una lunghezza utile $L = 11,3$ Vs) non deve risultare inferiore a 920.

Gli stessi limiti per la resistenza alla rottura debbono essere richiesti anche nel caso di barrette di prova ricavate dalle lamiere nel senso normale alla laminazione; ma in tal caso basta che il coefficiente di qualità non riesca inferiore a 780.

Inoltre debbono dare soddisfacenti risultati le consuete prove di punzonatura, di piegamento e di appiattimento a freddo e a caldo e di tempera.

Per il ferro colato da usarsi per chiodi e bulloni, le barrette di saggio debbono offrire una resistenza alla rottura per semplice trazione non inferiore a kg 36 nè superiore a kg 40 per ogni mmq dell'area iniziale S della sezione trasversale. Il relativo coefficiente di qualità (notando che per i ferri tondi si ha, $L = 11,3$ Vs = 10 d , ove d indica il diametro) non deve essere inferiore a 1100.

Inoltre debbono dare soddisfacenti risultati le consuete prove di piegamento e di appiattimento a freddo e a caldo e quelle di tempera.

ART. 9.

Limiti di lavoro nelle membrature dei pilastri di ferro colato. Grossezze minime dei ferri.

Il limite r delle sollecitazioni unitarie interne longitudinali nelle membrature di ferro colato si assume eguale a 12 kg per mmq, considerando le sezioni trasversali nette dall'area corrispondente ai fori per i chiodi. Il limite t delle sollecitazioni unitarie agli scorrimenti trasversali o longitudinali nelle dette membrature si assume eguale a $7/10$ di r .

Per la verifica delle condizioni di resistenza delle membrature compresse con pericolo di inflessione laterale (carico di punta) si procede come appresso.

Chiamando l la lunghezza della membratura o di un tratto della medesima (considerato come articolato a cerniera agli estremi), m il minimo raggio di girazione della sezione retta completa della membratura, s la sollecitazione unitaria massima effettiva alla compressione semplice (riferita all'area netta della sezione trasversale) ed r_c il limite di lavoro corrispondente tenendo conto del pericolo dell'inflessione laterale si deve avere

$$s < r_c$$

assumendo per r_c i seguenti valori:

se $\frac{l}{m}$ è inferiore od uguale a 30

$$r_c = r = \text{kg } 12 \text{ per mmq}$$

se $\frac{l}{m}$ è superiore a 30 ed inferiore a 105

$$r_c = (1,207 - 0,0069 \frac{l}{m}) r$$

se $\frac{l}{m}$ è superiore a 105

$$r_c = \frac{5300}{\left(\frac{l}{m}\right)^2} r$$

Per i pilastri, nella verifica delle condizioni di resistenza al carico di punta dei montanti, si assume per l la massima lunghezza (determinata dal tracciato geometrico) del tratto compreso fra due nodi consecutivi del reticolato di una stessa faccia, nella parte a maglie più grandi del tronco di pilastro che si considera. Quando i nodi dei reticolati di due facce adiacenti siano alternati sopra uno stesso montante, si assumerà (ferma restando per l la lunghezza libera sopra-indicata) per raggio di girazione m , anziché il minimo, quello relativo all'asse baricentrico della sezione, normale alla faccia che si considera.

Le massime sollecitazioni nelle chiodature, riferite al mmq di sezione trasversale del gambo del chiodo, non debbono eccedere il limite t precedentemente indicato.

Qualunque poi sia il risultato dei calcoli, non si debbono adoperare ferri sagomati o piatti, o lamiere di grossezza inferiore a mm 5.

ART. 10.

Prescrizioni per i pali di cemento armato.

Come è detto nell'Art. 3, per questi pali non potrà, in nessun caso e per qualsiasi ragione, essere ammessa alcuna deroga alle prescrizioni contenute nello stesso Art. 3 per le distanze dalla più vicina rotaia o dal ciglio della trincea.

Per il calcolo di stabilità di questi pali dovranno essere adottate le sollecitazioni prescritte negli Art. 6 e 7.

Per i pali di cemento armato il procedimento di costruzione, la maestranza specializzata ed i materiali da impiegarsi per la costruzione dovranno essere tali da dare completo affidamento di ottima riuscita.

Dal calcolo statico da allegarsi alla domanda di concessione dovrà risultare che per i materiali costituenti (calcestruzzo e ferro od acciaio) non si prevedono sollecitazioni superiori ad un quinto dei rispettivi limiti di resistenza alla rottura.

I pali che dopo il montaggio mostrassero fessure anche minime, tracce di ruggine provenienti dall'interno o accenni di sgretolamenti causati dalle sollecitazioni o dal gelo, dovranno, a giudizio insindacabile dell'Amministrazione ferroviaria, essere senz'altro sostituiti.

ART. 11.

Fondazione dei pilastri.

Ciascuno dei due pilastri sopportanti la tesata d'attraversamento deve essere, di regola, fondato e fissato in un masso di calcestruzzo o di muratura con la base quadrata o rettangolare.

La parte fuori terra di ciascun masso deve presentare superficie ben liscie e disposte in modo che l'acqua di pioggia non possa stagnarvi.

Le dimensioni del masso di fondazione di ciascun pilastro debbono essere tali che, rispetto ad ogni spigolo della base del masso stesso, il rapporto fra il momento di stabilità M_s e quello di rovesciamento M_r , prodotto dall'insieme più sfavorevole delle azioni applicate al pilastro secondo le ipotesi contenute nell'Art. 6, non riesca mai inferiore ad 1,4 non tenendo alcun conto della resistenza offerta dal terreno laterale.

L'altezza e la struttura del masso devono essere tali da garantire la sua perfetta solidità, ed il pilastro deve essere legato con la muratura da membrature metalliche le quali assicurino in ogni caso la perfetta solidarietà del pilastro col masso.

Quando ciascuno dei due pilastri constasse di due o più pilastri minori fra loro collegati con traverse e croci di S. Andrea costituite da ferri sagomati, così da formare un sistema unico, i singoli pilastri di ciascuna stilata debbono essere fondati in altrettanti massi oppure in uno solo, di dimensioni tali che il rapporto $\frac{M_s}{M_r}$ non riesca mai

inferiore ad 1,4 rispetto all'asse attorno a cui è più probabile avvenga il rovesciamento del sistema, sempre trascurando completamente la resistenza offerta dal terreno laterale.

La pressione massima esercitata dai massi di fondazione sul terreno sottostante non deve superare il limite ammissibile con tutta sicurezza pel terreno stesso.

ART. 12.

Prescrizioni per attraversamenti con condutture telefoniche o telegrafiche.

Anche gli attraversamenti telefonici o telegrafici aerei, quando interessino le linee ferroviarie elettrificate o quelle dove si prevede prossima l'applicazione della trazione elettrica, dovranno soddisfare alle precedenti prescrizioni e dovranno cioè considerarsi come veri e propri attraversamenti elettrici.

Peraltro, quando l'attraversamento sia costituito unicamente di conduttori telefonici o telegrafici e il numero di questi sia rilevante, potranno, a giudizio insindacabile dell'Amministrazione ferroviaria, ferme restando tutte le altre prescrizioni, essere ammesse le deroghe seguenti.

All'Art. 2, comma primo, potranno per i conduttori essere tolte sezioni rette inferiori a mmq 35, purchè non inferiori a mmq 20.

All'Art. 2, comma terzo, per l'ipotesi di carico più sfavorevole specificata, potrà ammettersi che il lavoro del materiale di cui sono costituiti i conduttori oltrepassi il sesto del relativo carico di rottura, rimanendo però sempre inferiore ad un terzo del carico stesso.

All'Art. 5, comma prima, l'altezza minima del filo più basso sopra il piano del binario potrà essere ridotta a m 8, qualora non vi faccia ostacolo la presenza di linee di alimentazione e primarie.

All'Art. 6, comma secondo, per il calcolo dei sostegni potrà ammettersi che i conduttori da considerarsi rotti, in una delle due campate adiacenti al sostegno in esame, siano tutti, se il loro numero non supera sei; siano sei se il loro numero è compreso fra sei e trenta e siano un quinto del numero totale se questo è maggiore di trenta.

All'Art. 7, comma prima, potrà ammettersi una pressione di vento pari a 120 kg per ogni mq di superficie piana normalmente colpita.

Attraversamenti inferiori

ART. 13.

Le condutture aeree a fili nudi debbono terminare, ad altezza non minore di metri 6 sul terreno, a due pilastri capilinea situati uno da una parte e l'altro dall'altra della ferrovia, ed essere fra loro collegate mediante conduttori isolati, disposti sotto la ferrovia, non sopportanti veruna parte della tensione meccanica delle condutture a fili nudi.

Ciascuno dei detti conduttori di collegamento deve avere per tutta la sua lunghezza un isolamento tale da potere sicuramente e continuamente sostenere una differenza di potenziale doppia di quella di esercizio fino a che questa non superi i 20.000 volt efficaci, ed

eguale, in caso diverso, a quella d'esercizio aumentata di 20 000 volt efficaci.

Ciascun conduttore o l'insieme dei conduttori deve essere completamente circondato da un involucro metallico di sufficiente grossezza, messo in buona comunicazione con la terra e disposto in guisa che dall'esterno non si possa in alcun modo toccare la conduttura.

L'involucro o gli involucri metallici debbono essere solidamente fissati con grappe o ganci di ferro, nei manufatti in muratura, ai piedritti ed ai volti, ed in quella travata metallica soltanto ai piedritti ed in modo che non riesca mai minore di metri 0,50 la distanza fra i detti involucri di protezione ed il piano inferiore della travata.

Si può anche permettere che i conduttori sottopassanti la ferrovia, isolati come sopra, siano sostenuti da isolatori fissati alle murature, purché l'insieme dei conduttori, coi relativi isolatori, sia circondato da un involucro metallico di sufficiente grossezza, pure fissato alle murature e messo in buona comunicazione con la terra, e nel caso dei manufatti a travata metallica interceda la detta distanza minima di metri 0,50 fra l'involucro stesso ed il piano inferiore della travata.

L'involucro o gli involucri metallici di protezione debbono essere estesi lungo tutto il tratto intercedente fra i due pilastri capilinea che debbono, sempre che sia possibile, essere impiantati fuori della sede ferroviaria.

Si potrà derogare alle precedenti prescrizioni, ammettendo attraversamenti inferiori con fili nudi e senza involucro metallico di protezione, sotto ponti in muratura o travate metalliche, quando i supporti non insistano su terreno o manufatti di proprietà dell'Amministrazione ferroviaria e la minima distanza del più basso conduttore dal suolo non sia inferiore a metri sei e la minima distanza dei conduttori dal manufatto non sia inferiore a metri due per opere murarie e a metri tre per travate metalliche.

L'intensità di corrente deve essere tale da non superare i valori indicati nella seguente tabella:

| Sezione di ciascun conduttore | Intensità unitaria massima ammissibile |
|-------------------------------|--|
| Fino a 100 mmq | 3 ampere |
| da 101 a 200 » | 2 » |
| » 201 a 300 » | 1,5 » |
| oltre 300 » | 1 » |

Ciascuno dei pilastri deve essere atto a resistere, oltreché all'azione del vento, all'intera tensione meccanica massima T (vedasi l'Articolo 6) che può verificarsi nella prima tesata di linea da esso sostenuta.

Anche per questi pilastri valgono le prescrizioni degli Art. 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10 e 11.

In via eccezionale, ciascuno dei due pilastri capilinea potrà, quando sia impiantato fuori del terreno di proprietà dell'Amministrazione ferroviaria, essere anche costituito da uno o più pali di legno, dei quali converrà in generale disporre uno o più a guisa di puntelli dalla parte della prima tesata di linea sostenuta dal pilastro stesso.

Per attraversamenti inferiori a fili nudi costituenti linee di contatto per trazione elettrica saranno fissate di volta in volta speciali prescrizioni.

Attraversamenti sotterranei

ART. 14.

Valgono le stesse norme indicate nell'Art. 13 per quanto si riferisce all'isolamento delle condutture ed ai pilastri capilinea.

Quando i cavi passino entro canali o tubi costruiti o disposti appositamente sotto e attraverso la ferrovia, detti canali o tubi debbono essere situati a profondità non minore di metri 1,50, misurata fra il piano del ferro ed il piano tangente alla superficie superiore dei medesimi; debbono essere solidi come richiede la sicurezza dell'esercizio della ferrovia ed essere prolungati fino al di fuori della sede ferroviaria ed ai pilastri capilinea, quando questi si trovino nelle adiacenze della sede stessa.

Ove si presentino speciali circostanze, quale dubbia consistenza del terreno od altre, l'Amministrazione ferroviaria potrà, a suo insindacabile giudizio, prescrivere che la suddetta profondità di posa dei canali o tubi sia aumentata a metri 2 ed oltre.

I canali e i tubi, se praticabili, debbono avere gli accessi difesi da chiusure munite di serratura a chiave.

Quando invece i cavi siano interrati in una strada od in un fosso sottopassanti la ferrovia, debbono essere collocati a non meno di metri 1 sotto la strada o il letto del fosso ed opportunamente protetti contro eventuali azioni meccaniche.

Incroci fra linee elettriche

ART. 15.

Gli incroci di condutture elettriche aeree, superiormente a linee elettriche di proprietà dell'Amministrazione ferroviaria ma situate fuori della sede ferroviaria, dovranno soddisfare alle seguenti condizioni.

Per la costituzione e il calcolo dei conduttori saranno osservate le prescrizioni dell'Art. 2.

La distanza del conduttore più basso della linea sovrappassante dal conduttore più alto della linea sottoposta non dovrà essere inferiore a una volta e mezzo la distanza esistente fra due conduttori della linea a più alta tensione.

A parziale deroga di quanto è prescritto negli Art. 6 e 11, per

il calcolo dei pilastri di sostegno della tesata di incrocio e dei relativi blocchi di fondazione, dovrà supporre che il numero dei conduttori da considerarsi rotti in una delle tesate adiacenti al pilastro in esame sia di almeno un terzo del totale dei conduttori.

Anche per questi pilastri valgono le prescrizioni degli Art. 4, 6, 7, 8, 9, 10 e 11, in quanto non vi sia derogato dalle precedenti particolari prescrizioni.

Quando invece una linea elettrica ferroviaria ad alta tensione viene incrociata inferiormente da una linea elettrica a bassa tensione quest'ultima dovrà essere protetta da una rete metallica messa in buona comunicazione con la terra.

Disposizioni generali

ART. 16.

Sorveglianza dei lavori. Verifiche e prove dei materiali.

La competente Sezione Lavori delle Ferrovie dello Stato provvederà a far sorvegliare l'esecuzione dei lavori relativi agli attraversamenti delle ferrovie con condutture elettriche, ed a far effettuare sui materiali da adoperarsi in tali lavori tutte le constatazioni, verifiche e prove di resistenza che stimerà opportuno al fine di accertare la buona qualità dei materiali stessi.

ART. 17.

Domanda da presentarsi per ottenere la concessione degli attraversamenti.

Chi vuol far passare condutture elettriche attraverso la ferrovia o linee elettriche di proprietà dell'Amministrazione ferroviaria deve presentare alla competente Sezione Lavori delle Ferrovie dello Stato la relativa domanda in carta bollata, corredata:

a) di una copia autentica del Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici autorizzante l'impianto delle dette condutture o, quanto meno, una copia autentica dell'autorizzazione all'inizio dei lavori rilasciata dal Genio Civile ai sensi del penultimo comma del Decreto Luogotenenziale 22 febbraio 1917, n. 386;

b) di quattro copie della relazione descrittiva dell'impianto e dei disegni degli attraversamenti domandati.

Tali documenti debbono contenere tutte le indicazioni prescritte nei commi a) e b) dell'Art. 7 del Regolamento 25 ottobre 1895 per l'esecuzione della Legge 7 giugno 1894 sopracitata.

La predetta Sezione concorderà col richiedente le modalità degli attraversamenti e provvederà alla stipulazione di apposita convenzione.

Per la concessione di attraversamenti esclusivamente telefonici o telegrafici, quando i medesimi interessino linee ferroviarie non elettrificate e per le quali non si preveda prossima l'applicazione della trazione elettrica, quando gli attraversamenti stessi siano progettati senza appoggio o sostegno di sorta sulla proprietà ferroviaria e quando i relativi pali siano previsti alle distanze prescritte nell'Art. 3, comma quinto, potrà omettersi la stipulazione della convenzione e la concessione sarà regolarizzata mediante scambio di lettere fra il Concessionario e la Sezione Lavori competente; nelle quali lettere verranno stabilite le modalità tecniche dell'impianto e sarà previsto l'obbligo del Concessionario di modificare l'impianto stesso, senza alcuna eccezione e a proprie spese, quando ciò si rendesse necessario in relazione a qualsiasi futura esigenza dell'esercizio ferroviario.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

Annali dei lavori pubblici.

Il Comitato dei Presidenti del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici in conformità di quanto è stato disposto dal Consiglio dei Ministri, ha provveduto a raccogliere in un unico periodico tutte le pubblicazioni, alle quali provvedeva il Ministero dei Lavori Pubblici, quali il Giornale del Genio Civile e gli Annali del cessato Consiglio Superiore delle Acque.

Il giornale del Genio Civile contava sessantun anno di vita e fu fondato dall'illustre Generale Menebra quando fu Ministro dei LL. PP.; il nuovo periodico, che ne è una continuazione, in omaggio a questa vecchia tradizione, porta quindi come indicazione degli anni di vita il numero LXII.

Il Comitato dei Presidenti ha poi affidato ad una Commissione di insigni professori e di valorosi funzionari e professionisti l'alta sorveglianza degli annali ed ha nominato un Comitato ufficiale permanente di Redazione con l'incarico di provvedere alla continuità della pubblicazione ed all'esame di ciò che deve essere pubblicato.

Secondo quanto dichiara il Comitato di redazione in una nota introduttiva, la prima parte del periodico sarà riservata alla pubblicazione di memorie tecniche e scientifiche; e di ciò va data ampia lode a quel Comitato, giacché tale proposito è l'indice di un'austero e nobile pensiero, fortunatamente contrastante con l'indirizzo che tende ad affermarsi in questi ultimi tempi in certi periodi tecnici, ridotti sempre più a piacevoli letture per dilettanti.

La seconda parte del periodico sarà riservata alla pubblicazione saltuaria di Relazioni tecniche degli Uffici del Genio Civile su progetti, lavori e programmi di lavori, piani tecnici di concessioni di grandi opere, memorie, notizie di giurisprudenza, confronti fra le

disposizioni legislative riguardanti lavori e concessioni in Italia ed all'estero, statistiche e studi analitici di confronto sui prezzi delle forniture e dei lavori e sulle cause di variazione dei mercati col variare del tempo e delle regioni, recensioni ed altro.

Per l'espletamento di questo programma il Comitato fa appello alla cooperazione degli uffici del Genio Civile e di professori, ingegneri, funzionari e professionisti in genere.

La pubblicazione escirà in fascicoli ogni mese e costerà L. 75 in Italia e L. 80 all'estero.

Il fascicolo di gennaio, uscito in questi giorni, è in formato 27×19 centimetri e comprende 100 pagine di testo (numero medio di parole per pagina 450) con figure intercalate e con tre tavole fuori testo.

La redazione ha sede presso la presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e, come abbiamo visto, è divisa in Commissione di vigilanza e Comitato di Redazione. Di quest'ultimo fanno parte A. Giannelli, F. Eredia, V. Maggiorotti, G. De Marchi, G. Fornari, V. Fornari (Segretario).

E. Sa.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Comitato Nazionale Italiano della Illuminazione e del Riscaldamento.

Conformemente alla notizia da noi datane nel numero del 25 febbraio c. a., il 2 marzo u. s. ebbe luogo l'Assemblea costitutiva del nuovo «Comitato Nazionale Italiano della Illuminazione e del Riscaldamento» (che è una trasformazione dell'antico «Comitato Nazionale Italiano della illuminazione»), del quale pubblicammo già lo Statuto provvisorio ⁽¹⁾.

Al 2 marzo avevano ufficialmente aderito al Comitato il Ministero per la Economia Nazionale, il Ministero della Marina, l'A. E. I., l'A. E. I. E., l'A. I. G. A., la S. A. R. di Roma, la «Società Generale El. della Sicilia», la Compagnia Gen. di Elettricità, la Società Edison Lampade Elettriche «Z», ma varie altre adesioni erano in corso: oggi che scriviamo, difatti ne sono già giunte altre due assai importanti, quella della A. N. I. E. L. e quello dell'Azienda Elettrica Municipale di Roma.

Sotto la presidenza provvisoria dell'Ing. G. Semenza, già Segretario dell'antico C. N. I. I., i presenti discussero anzitutto la bozza di Statuto già nota ai nostri lettori, apportandovi alcune varianti non essenziali; riproduciamo poco oltre il testo dello Statuto definitivo. Nei riguardi delle cariche del nuovo Comitato (un Presidente, due Vice-Presidenti ed un Segretario-Cassiere) si convenne, di comune accordo, di limitare per ora le elezioni al Presidente e ad un Vice-Presidente, per aver modo di completare l'ufficio di Presidenza quando saranno giunte le altre adesioni al Comitato; e vennero eletti, alla unanimità:

Presidente: Prof. Ugo Bordoni;

Vice-Presidente: Ing. Guido Semenza.

Ebbe luogo in seguito uno scambio di idee nei riguardi del programma di lavoro del Comitato. Il Presidente, prof. Bordoni, accennò sommariamente alle varie direzioni nelle quali potrebbe utilmente agire il Comitato, sia per rappresentare il Paese nella «Commission International de l'Eclairage», la quale terrà la sua riunione triennale quest'anno a Ginevra, in luglio, sia per creare fra i tecnici un interessamento più vivo e più vasto alle tante questioni della illuminazione e del riscaldamento, sia per contribuire alla soluzione di queste questioni che interessano egualmente costruttori e compratori di apparecchi, venditori ed utenti di energia elettrica e di gas.

Segui una importante discussione, alla quale parteciparono l'Ing. Semenza, il Prof. Sartori, l'Ing. Clerici e l'Ing. Ciampi, e nella quale venne anche accennato alla eventualità che la prossima Riunione Annuale dell'A. E. I. abbia come tema fondamentale la illuminazione; e si rimase d'intesa che la Presidenza, una volta note le decisioni definitive dell'A. E. I., avrebbe procurato di concretare la partecipazione del C. N. I. I. R. alla Riunione ed avviare così le prime affermazioni del Comitato in Italia ed a Ginevra.

Statuto del Comitato Nazionale Italiano della Illuminazione e del Riscaldamento.

1. — È costituito un «Comitato Nazionale Italiano della Illuminazione e del Riscaldamento».

2. — Scopo del Comitato è lo studio di tutte le questioni scientifiche e pratiche che riguardano l'industria dell'illuminazione e quella del riscaldamento, sotto tutte le loro forme.

3. — Il Comitato funge da «Comitato Nazionale dell'Illuminazione» per rapporto alla «Commissione Internazionale della Illuminazione», e perciò nelle questioni di interesse internazionale è tenuto a conformarsi allo Statuto ed alle decisioni di detta Commissione.

4. — Il Comitato è formato da delegati nominati:

- a) da Ministeri;
- b) da altre Amministrazioni Statali;
- c) dall'Associazione Elettrotecnica Italiana;
- d) dall'Associazione Italiana delle Industrie Gas e Acqua;
- e) dalle Associazioni fra Esercenti Imprese Elettriche;
- f) da Società o Enti pubblici e privati.

5. — Le Associazioni e gli Enti di cui all'art. 4 sono rappresentati in seno al Comitato come segue:

- a) da un delegato per ciascun Ministero od Amministrazione statale partecipante;
- b) da un delegato di ciascuna delle Società ed Enti pubblici e privati che individualmente concorrono alle spese del Comitato per una quota annua non inferiore a L. 500;
- c) da un numero di delegati uguale per ciascuna delle Associazioni partecipanti, e complessivamente non inferiore alla somma dei delegati delle altre due categorie.

Il numero di questi delegati sarà fissato nella prima riunione di ciascun anno.

Il contributo annuo di ciascuna delle Associazioni non sarà inferiore a L. 2000.

Il Comitato eleggerà nel proprio seno un Presidente, due Vice Presidenti e un Segretario-Cassiere. Essi dureranno in carica tre anni e saranno rieleggibili.

6. — Tutti i membri del Comitato durano in carica tre anni: allo spirare del triennio gli Enti rappresentanti saranno invitati a rinnovare le loro delegazioni e la mancata designazione sarà considerata come rinnovamento dell'incarico per il successivo triennio.

7. — Il Comitato può costituire nel proprio seno Sotto-Commissioni speciali per lo studio delle questioni che riterrà opportune e di quelle altre proposte dalla Commissione Internazionale.

All'uopo i Sottocomitati speciali possono anche aggregarsi, in qualità di Membri straordinari, persone estranee che abbiano in materia una particolare competenza.

8. — Perchè le deliberazioni del Comitato siano valide è necessario l'intervento alla seduta di almeno un terzo dei delegati, diversamente le proposte in essa formulate dovranno essere sottoposte a votazione per referendum. Ogni deliberazione del Comitato sarà presa a maggioranza di voti.

9. — Il Comitato compila entro sei mesi dalla fine di ciascun esercizio, che chiude al 31 dicembre, un rapporto sui propri lavori e su quelli della Commissione Internazionale per l'Illuminazione. Tale rapporto sarà pubblicato nei giornali ufficiali delle Associazioni partecipanti.

10. — Gli Enti e le Società che non intendono di continuare il loro contributo al mantenimento del Comitato ne devono dare comunicazione alla presidenza con lettera raccomandata almeno un anno prima, affinché delle contribuzioni mancanti si possa tener conto nella compilazione del Bilancio.

11. — Tutti i facenti parte del Comitato prestano opera gratuita. Ai delegati incaricati di volta in volta dal Comitato ad intervenire alle riunioni plenarie o parziali della Commissione Internazionale dell'Illuminazione all'estero, vengono rimborsate le spese di viaggio in prima classe dalla loro residenza, e corrisposta una diaria da stabilirsi di volta in volta dal Comitato.

12. — Al Presidente ed ai Vice-Presidenti del Comitato, ai Presidenti dei Sottocomitati ed al Segretario vengono pure rimborsate le spese di trasporto effettivamente sostenute per le riunioni del Comitato e rispettivamente dei Sottocomitati, alle quali essi sieno obbligati ad intervenire.

13. — Il presente Statuto potrà essere modificato nelle riunioni o per referendum fra i Delegati, ma occorrerà per la validità delle deliberazioni il voto favorevole di almeno due terzi dei componenti del Comitato.

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI ROMA

Premio «Moisè Ascoli».

Fu data notizia a suo tempo ⁽¹⁾ della iniziativa, presa dalla Sezione di Roma, di onorare la memoria di Moisè Ascoli con la istituzione di un Premio annuo a favore del migliore degli allievi della Sezione Elettrotecnica di quella R. Scuola d'Ingegneria, di Roma, nella quale l'illustre Estinto ebbe ad insegnare per oltre quaranta anni; e fu anche pubblicato ⁽²⁾ il testo dello Statuto della Fondazione.

Le sottoscrizioni hanno raggiunto all'incirca le quarantamila lire, come appare dal primo elenco che più oltre si riproduce; e nelle scorse settimane il Premio «Moisè Ascoli», (L. 1800) è stato assegnato per la prima volta, come risulta dal verbale, che qui si riporta della apposita Commissione.

⁽¹⁾ Questo giornale, 1922, pag. 499.

⁽²⁾ » » » 1922, » 798.

⁽¹⁾ Questo giornale, 1923, pag. 520 e 524.

Verbale della Seduta del 25 marzo 1924 della Commissione Esaminatrice delle domande dei concorrenti al Premio.

Sono presenti: il Direttore della R. Scuola d'Ingegneria di Roma, On. Prof. A. Ciappi, che, a termini dello Statuto della Fondazione Ascoli, è il Presidente della Commissione; l'Ing. Cav. G. L. Fano, rappresentante dell'Associazione Elettrotecnica Italiana; ed i Proff. L. Lombardi, E. Grismayer ed U. Bordini, delegati dal Consiglio dei Professori della Scuola.

La seduta è aperta alle ore 17.

Il Presidente comunica che hanno fatto domanda di concorso al Premio i Signori:

- | | |
|---------------------------|---------------------|
| 1. Bruno Oreste | 5. Pontecorvo Carlo |
| 2. Palma Luigi | 6. Serra Luigi |
| 3. Palozzi Ing. Francesco | 7. Urbini Raffaello |
| 4. Pispoli Ing. Carlo | 8. Zaccilli Bruno |

Dopo accurato esame delle domande e della posizione scolastica di ciascun concorrente, la Commissione è unanime nel riconoscere che, a termini dello Statuto del Premio, il quale si propone di promuovere fra i giovani lo studio della Elettrotecnica, vanno messi in seconda linea i concorrenti Signori: Palozzi Ing. Francesco e Pontecorvo Carlo; e questo perchè il primo dopo conseguita la laurea non si è iscritto al corso di perfezionamento in Elettrotecnica, mentre il secondo è bensì tutt'ora allievo della Scuola, ma non nella Sezione Elettrotecnica. Quanto agli altri concorrenti, la brillante carriera scolastica designa particolarmente all'attenzione della Commissione i Signori: Bruno, Serra, Urbini e Zaccilli; e dopo nuovo, completo esame delle loro condizioni e dei documenti presentati, la Commissione riconosce all'unanimità che il più meritevole del Premio è il Sig. Urbini Raffaello.

Il Presidente della Commissione rimane incaricato di comunicare questa decisione all'Associazione Elettrotecnica Italiana, alla Famiglia Ascoli ed al giovane premiato; e, anche, di consegnare a quest'ultimo l'ammontare del Premio (L. 1800), che l'Associazione Elettrotecnica Italiana rimetterà subito alla Direzione della Scuola, in conformità del preavviso dato a suo tempo.

LA COMMISSIONE

A. CIAPPI — G. L. FANO — E. GRISMAYER
L. LOMBARDI — U. BORDONI.

Primo elenco di sottoscrizioni a favore della Fondazione "Moisè Ascoli", promossa dalla Sezione di Roma dell'A. E. I.

| | |
|--|-----------|
| Società Anglo-Romana | L. 5000.— |
| Ettore ed Amelia Levi della Vida | " 200.— |
| Mario e Sarina Levi della Vida | " 250.— |
| Cesare e Lia Vivante | " 500.— |
| N. N. | " 200.— |
| Virginia Nathan | " 100.— |
| Annie Engel Nathan | " 100.— |
| Bordini Ugo | " 200.— |
| Società Meridionale di Elettricità | " 1000.— |
| Fano Guido | " 200.— |
| Pardo Osvaldo | " 100.— |
| Società Anonima Ferrovie Vicinali | " 1000.— |
| Issel Raffaele | " 150.— |
| Issel Arturo | " 50.— |
| Issel Lia | " 50.— |
| Azienda Elettrica Municipale - Roma | " 9976.— |
| Frigo Angelo | " 200.— |
| Grassi Guido | " 100.— |
| Salvadori Riccardo | " 250.— |
| Società Anonima Mineraria «Monte Amiata» | " 500.— |
| Società Anonima Torbiere d'Italia | " 500.— |
| Faranda Alberto | " 250.— |
| Zevi Guido | " 100.— |
| Lombardi Luigi | " 50.— |
| Rebecchini Salvatore | " 25.— |
| Revessi Giuseppe | " 200.— |
| Ceradini Cesare | " 25.— |
| Anastasi A. | " 50.— |
| Gallo Gino | " 25.— |
| Società Anonima Laziale di Elettricità | " 500.— |
| Di Cave Vito | " 50.— |
| Corradini Alfredo | " 100.— |
| Società Tramvie Ferr. Elettriche - Roma | " 300.— |
| Piola Francesco | " 20.— |
| Berrini Mosè | " 50.— |
| Navone Giuseppe | " 100.— |
| Società Imprese Elettriche - Roma | " 500.— |
| Ceradini E. | " 50.— |
| Biagini Augusto | " 50.— |
| Ferrara Enrico | " 30.— |
| Cesaroni C. | " 50.— |
| Via Giulio | " 50.— |
| Ferri Benedetto | " 30.— |
| Grillo Guido | " 30.— |
| Sismondo Oscar | " 50.— |
| Lasagno G. | " 30.— |

A riportarsi L. 23.341,—

Riporto L. 23.341,—

| | |
|------------------------------------|-----------|
| Marconi Giuseppe | " 30.— |
| Anagni E. | " 50.— |
| Bonelli Luigi | " 30.— |
| Ciciriello L. | " 30.— |
| Calori Ortensio | " 30.— |
| Di Giuseppe Renato | " 30.— |
| Gily Quirino | " 30.— |
| Marini P. | " 30.— |
| Mongiardini E. | " 30.— |
| Giorgis Giovanni | " 100.— |
| Di Pirro Giovanni | " 100.— |
| Chiodelli Raoul | " 15.— |
| Crova Vittoria | " 10.— |
| Guarro Renato | " 10.— |
| Pepe Francesco | " 10.— |
| Baldini Aldo | " 5.— |
| Santini Carlo | " 15.— |
| Casapinta Adolfo | " 10.— |
| Lucca Giuseppe | " 10.— |
| Cannizzaro Giovanni | " 5.— |
| Accomero Attilio | " 5.— |
| Carnesecchi Francesco | " 10.— |
| Bleiner Giuseppe | " 5.— |
| Barbera Giacomo | " 5.— |
| Pontani Ugo | " 5.— |
| De Muro Leonardo | " 25.— |
| Fano Gino | " 100.— |
| Fischer E. | " 30.— |
| Bonati I. | " 10.— |
| Società Elettro-Ferroviaria - Roma | " 3000.— |
| Mortara Mario | " 50.— |
| Motti F. | " 50.— |
| Ferrando G. | " 25.— |
| Sacerdote Aldo | " 25.— |
| Buttiglioni V. | " 25.— |
| Onetti | " 25.— |
| Giannelli Aristide | " 25.— |
| Castelnuovo Guido | " 25.— |
| Società Italiana di Elettrochimica | " 1000.— |
| Rebaudi Vittorio | " 50.— |
| Reggiani Napoleone | " 100.— |
| Cozza Luigi | " 50.— |
| Piccardo Alessio | " 25.— |
| Marchesi Gaetano | " 100.— |
| Peretti E. | " 25.— |
| Novi M. | " 25.— |
| Società Italiana Tubi Togni | " 1000.— |
| Allievi Lorenzo | " 500.— |
| Del Buono Ulisse | " 200.— |
| Lori Ferdinando | " 200.— |
| Sezione Catania dell'A. E. I. | " 50.— |
| Vallecchi Guido | " 500.— |
| Urbinati Mario | " 50.— |
| Società Catanese di Elettricità | " 50.— |
| Fusco Francesco | " 25.— |
| Licciardello Enrico | " 5.— |
| X. (firma illeggibile) - Catania | " 5.— |
| Y. (firma illeggibile) - Catania | " 5.— |
| Romagnoli Mauro | " 5.— |
| Russo G. | " 10.— |
| Z. (firma illeggibile) - Catania | " 5.— |
| Patanè Vincenzo | " 5.— |
| Cantone Santo | " 5.— |
| De Luca Ernesto | " 5.— |
| Fichera G. B. | " 5.— |
| Sezione Bologna dell'A. E. I. | " 200.— |
| Righi Aldo | " 25.— |
| Sezione di Roma dell'A. E. I. | " 2000.— |
| Azienda Tramvie Municipali - Roma | " 3990.40 |
| Ministero Poste e Telegrafi | " 1000.— |
| Oberziner Manlio | " 25.— |
| Sezione di Torino dell'A. E. I. | " 500.— |
| Sezione di Napoli dell'A. E. I. | " 650.— |

Totale L. 39.761.40

Il Presidente della Sezione di Roma

UGO BORDONI

Il Segretario

M. TOMASSETTI

Il Cassiere

M. OBERZINER

* *

Personalia

Abbiamo il piacere di comunicare che S. M. il Re di *motu proprio* ha recentemente nominato Grande Ufficiale della Corona d'Italia il nostro collega Prof. Giancarlo Vallauri.

I soci della Sezione Livornese vollero festeggiare il collega con una riuscitissima riunione svoltasi nei locali della Sezione, ed in tale occasione gli offrirono le insegne dell'Ordine cavalleresco con una artistica targa d'argento.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

E GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La misura delle correnti vaganti.

Il problema delle correnti vaganti, antico come le prime applicazioni della trazione elettrica, non ha ancora interessato nel nostro Paese l'opinione pubblica, come in altre nazioni, dove da tempo sono state create Commissioni permanenti per lo studio della questione, e sono stati emanati regolamenti e norme. Nè è a dire che tale fatto possa derivare da scarsa nostra sensibilità tecnica, nè, tanto meno, dalla minor gravità degli inconvenienti lamentati, chè sovente si sono avute anche in Italia gravi vertenze locali fra imprese di trazione ed imprese di gas. Probabilmente si è avuto piuttosto la sensazione che anche i lavori, spesso cospicui, eseguiti sull'argomento in altri paesi, non fossero esaurienti e che la complessità del problema, con un numero grandissimo di variabili, mal potesse costringersi in poche e semplici norme generali. Sta il fatto, ad esempio, che per la valutazione stessa delle correnti vaganti si è dovuto finora procedere più o meno sempre per via indiretta basandosi su misure di differenze di potenziale non sempre sufficienti a precisare l'andamento e l'entità del fenomeno. Il Prof. REVESSI — il quale, nel Comitato Elettrotecnico Italiano, fa parte della Commissione che dovrebbe occuparsi delle norme relative alle correnti vaganti — espone oggi un metodo elegante, ingegnosamente derivato dal doppio ponte, il quale dovrebbe consentire una semplice e sufficientemente approssimata misura diretta delle correnti vaganti, permettendo di valutare la differenza fra la corrente che percorre un dato tratto del filo di trolley e quella che passa contemporaneamente nel sottostante tratto del binario. E' veramente da augurarsi che al Revessi sia dato modo di eseguire qualche pratica applicazione del suo metodo, perchè esso potrebbe realmente aprire al problema nuovi orizzonti ed offrire una base razionale ad una futura regolamentazione italiana sulle correnti vaganti.

Parafulmini e folgori globulari.

Mentre completiamo la pubblicazione della monografia del Collega BORDONI sull'elettricità atmosferica, con l'ultima parte nella quale sono esposti i più moderni criterii in fatto di protezione di edifici, possiamo pubblicare pure un interessante nota del Prof. VANDEPERRE, tratta da una lettera da lui inviata al Bordini, in cui sono descritte alcune manifestazioni di quel singolare e misterioso fenomeno che è la folgore globulare.

La continuità dell'esercizio dei grandi impianti alla Conferenza di Parigi.

Richiamiamo l'attenzione del lettore sui verbali della Sezione di Milano, di cui si inizia oggi la pubblicazione. La iniziativa della Presidenza della Sezione di far riassumere e di portare in discussione per gruppi le memorie presentate lo scorso autunno a Parigi, è stata assai felice ed osiamo dire che le riunioni di Milano sono riuscite spesso più interessanti di quelle di Parigi, dove, per le ragioni altre volte ricordate, la discussione non poté quasi mai svilupparsi organicamente.

LA REDAZIONE.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia, gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via S. Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

□ I FENOMENI ELETTRICI DELL'ATMOSFERA E LA PROTEZIONE DEGLI EDIFICI DALLE SCARICHE TEMPORALESCHES

UGO BORDONI

Comunicazione fatta alla Sezione di Roma
la sera del 20 febbraio 1924
(Continuaz. e fine, v. N. 11)

PARTE IV.

La protezione degli edifici dalle scariche elettriche atmosferiche.

17. - Le prime idee sulla protezione degli edifici; la "zona di protezione".

Le circostanze che accompagnarono la invenzione dei parafulmini (Franklin, estate 1750) ed i primi tentativi di attuazione a Filadelfia, nell'estate del 1753, sono state così spesso ricordate, che non è il caso di richiamarle in questa occasione. Non v'ha dubbio che l'ostilità che il Franklin incontrò in principio dipese essenzialmente dalla ignoranza generale dei suoi contemporanei sulla vera natura delle scariche atmosferiche, natura riconosciuta dallo stesso Franklin, del resto (§ 9), solo qualche anno prima; e questa ignoranza non solo rendeva diffidenti contro ogni tentativo che sembrava pericoloso e di cui sfuggiva l'idea direttrice, ma induceva a considerare quasi come un sacrilegio persino il proposito di deviare od influire su fenomeni che sembravano, ai più, governati da forze di carattere soprannaturale. Bisogna giungere sino al 7 maggio 1778 per trovare la prima affermazione ufficiale, fatta da pubbliche Autorità, della utilità dell'impiego di sistemi di protezione contro le scariche atmosferiche; e non è per noi privo di interesse il ricordare ch'essa fu fatta dal Senato di Venezia.

Comunque, a poco a poco il sistema di parafulmini ideato dal Franklin si andò timidamente diffondendo, destando l'interesse dei fisici del tempo; e cominciarono le prime osservazioni sistematiche sul suo comportamento e le prime discussioni sopra i particolari del suo impiego.

Guidato verosimilmente dalla idea di utilizzare il noto « potere delle punte » ⁽⁵⁰⁾, il Franklin installava di solito sulla parte superiore degli edifici una lunga asta verticale di ferro, terminante a punta; e l'asta si prolungava in basso con un conduttore metallico che scendeva lungo l'edificio ed entrava nel terreno. Ma nelle mani dei suoi contemporanei, questo semplicissimo impianto subì numerose e complicate varianti, dettate alcune dal desiderio di ottenere, per tentativi, una « maggiore potenza di protezione », altre da idee affatto erronee sul comportamento, durante le fulminazioni, delle varie parti dell'impianto. Così, si impiegarono aste di tutte le dimensioni, anche di molti e molti metri; il ferro fu sostituito, per tutti i conduttori del parafulmine o solo per alcune sue parti, dal rame; per ottenere che gli estremi delle punte si conservassero acuminate, malgrado l'azione degli agenti atmosferici, si dorarono o si platarono fortemente queste punte,

⁽⁵⁰⁾ Era noto fin da quell'epoca che i conduttori elettrizzati ed isolati si scaricano più facilmente quando terminano a punta in qualche loro parte; e, anche, che una scarica elettrica si produce più facilmente (richiede, cioè, una minor differenza di potenziale) fra due elettrodi acuminati che fra elettrodi tondeggianti.

e vi fu persino chi fece installare delle punte di platino massiccio; si cercò di isolare tutto il sistema di protezione dalla massa dell'edificio per mezzo di isolatori che mantenevano i conduttori distanti da ogni altro oggetto o superficie; si dettero le forme più diverse all'estremo del conduttore che entrava nel suolo, munendolo generalmente di punte affinché « si disperdesse meglio nel terreno l'elettricità atmosferica raccolta dall'asta superiore »; e così via.

Nel pensiero degli studiosi di quell'epoca, il parafulmine doveva compiere un duplice ufficio; l'ufficio di prevenire, di rendere più rare le scariche atmosferiche, disperdendo nell'aria, verso le nubi, l'elettricità accumulata (anche per fenomeni di induzione), alla superficie del suolo, elettricità che, per essere di segno contrario a quella delle nubi, avrebbe certo contribuito a scaricarle; e l'ufficio, ad ogni modo, di proteggere l'edificio da danni più gravi offrendo direttamente al fulmine, ove si fosse abbattuto sull'edificio, una via molto facile per andare al suolo.

Si presentò subito, per altro, il quesito di determinare fin dove si estendesse l'influenza protettiva di un dato parafulmine; in altri termini, quale fosse l'estensione della così detta « zona protetta » da un parafulmine di date dimensioni. E qui, nella determinazione di questo elemento di carattere quantitativo, apparvero le prime gravi incertezze. Nelle istruzioni sull'impiego dei parafulmini pubblicate nel 1823 dall'Accademia Francese delle Scienze, e ispirate in gran parte da Gay Lussac (taluno, anzi, chiama tutt'ora « tipo Franklin-Gay Lussac » i parafulmini del sistema ad asta ideati dal Franklin) si assicurava che un parafulmine proteggesse a sufficienza tutto

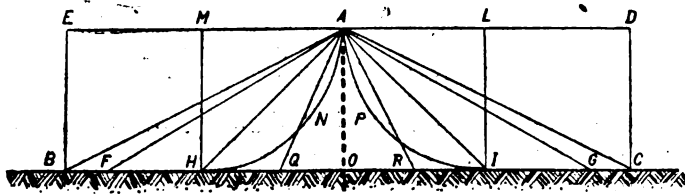


Fig. 24.

ciò che era contenuto (fig. 24) entro una superficie cilindrica BCDE avente per asse l'asta OA del parafulmine (immaginata prolungata in basso sino all'incontro col suolo) e per raggio di base OB il doppio dell'altezza OA dell'asta (così prolungata).

L'autorevolezza della fonte da cui le istruzioni partivano fece sì che per alcuni decenni nessuno si arrischiò a fare obiezioni in proposito; ma il moltiplicarsi dei fatti dai quali appariva, con assoluta evidenza, che la zona di protezione era minore di quello che Gay Lussac aveva creduto, finì con l'imporsi; ed allora il problema della reale estensione di questa zona divenne, per alcuni anni, uno dei più studiati e discussi, sia in base all'esame dei fatti osservati nel lungo periodo di tempo trascorso, sia in base ad esperienze di laboratorio, per quanto fatte in scala evidentemente minuscola [47].

Così, nel 1874 il De Fonville proponeva di sostituire la superficie cilindrica di Gay Lussac con una superficie conica BCA avente però la stessa base BC e la stessa altezza OA. Il concetto della superficie conica fu accolto da una Commissione francese nominata l'anno successivo per esprimere un parere in proposito, ma si giudicò opportuno portare anche il raggio di base da OB (doppio di OA) ad OF, eguale solo ad una volta e tre quarti l'altezza della punta del parafulmine dal suolo. Lo stesso anno (1875), il Chapman cercava di dimostrare che in realtà era preferibile l'idea di Gay Lussac della superficie cilindrica, purché si fosse preso un raggio di base eguale all'altezza (superficie HILM); ma successivamente l'Adams mostrava (1881), col sussidio di fatti osservati, che la superficie cilindrica di Chapman andava sostituita con una superficie conica avente la stessa base e la stessa altezza (superficie conica HAI); e il Preece, contemporaneamente, consigliava di ritenere protetti solo gli oggetti che si trovavano entro una speciale superficie di rotazione HNAPI che si può immaginare derivata dal cono AHI di Adams sostituendo la generatrice rettilinea HA con un quarto di circonferenza HNA di centro M (cioè di raggio eguale all'altezza del parafulmine, e tangente in A alla punta ed in H al suolo). Né possono dirsi finite le peripezie della « zona protetta »; ché mentre il Melsens suggeriva ancora, come superficie limite della zona, la superficie conica QAR avente un raggio OQ, di base, eguale a metà solamente dell'altezza del parafulmine, andavano sem-

pre più moltiplicandosi le constatazioni di cadute di fulmini nelle immediate vicinanze dell'asta OA anziché sull'asta: anche nell'interno, cioè, della superficie QAR.

Ora, non può non destare qualche meraviglia il fatto che durante la lunga e animata controversia, della quale qui si sono indicate solo le fasi principali, sia sfuggito che il problema in discussione era pressoché insolubile essenzialmente perché era impostato male.

Dobbiamo oggi affermare che la ricerca della estensione della zona protetta in relazione alle dimensioni del parafulmine è una ricerca assurda perché quella estensione dipende in realtà non solo dalle dimensioni, ma anche da altre modalità dell'impianto di protezione; e, ciò che è ben più grave, dipende ancora da circostanze affatto estranee al parafulmine stesso. Basta difatti considerare che, scegliendo sempre la scarica elettrica la via più facile per giungere agli strati conduttori del sottosuolo (§ 13), l'efficacia d'un parafulmine ad asta considerato come organo di protezione sarà tanto maggiore quanto più facile, elettricamente, sarà la via ch'esso offrirà alla scarica e quanto meno facili saranno le altre vie possibili che la scarica troverebbe nelle sue adiacenze. Influiranno quindi, sicuramente, da un lato le modalità costruttive del parafulmine e la bontà della presa da terra; e, dall'altro, le dimensioni e la forma dei corpi conduttori o semiconduttori che si trovano nelle adiacenze del parafulmine e la bontà dei rispettivi collegamenti al suolo. Nella controversia sopra accennata, dunque, potevano avere ragione tutti purché avessero precisato — e nessuno lo ha fatto — a quali condizioni d'impianto ed a quali tipi di costruzione intendessero riferirsi. È probabile, del resto, che il successivo restringersi della zona protetta, così chiaramente indicato dalla figura 24 (la zona di Melsens, QAR, rappresenta un sedicesimo di quella BCDE di Gay Lussac se, si confrontano le aree di base, ed appena un quarantottesimo se si confrontano i volumi!), dipendesse non solo dalla maggior copia di osservazioni via via accumulate sul comportamento dei parafulmini ad asta, ma anche da un altro elemento, sfuggito anch'esso a chi si occupava di questi problemi: l'impiego, prima in proporzioni modeste, e poi in misura sempre maggiore, del ferro come materiale da costruzione e dei materiali metallici in genere (ad es., tubazioni d'acqua, di gas, ecc.), nell'interno degli edifici; i quali corpi, tutti buoni conduttori, e talora (come le tubazioni ricordate) in comunicazione eccellente col suolo, facevano quella che si potrebbe chiamare, con una frase del linguaggio commerciale, una « crescente concorrenza » al parafulmine.

Comunque, è un fatto che le incertezze degli studiosi sulla efficacia dei parafulmini ad asta e sulla estensione della zona protetta tornarono a formare una atmosfera di dubbio intorno al valore della invenzione del Franklin; e questi dubbi si accrebbero per la circostanza che, essendo quasi ovunque caduta la costruzione dei parafulmini in mano a mestieranti privi (salvo rarissime eccezioni) d'ogni traccia di coltura tecnica, ma non di presunzione, e desiderosi solo di guadagnare il più possibile, anche attraverso semplificazioni e modificazioni, di cui non capivano la importanza, delle modalità costruttive prescritte dal Franklin e dai continuatori della sua opera, divennero presto assai più frequenti i parafulmini costruiti male che quelli costruiti bene.

Dello stato d'animo destato anche nei tecnici da alcune disillusioni, delle quali forse si esagerò l'importanza, sulla efficacia protettiva del tipo di parafulmine inventato dal Franklin, può aversi una idea dalla affermazione, certamente eccessiva, ma che ricorre non di rado ancora oggi, che « un parafulmine costruito male, più che proteggere l'edificio, finisce col costituire un vero e proprio pericolo »; della quale affermazione si intenderà tutta la gravità ove si rifletta che all'epoca nella quale fu fatta per la prima volta, nemmeno gli studiosi erano d'accordo, in sostanza, sulle condizioni che dovevano essere soddisfatte affinché il parafulmine avesse potuto dirsi « costruito bene ».

18. - Sulle manchevolezze delle protezioni di tipo frankliniano.

Oggi, si è in grado di vedere molto più chiaro d'una volta nella questione.

Si può, intanto, escludere recisamente che nella maggior parte dei casi il parafulmine di Franklin eserciti una azione preventiva apprezzabile. Non è già che non fosse giusta l'idea di utilizzare il « potere delle punte », ché, anzi, il fenomeno del così detto « fuoco di Sant'Elmo » è una delle manifesta-

zioni ⁽⁵¹⁾ alle quali questo « potere » dà luogo; ma è che le quantità d'elettricità che possono disperdere nell'aria una punta od anche moltissime punte da parafulmine, nelle condizioni nelle quali agiscono, sono senza confronto troppo piccole rispetto quelle (§ 10) che intervengono, formandosi e rinnovandosi di continuo, nei fenomeni di scarica ⁽⁵²⁾.

Vi sono, inoltre, moltissimi casi nei quali le punte, se anche potessero disperdere quantità di elettricità enormemente più grandi di quanto in realtà non sia, non avrebbero, per così dire, il tempo di agire. È merito del Lodge [48] di aver richiamato l'attenzione dei fisici (aprile 1889) sul fatto che le scariche elettriche in genere, e quindi anche quelle atmosferiche, possono avvenire in due modi diversi. Può accadere, difatti, che la differenza di potenziale fra i due « elettrodi » (nube e suolo, ad esempio) cresca gradatamente, con rapidità non eccessiva (in guisa che in ogni istante il dielettrico ed i conduttori circostanti si trovino tutti, sensibilmente, nello stato che corrisponde alla differenza di potenziale esistente in quell'istante), sino al valore esplosivo, nel qual caso si ha quello che si può chiamare una « scarica statica »; ma può anche accadere che fra due elettrodi si formi quasi istantaneamente la tensione esplosiva per effetto di altri fenomeni accaduti al di fuori: per esempio, per effetto di una scarica ausiliaria fra uno degli elettrodi ed un terzo conduttore (nel caso atmosferico: fra la nube ed un'altra nube vicina) la quale produca nello stato elettrico dell'elettrodo un improvviso mutamento; ed in questo secondo caso la scarica principale si può chiamare « impulsiva ». Il Lodge ha ideato anche varie eleganti esperienze di laboratorio nelle quali è chiaramente messa in luce la differenza di comportamento dei due tipi di scariche, e, specialmente, la importanza assai minore che nel secondo caso ha la forma degli elettrodi (le punte, ad es., dei parafulmini installati sugli edifici) sulla facilità con la quale la scarica si produce; è giusto osservare, per altro, che nel caso delle scariche atmosferiche la differenza fra i due tipi di scariche è forse molto meno netta che nelle esperienze di laboratorio, essendo verosimilmente rare le brusche variazioni di stato elettrico di una nube, dovute a fenomeni che si potrebbero dire « laterali », che non si sovrappongono a stati elettrici formati in precedenza, con relativa lentezza, in seguito ai fenomeni che sono stati altrove (§ 7) ricordati.

Comunque, il rilievo del Lodge è interessante sia perchè contribuisce a riportare al suo giusto valore, che (in relazione a quanto è stato detto nel § 13) è pressochè nullo la influenza che una volta si attribuiva alla forma della parte terminale del parafulmine ⁽⁵³⁾, sia perchè osservazioni eseguite con l'oscillografo sulle correnti indotte dalla caduta di fulmini nei conduttori vicini [27] porterebbero a credere che siano appunto le scariche impulsive a dar luogo alle

⁽⁵¹⁾ Durante i temporali alcune punte metalliche elevate dal suolo (estremi di guglie di campanili, di fari, etc.) si mostrano talvolta terminate come da un pennacchio luminoso. È un fenomeno analogo a quelli che possono osservarsi nella oscurità durante il funzionamento delle macchine elettrostatiche; analogo all'effetto « corona », e così via.

⁽⁵²⁾ Nelle esperienze di laboratorio nelle quali si mette in evidenza la proprietà delle punte di scaricare i conduttori, si ha sempre a che fare con conduttori a potenziale molto elevato (cioè che è favorevole all'azione scaricatrice) e contenenti quantità di elettricità dell'ordine appena dei milionesimi o dei centomillesimi di Coulomb.

⁽⁵³⁾ In quasi tutti i Paesi vi sono stati o vi sono dei costruttori di parafulmini i quali, per ragioni essenzialmente commerciali, hanno escogitato dei tipi speciali di terminali (quasi sempre a molte punte) per aste da parafulmine; tipi, talvolta assai complicati e strani per la forma, la disposizione, il numero o le modalità costruttive delle punte minori, dei quali sono state esaltate, (ed in qualche Paese lo sono tuttora!) le particolari proprietà e la grande efficacia protettiva. Non occorre dire che nessuna esperienza seria, nessun insieme di osservazioni attendibili e nessuna ragione importante di carattere tecnico giustifica queste miracolose proprietà, attribuite ad una delle parti dell'impianto che ha certamente la minore influenza sull'efficacia protettiva del complesso, sebbene sia la parte più visibile, cioè quella che meglio si presta ad eventuali campagne di speculazione commerciale.

Nè ha importanza, evidentemente, la affermazione che taluni di questi costruttori fanno, che cioè pochi o nessun incidente serio sia accaduto, durante molti anni, negli edifici muniti di quei terminali; in quanto la stessa cosa si può generalmente ripetere anche per edifici con terminali di forma diversa o addirittura senza terminali e senza aggiunta di aste al sistema dei conduttori dell'impianto, a parità s'intende, di cura nella costruzione delle altre parti dell'impianto. La qual cosa è naturalissima, data la influenza praticamente nulla della forma dei terminali sul comportamento dell'impianto, e la scarsa frequenza delle fulminazioni sopra i comuni edifici delle città (V. §§ 15 e 16).

correnti di scarica a fronte più ripido: cioè, a quelle il cui comportamento può presentare più facilmente apparenti anomalie (§ 13) e che danno luogo nei conduttori vicini ai fenomeni più cospicui di induzione elettromagnetica.

V'è poi la questione della azione *preservativa*. Conseguenza logica di ciò che è stato detto a suo tempo (§ 13) è che se l'asta del parafulmine si prolunga in un conduttore di sezione non troppo piccola, che si diriga verso terra senza fare inutili giri e rigiri, cioè senza presentare una autoinduzione notevole ⁽⁵⁴⁾, e se questo conduttore termini con una buona presa di terra, spinta fino agli strati conduttori del sottosuolo, non può esservi dubbio sul fatto ch'esso eserciti realmente una qualche azione preservativa, offrendo alla scarica, fra le altre ch'essa può trovare nell'edificio, una via abbastanza facile per andare a terra e percorrendo la quale la scarica non dovrebbe produrre danni apprezzabili all'edificio. Per altro, non può affermarsi nulla di sicuro sulla entità di questa azione preservatrice finchè non si conoscano le altre vie che il fulmine può trovare nelle adiacenze, utilizzando i conduttori metallici, od anche i semiconduttori che l'edificio contiene e le loro eventuali comunicazioni col suolo: e qui, conoscere, significa conoscere anche quantitativamente, ciò che è tutt'altro che facile per la complessità della forma e disposizione di questi altri conduttori (travi metalliche, tettoie, tubazioni, ringhiere metalliche, grondaie, colonne di fumo caldo dei caminetti, muri umidi, ecc.) in relazione alle variabili caratteristiche delle correnti di scarica. D'altra parte, col sistema del parafulmine ad asta non si può in alcun modo impedire che i conduttori vicini divengano sede di fenomeni di induzione elettromagnetica, i quali possono assumere proporzioni inaspettate per il concorso di circostanze che talvolta è pressochè impossibile prevedere, specie quando gli impulsi di corrente costituenti la scarica siano a fronte molto ripido.

Ma rimane ancora, fra le tante, un'altra questione. A molte riprese è stato manifestato il timore che la collocazione di lunghe aste al disopra di un edificio possa, in definitiva, riuscire pericolosa, facilitando la caduta su quell'edificio di scariche che altrimenti non sarebbero avvenute affatto, oppure avrebbero colpito altri oggetti; e tutta l'importanza di questo dubbio si potrà intendere ove si rifletta che a causa della variabile entità e delle differenti caratteristiche che possono presentare le scariche atmosferiche, la caduta d'un fulmine sul sistema di protezione di un edificio costituisce un fatto che non può mai lasciare del tutto tranquilli, nemmeno avendo tutta la possibile confidenza (e questo non sarebbe certamente il caso, trattandosi di parafulmini ad asta dei quali si sono già accennate talune gravi manchevolezze) nella efficacia della azione preservativa del sistema; non v'è, insomma, chi non riconosca pienamente la assoluta necessità di ridurre al minimo possibile il numero dei casi nei quali un sistema di protezione (qualunque, del resto, esso sia) viene realmente cimentato. Ora, dal punto di vista qualitativo, è certo che l'offrire alle scariche elettriche, oltre le vie che già l'edificio presenta, un'altra via, più facile (per lo meno, è questo che si cerca di fare) per andare al suolo, costituisce una specie di implicito invito, che si traduce in un aumento della probabilità che la scarica scelga quell'edificio a preferenza di altri. Se si riflette tuttavia alle proporzioni costruttive dell'impianto, non pare verosimile che questo aumento di probabilità possa, nella grande maggioranza dei casi, riuscire veramente sensibile; chè, ad es., mentre la distanza fra suolo e nube temporalesca non è mai inferiore a molte centinaia di metri, e supera spesso il chilometro, le aste in questione si elevano, d'ordinario, solo di pochi metri al disopra dell'edificio, il quale spessissimo contiene già altri conduttori (an-

⁽⁵⁴⁾ In troppi casi, in passato, il percorso dei conduttori veniva eccessivamente subordinato a considerazioni di carattere estetico (oppure di importanza ancora minore) senza badare alla grave conseguenza che questo poteva avere nei riguardi della efficacia protettiva dell'impianto, a causa, ad es., della sensibile autoinduzione che così i conduttori venivano ad acquistare, cioè della grande difficoltà che essi venivano ad opporre all'eventuale passaggio di onde di corrente a fronte molto ripido. Una abitudine di cui è rimasto ancora qualche esempio era quella di far fare al conduttore, nella sua parte superiore, e prima di collegarlo all'asta del parafulmine, alcuni giri intorno al pilastro nel cui interno si trovava la base dell'asta e che serviva appunto a reggere l'asta, in ferro, oppure alcuni giri intorno alla stessa asta: si realizzava così (allo scopo di avere qualche decimetro di conduttore disponibile per eventuali ritocchi all'impianto o per futuri prevedibili bisogni della manutenzione) una vera e propria spirale di autoinduzione con un nucleo di ferro, intercalata nella via offerta alla corrente di scarica!

che di dimensioni ragguardevoli), ben collegati col suolo (per es., l'impianto di distribuzione d'acqua potabile), i quali si prolungano sino alla sua parte superiore.

Ora, poichè il calcolo non può dire pressochè nulla su questo punto, nè le esperienze di laboratorio, per essere fatte in scala troppo diversa, possono dare indicazioni quantitative sicure, non resta che ricorrere alla osservazione diretta, la quale, del resto, è sempre quella che ha il massimo valore: purtroppo, però, con risultati poco conclusivi. Le statistiche che oggi si posseggono nei riguardi del fenomeno della caduta dei fulmini sono di gran lunga troppo incomplete, specie nei riguardi delle caratteristiche presentate dagli impianti di protezione eventualmente esistenti sopra gli edifici colpiti, perchè sia lecito trarne conclusione nette. Si conoscono, è vero, alcuni casi particolari (celebre fra questi quello dell'Hôtel de Ville di Bruxelles, che fu il primo grande edificio sul quale il Melsens sperimentò il sistema di protezione a gabbia in luogo di quello ad asta precedentemente esistente) nei quali la rimozione di parafulmini ad asta sembra aver diminuito la frequenza delle scariche atmosferiche; ma si tratta di un numero così ristretto di edifici, e di circostanze così speciali che, in presenza delle enormi variazioni che presenta da un anno all'altro la frequenza delle fulminazioni (si veggano le figure 22 e 23), sarebbe imprudente dedurre delle cifre, soprattutto quando si conoscono altri casi, ormai antichi, nei quali l'aggiunta di parafulmini ad asta non ha dato luogo, per un lungo periodo di anni, a conseguenze facilmente visibili.

Sembrerebbe, per altro, che il dubbio sopra accennato circa i pericoli ai quali può dar luogo la installazione delle alte aste frankliniane sopra gli edifici, dubbio non infondato per quanto i temuti pericoli debbano essere generalmente piccoli, dovesse portare logicamente al consiglio di ridurre al minimo l'altezza delle aste. Ma è qui che si palesa la debolezza della idea frankliniana; in quanto le considerazioni poc'anzi accennate sulla efficacia dell'azione preservativa di questo tipo di parafulmine non lasciano dubbio su di un fatto: che diminuendo l'altezza delle aste, diminuisce certamente anche la azione preservativa che dal parafulmine è lecito sperare. In forma di paradosso, si potrebbe dire che il parafulmine frankliniano riesce tanto più efficace quanto più è pericoloso!

19. - La genesi delle idee attuali sulla protezione degli edifici.

L'origine delle idee attuali sul modo di proteggere gli edifici contro i danni delle scariche atmosferiche è da ricercare nell'azione di schermo che i conduttori sono notoriamente capaci di esercitare nei riguardi della propagazione dei fenomeni di natura elettromagnetica; azione complessa, della quale una parte è messa in evidenza nella antica esperienza detta « della gabbia di Faraday »⁽⁵⁵⁾. Non v'ha dubbio che se fosse possibile racchiudere gli oggetti da proteggere entro involucri metallici a parete continua di sufficiente spessore, messi in buona comunicazione col suolo, la protezione sarebbe completa e sicura. Ma poichè un sistema di protezione di questo genere è quasi sempre irrealizzabile, o per la natura dell'oggetto da proteggere (gli edifici, ad es.), o per la spesa assai rilevante alla quale si andrebbe incontro, così si è stati costretti a ricorrere ad un ripiego, accettabile in pratica, il quale, se è immensamente meno costoso e fastidioso, ha tuttavia una efficacia minore, nel senso che non può più dare una protezione assolutamente sicura: si è ricorsi, cioè, alla sostituzione dell'involucro metallico a parete continua con una gabbia avviluppante l'edificio, a maglie più o meno larghe (adattandosi all'andamento ed alle particolarità dell'edificio), sempre in ottima comunicazione col suolo, come indicano le figure 25 e 26⁽⁵⁶⁾. È da notare che,

⁽⁵⁵⁾ Se nell'interno di un involucro metallico chiuso, comunicante col suolo (di spessore relativo alla grandiosità dei fenomeni con i quali si sperimenterà: per le scariche elettriche di laboratorio sono generalmente sufficienti spessori inferiori al decimo di mm.) si collocano degli apparecchi sensibili ai fenomeni elettrici, per esempio degli elettroscopi, l'esperienza dimostra che questi apparecchi non risentono dei fenomeni elettrici che avvengono all'esterno od alla superficie dell'involucro; rimangono quieti, ad es., anche adoperando l'involucro come elettrodo per la produzione delle più potenti scariche che nei laboratori si sappiano produrre. Una protezione analoga esercitano anche involucri a parete traforata; ma la efficacia della protezione diminuisce insieme al rapporto tra pieni e vuoti.

⁽⁵⁶⁾ In queste figure, che sono affatto schematiche (specie la fig. 25), i conduttori della gabbia di protezione sono rappresentati a tratto grosso, mentre i contorni degli edifici sono a tratto sottile, punteggiato; le maglie della gabbia sono relativamente più piccole (§ 20) nella parte superiore; le prese di terra visibili sono rappresentate

anche indipendentemente dal concetto di realizzare una protezione tipo schermo di Faraday, taluni furono condotti ad uno schema analogo a quello della figura 25 dalla idea che, se il parafulmine tipo Franklin si era rivelato insufficiente, forse poteva ottenersi una protezione maggiore sistemando al disopra dell'edificio varie aste frankliniane, munite ciascuna del

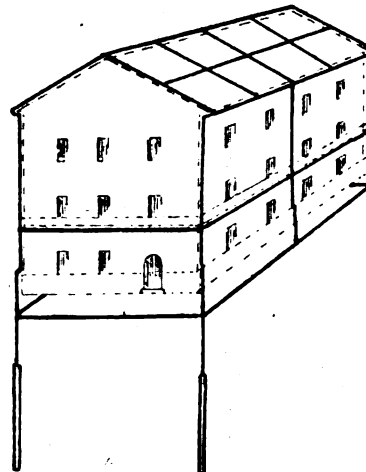


Fig. 25.

rispettivo conduttore e della presa di terra, e collegando fra di loro in parecchi punti tanto le basi delle aste quanto i conduttori, in modo da permettere ai vari conduttori di « aiutarsi reciprocamente », per così dire (soprattutto in caso di qualche difetto dell'impianto), a condurre al suolo la scarica; la sola

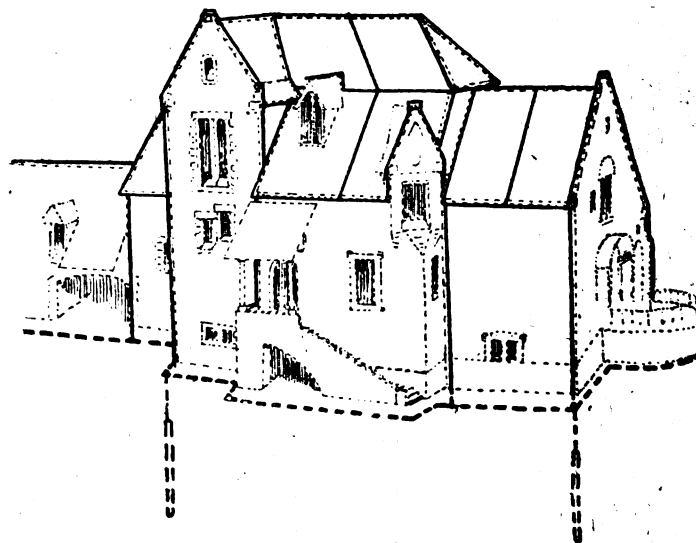


Fig. 26.

differenza di qualche rilievo fra lo schema di conduttori al quale così si perviene e quello della fig. 25 sta nella aggiunta di un certo numero di aste verticali in corrispondenza della parte superiore dell'edificio.

Naturalmente, la efficacia d'un sistema di protezione a gabbia dipende essenzialmente dalla ampiezza delle maglie, dalla bontà della messa a terra e dalle dimensioni dei conduttori usati; ed è tanto maggiore quanto più il tipo di gabbia realizzato si avvicina all'involucro metallico continuo. A

come se si trattasse di tubi infilati verticalmente nel terreno (§ 21); infine, un conduttore gira orizzontalmente alla base dell'edificio, lungo il suo perimetro, collegando fra di loro tutte le prese di terra ed i principali conduttori discendenti dell'impianto di protezione; finchè è possibile, tale conduttore perimetrale viene interrato a sensibile profondità, in guisa da costituire anche un complemento delle prese di terra.

Trattandosi di schemi, è stata omessa ogni genere di indicazione circa i collegamenti fra la gabbia di protezione e le masse metalliche già esistenti nell'edificio (§ 22); i criteri da seguire nel progettare le varie parti dell'impianto verranno discussi nei §§ 20-21-22-23-24.

Non occorre aggiungere che la grossezza dei tratti indicanti i conduttori è ben lontana dall'essere in proporzione coll'edificio; facendo il disegno esattamente in scala, alle massime dimensioni trasversali dei conduttori (2 o 3 cm. se si tratta di piattine) avrebbero corrisposto grossezze molto inferiori al decimo di millimetro (§ 20).

che punto converrà fermarsi per avere una protezione la quale pur non importando una spesa troppo rilevante e non ostacolando sensibilmente la funzionalità dell'edificio, possa ritenersi, *in media, praticamente* ⁽⁵⁷⁾ sufficiente? È evidente che la risposta a questa domanda dipende dal tipo di edificio, cioè dal valore delle cose da proteggere e dai pericoli che possono derivarne per le cose e le persone vicine; ma la risposta veramente completa dovrebbe consistere in un insieme di norme, sufficientemente particolareggiate, riguardanti l'impianto di sistemi di protezione nei vari tipi di edifici. Un lavoro di questo genere è tutt'altro che semplice a causa della grande varietà dei casi che possono presentarsi; esso è stato tuttavia tentato a varie riprese, sia in Italia che all'estero, nei riguardi di particolari categorie di edifici, quelli, ad es., interessanti le Amministrazioni Militari (Depositi e fabbriche di esplosivi, ecc.); e, per quello che riguarda l'Italia, è stato rifatto di recente per gli edifici militari, da una apposita Commissione tecnica ⁽⁵⁸⁾.

Ma piuttosto che entrare in minuziosi particolari costruttivi, i quali hanno ragione d'essere essenzialmente quando si tratti di prescrizioni di carattere esecutivo riguardanti determinati tipi di edifici, sembra più conforme allo scopo del presente scritto il discutere brevemente le questioni principali che si presentano nell'attuare il tipo di protezione già sommariamente descritto (fig. 25), giungendo per altro sino a tutte quelle indicazioni concrete atte a permettere ad un ingegnere, aiutato dalle cognizioni tecniche generali che già possiede, di orientarsi rapidamente e di risolvere in modo soddisfacente la grande maggioranza dei casi che potessero presentarsi.

È bene per altro avvertire esplicitamente che per la maggior parte delle accennate questioni difettano, sino ad oggi, gli elementi di giudizio od i dati che sarebbero necessari per giungere con sicurezza a conclusioni quantitative; bisogna quindi limitarsi, in quei casi, a suggerire quei dispositivi o quelle dimensioni alle quali la pratica ha già dato una qualche forma di sanzione implicita: nel senso, ad esempio, che quei dispositivi o quelle dimensioni non abbiano dato luogo, negli impianti già costruiti, ad inconvenienti di qualche rilievo. Non può evitarsi, per altro, nè la forma necessariamente vaga dei suggerimenti, nè — ed è la cosa più importante — la grande incertezza, in cui si rimane, sul margine di sicurezza che si può mediamente attribuire ai dispositivi od alle dimensioni consigliate.

20. - Ampiezza delle maglie della gabbia di protezione; conduttori.

La prima delle questioni fondamentali è quella dell'ampiezza delle maglie della rete di protezione (fig. 25). Poco può dedursi in proposito, di quantitativo, da esperienze di laboratorio, necessariamente compiute in scala assai piccola; ed ancora meno, forse, da quei tentativi di calcolo che potrebbero istituirsi in base ad inevitabili e sempre assai incerte ipotesi. È un fatto, per altro, che si conoscono vari casi di edifici di dimensioni normali (altezza, intorno ai venti metri; lati orizzontali, di qualche diecina di metri), protetti da reti a maglie aventi alcune diecine di metri quadrati di area, nei quali la caduta del fulmine non ha dato luogo ad alcun danno serio. Si può dunque ammettere che « alcune diecine di metri quadrati » sia l'ordine di grandezza dell'area delle maglie adottabili nel caso d'un edificio di dimensioni normali, non contenente nè sostanze assai infiammabili, nè esplosivi; ma poichè è soprattutto la parte superiore dell'edificio che è esposta alle fulminazioni, converrà che su questa parte (tetti, terrazze, ecc.), le maglie siano relativamente minori (non più di 15 o 20 metri quadrati,

mentre si potrà giungere al centinaio di metri quadrati sulle parti verticali). La loro forma non pare abbia importanza sensibile, circostanza questa che facilita l'adattamento della « gabbia » di protezione all'edificio, specie quando vi siano esigenze estetiche da salvaguardare; è tuttavia da tenere presente che i lati delle maglie, e, in genere, tutti i conduttori dell'impianto di protezione debbono avere andamento rettilineo quanto più è possibile, evitando piegature brusche ⁽⁵⁹⁾ e tutto ciò che possa accrescere sensibilmente la loro autoinduzione.

Ma con maglie grandi non può affermarsi che nell'interno dell'edificio siano praticamente nulle le ripercussioni dei fenomeni elettromagnetici aventi sede nei conduttori della rete. Ove perciò queste ripercussioni fossero specialmente temibili per la natura pericolosa delle sostanze contenute nell'edificio, sarà necessario restringere, e grandemente, le dimensioni delle maglie, sino anche a qualche decimetro di lato, come a più riprese è stato autorevolmente consigliato per i depositi di esplosivi particolarmente sensibili; e, persino, ricorrere ad una doppia rete di protezione [49].

Le particolarità della forma dell'edificio potranno naturalmente suggerire adattamenti speciali dei criteri sin qui accennati. Così, se l'edificio presentasse qualche parte specialmente elevata (cupole, campanili, torri, fumaioli, ecc), sarà in questa che dovranno essere particolarmente fitte le maglie; e sarà ancora meglio ricorrere ad una qualche forma di incappucciamento continuo, da collegare, per mezzo di almeno due conduttori, col resto della rete di protezione. Procedimenti analoghi a quest'ultimo sono necessari per gli edifici a forma assai slanciata che sorgessero isolati o pressochè isolati, come i fari, i camini d'officina, ed altro: per i fari, potrà utilizzarsi la copertura metallica generalmente esistente e tutta l'intelaiatura, se metallica, della lanterna; per i camini, se in muratura, potrà armarsi di lamiera ⁽⁶⁰⁾ o con una rete di conduttori la loro bocca superiore ⁽⁶¹⁾, facendo poi comunicare col suolo questa armatura per mezzo di almeno due conduttori verticali, periodicamente collegati fra di loro, durante la discesa, da conduttori a forma di anello orizzontale, abbracciante il camino; e così via.

Meno incerta è la questione dei conduttori da adoperare. Per correnti rapidissimamente variabili come quelle costituenti le scariche atmosferiche, ed agli scopi della protezione degli edifici, la superiorità del rame, come conduttore, rispetto agli altri metalli comuni (il ferro, in particolare) è minore che per le correnti di intensità costante o variabile lentamente; tanto che, tenuto conto della entità dell'« effetto di superficie », della più elevata temperatura di fusione, della maggiore resistenza meccanica e del minor costo, nella generalità dei casi il ferro (stagnato o zincato) risulta nettamente preferibile al rame; sempre chè, naturalmente, non siano da temere speciali azioni ossidanti o corrosive. Per utilizzare bene i conduttori, converrà che, in vista dell'effetto di superficie, essi abbiano una sezione di forma tale da assicurare un perimetro relativamente notevole; alla consueta forma cilindrica piena saranno perciò assai preferibili le forme a tubo ed a piattina (o nastro); ma potranno adoperarsi con vantaggio (sebbene ne sia più lungo e costoso il montaggio) anche conduttori formati da un certo numero di fili paralleli ⁽⁶²⁾ tesi l'uno accanto all'altro, in uno stesso piano, a piccola distanza ⁽⁶³⁾.

Quanto alla sezione da dare ai fili, vi sono due categorie di esigenze da soddisfare, elettriche le une, meccaniche le altre.

⁽⁵⁷⁾ Eventuali cambiamenti di direzione dovranno essere fatti attraverso piegature ad arco di cerchio (approssimativamente!), di raggio notevole (venti o trenta centimetri, almeno).

⁽⁵⁸⁾ Di un metallo atto a resistere all'azione spesso corrosiva del fumo!

⁽⁵⁹⁾ È provvedimento molto utile anche quello di curare che l'armatura metallica sia in buona comunicazione con la colonna di gas caldi del camino; ciò che si può, ad es., ottenere riunendo punti diametralmente opposti dell'armatura, per mezzo di conduttori ad andamento orizzontale attraversanti i gas. Deve ritenersi errato il criterio di armare la bocca dei camini con aste rivolte all'infuori; se mai, tali aste andrebbero ripiegate verso l'asse del camino, in guisa da immergersi nella colonna dei gas caldi, la quale costituisce già una specie di conduttore inevitabile, prolungantesi notevolmente al disopra della bocca del camino.

⁽⁶⁰⁾ Ciascuno del diametro di 3 o 4 mm.; con diametri maggiori sarebbe troppo sensibile l'effetto di superficie, mentre fili di diametro minore sarebbero troppo poco resistenti alle eventuali sollecitazioni meccaniche impreviste, ed alle azioni corrosive.

⁽⁶¹⁾ Anche di qualche millimetro; il fascio dei fili viene in sostanza a rassomigliare ad una piattina. Non occorre affatto, s'intende bene, che i fili siano isolati gli uni dagli altri; nè l'entità dell'effetto di superficie aumenterebbe di molto ove i fili si toccassero.

⁽⁵⁷⁾ Praticamente; chè, come si è detto e come conviene ripetere, la sicurezza assoluta si potrebbe avere solo con tipi di protezione non realizzabili. Ma dal punto di vista pratico, ci si può contentare di ridurre la probabilità di danni a cifre assai piccole, come si fa sempre in tutti i campi dell'attività umana. Così, la sicurezza assoluta di sopprimere i danni che i trasporti ferroviari possono arrecare alle persone ed alle cose non si potrebbe raggiungere che sopprimendo i trasporti stessi; ci si contenta invece, assai più vantaggiosamente, di un complesso di provvedimenti di sicurezza i quali siano capaci di ridurre quei danni a cifre minime rispetto al traffico; e se taluni incidenti gravi che accadono di tanto in tanto possono arrecare dolore, nessuno pensa, per ottenere la sicurezza assoluta, a reclamare provvedimenti talmente onerosi e tecnicamente così ingombranti da paralizzare il traffico.

⁽⁵⁸⁾ La Commissione era presieduta dal Senatore Prof. G. Mengarini e comprendeva i rappresentanti del Ministero della Marina (Generale C. Barberis, Com. G. Pession, T. Col. Perrini), del Ministero della Guerra (Col. A. Buffi, Prof. G. Vanni), e del Ministero della Pubblica Istruzione (Prof. U. Bordoni).

Nei riguardi delle prime, i calcoli accennati nel § 11 dimostrano che nella grandissima maggioranza dei casi possono già ritenersi largamente sufficienti sezioni di 25 o di 30 mm² (non v'è grande differenza fra ferro e rame, data la diversità compensatrice delle temperature di fusione) ove si adottino, come è consigliabile, sezioni tubolari o nastriformi; e per evitare che le azioni meccaniche fra i filetti di correnti abbiano a deformare il conduttore converrà non scendere a spessori troppo piccoli: per es., non al disotto di un millimetro od un millimetro e mezzo. Ma i conduttori tesi all'aria libera, alla superficie degli edifici, sono esposti a sollecitazioni meccaniche di varia natura ed a note azioni ossidanti e corrosive; la pratica ha perciò suggerito di adottare sezioni e spessori alquanto maggiori (specie quando si tratti di conduttori in ferro, più facile ad alterarsi) per evitare i ricambi o le riparazioni troppo frequenti che altrimenti verrebbero imposte dalla progressiva riduzione delle sezioni utili. Senza giungere alla esagerazione di chi ritiene di dover ancora consigliare sezioni, in ferro, superiori persino ai 200 mm², per la protezione della maggioranza dei comuni edifici potranno adottarsi con tranquillità sezioni (per i conduttori principali) dell'ordine dei 50 mm² (ferro, e spessori non inferiori a due o tre mm, scegliendo opportunamente fra i materiali correnti, ben stagnati o zincati, del commercio ⁽⁶⁴⁾).

Nel collegare fra di loro i diversi tratti di conduttore per costituire la gabbia di protezione, si curerà soprattutto che il giunto riesca meccanicamente robusto; chè quando questo è ottenuto, riesce generalmente sufficiente anche la continuità elettrica ⁽⁶⁵⁾. Tutto ciò non vuol dire affatto che si debbano omettere, se possibili, tutte quelle precauzioni che tendano a ridurre la resistenza ohmica dei giunti e ad evitare la ossidazione degli estremi a contatto; ma significa che non è a queste precauzioni che si deve sacrificare la solidità del collegamento. Così, nel caso di piattine di ferro si potranno sovrapporre gli estremi per 12 o 15 centimetri e collegarli mediante alcuni chiodi di ferro ben ribaditi; nel caso di tubi, si potrà ricorrere a manicotti di giunzione filettati, come per le condutture di acqua; nel caso di fili, si adotteranno giunti del tipo di quelli che da tempo impiegano le Amministrazioni telegrafiche; e così via. E se i giunti, dopo fatti nel modo accennato, potranno essere anche saldati, sarà tanto di guadagnato ⁽⁶⁶⁾; ma la sola saldatura a stagno non potrà essere ritenuta sufficiente, date le molte ed efficaci cause che, all'aria libera, possono provocare il dissaldamento.

Si eviteranno pure, finchè sarà possibile, i giunti fra metalli diversi, specie se tali da dare origine a diff. di potenziale notevoli in presenza di umidità (rame-zinco, rame-ferro, ferro-zinco, ecc), e, quindi, a corrosioni rapide; quando non fosse possibile evitarli, questi giunti dovranno essere messi al riparo dalla umidità per mezzo di catramature, verniciature o, meglio, per mezzo di manicotti ben aderenti di cemento.

Era pratica abbastanza comune, in passato, quella di mantenere i conduttori del sistema di protezione isolati dall'edificio mediante adatti sostegni di materiale isolante. Questa pratica non ha alcun fondamento serio, dato l'ordine di grandezza delle differenze di potenziale in giuoco durante le scariche atmosferiche; tanto più che altre importanti ragioni consigliano invece di collegare, come si vedrà, la rete di protezione alle masse metalliche importanti che l'edificio eventualmente contenga. Ma l'esperienza dimostra che il poggiare senz'altro i conduttori sulla parete dell'edificio è generalmente nocivo alla loro buona conservazione, a causa principalmente della umidità che facilmente permane fra parete e conduttore; sarà dunque consigliabile mantenere i conduttori leggermente di-

scosti ⁽⁶⁷⁾ dalla parete (verticale od orizzontale) dell'edificio per mezzo di adatti sostegni ⁽⁶⁸⁾ dei quali non interessano menomamente le eventuali proprietà isolanti; verranno così, anche, rese più facili e più rapide le ispezioni riguardanti lo stato di conservazione dell'impianto.

21. - Collegamenti col suolo.

Un altro punto assai importante è quello relativo ai collegamenti col suolo della rete di protezione. In passato, la bontà d'una « presa di terra » era senz'altro individuata dalla sua resistenza ohmica, o, meglio, da quella resistenza convenzionale che risulta dalle misure eseguite nei modi consueti, per es., col metodo delle tre terre ⁽⁶⁹⁾. In realtà, nel caso delle correnti rapidissimamente variabili di cui qui è questione, le prese di terra si comportano in modo ben più complesso di quello che potrebbero fare semplici resistenze ohmiche, o di quello che le « prese » stesse farebbero se si trattasse di correnti lentamente variabili; comunque, poichè il basso valore d'una resistenza di terra è certo indizio della attitudine del conduttore di presa ad interessare la più gran massa possibile del terreno circostante ai fenomeni elettrici di cui esso fosse sede, così la considerazione della resistenza delle terre conserva tutt'ora parte della sua utilità ⁽⁷⁰⁾, purchè la resistenza stessa venga considerata come un comodo indizio e non già come una vera misura della attitudine della « presa » a soddisfare alle esigenze relative alla rapida dispersione nel suolo delle correnti di scarica.

Schematicamente, una presa di terra è costituita da un conduttore immerso nel terreno. A causa della grande differenza di conduttività che c'è fra terreno umido e terreno asciutto, sarà necessario (a meno che vi si oppongano difficoltà insormontabili, per esempio, la natura rocciosa del terreno) prolungare il conduttore sino al disotto del livello al quale il terreno è permanentemente umido. Non hanno importanza pratica certi mezzi suggeriti in passato per aumentare artificialmente la conduttività del terreno, quali l'innaffiamento periodico (a meno che questo innaffiamento assumesse proporzioni e frequenza inconsuete!) e il collocamento nel sottosuolo, intorno al conduttore, di carbone coke in pezzi oppure di sostanze saline, igroscopiche o no: queste ultime sostanze, anzi, il cui effetto dura sempre poco tempo, facilitano grandemente la corrosione del conduttore di terra, sicchè il loro uso deve essere nettamente sconsigliato ⁽⁷¹⁾.

Circa la forma del conduttore di terra, una circostanza troppo spesso dimenticata è che la forma ha importanza forse maggiore della entità dell'area di contatto fra conduttore e suolo.

Dovendosi soprattutto procurare di interessare ai fenomeni elettrici che avvengono nel conduttore la più gran massa possibile di terreno, converrà, a parità di superficie esterna, dare la preferenza a conduttori di forma molto allungata anzichè compatta e raccolta come tante volte, ed a torto, è stato consigliato; in luogo, dunque, di lastre metalliche di forma quadrata o di forma rettangolare poco allungata, saranno preferibili delle lunghe striscie metalliche distese, delle aste o dei tubi, dei fili distesi ⁽⁷²⁾, e simili. Un tipo di conduttore di terra che si presenta efficace, economico e di facile impiego, è costituito da un tubo (di rame, di ferro, o, meglio, di ghisa a parete grossa) della lunghezza di alcuni metri e del diametro esterno di qualche centimetro infilato verticalmente nel ter-

⁽⁶⁷⁾ Anche di pochi centimetri.

⁽⁶⁸⁾ Di muratura, cemento, ferro; od anche legno, se non troppo esposti alle intemperie.

⁽⁶⁹⁾ Consiste, come è noto, nel misurare la resistenza ohmica che intercede fra i conduttori di tre « terre », distinte e sufficientemente lontane (possibilmente, qualche diecina di metri), prese a due a due. Dicendo ordinatamente R_1 , R_2 , R_3 le resistenze verso il suolo di ciascuno dei tre conduttori di terra, è chiaro che vengono così a misurarsi successivamente le somme $R_1 + R_2$; $R_1 + R_3$; $R_2 + R_3$. La combinazione di questi risultati dà subito i valori separati di R_1 , R_2 , R_3 , con tanta maggior sicurezza quanto più le tre resistenze sono dello stesso ordine di grandezza.

⁽⁷⁰⁾ Anche perchè si tratta di una grandezza la cui determinazione sperimentale approssimata può farsi con facilità, a differenza di altre misure che potrebbero pensarsi, per esempio facendo intervenire correnti dello stesso tipo di quelle delle scariche atmosferiche.

⁽⁷¹⁾ Anche il carbone coke, veramente, contribuisce un po' alla corrosione del conduttore, col quale in terreno umido, forma una coppia voltaica (carbone-rame o carbone-ferro) di debole forza elettromotrice; è dunque preferibile non farne uso.

⁽⁷²⁾ E non raggomitolati o ripiegati, per esempio a guisa di piccola gabbia.

⁽⁶⁴⁾ Sezioni e grossezze maggiori, per altro, non avrebbero altro inconveniente che quello del maggior costo, non sufficientemente compensato dalla maggiore durata. Per i conduttori secondari della gabbia (cioè quelli che non uniscono direttamente la parte superiore della gabbia con le prese di terra) potranno adottarsi anche sezioni un po' minori.

⁽⁶⁵⁾ La maggior parte della impedenza che una gabbia di protezione offre alla scarica che si dirige verso terra sta appunto nella così detta « presa di terra », come poi (§ 21) si accennerà; e per superare questa impedenza (almeno alcuni ohm) dati i valori istantanei che la corrente di scarica può raggiungere (alcune diecine di migliaia di ampere), occorre normalmente che la diff. di potenziale massima fra rete di protezione e suolo giunga al centinaio di migliaia di volt, almeno. Di fronte a questa diff. di potenziale, non hanno evidentemente importanza pratica le eventuali tracce di ossidazione che potessero essersi formate nei giunti.

⁽⁶⁶⁾ Evitare, durante la saldatura, l'impiego di sostanze acide per pulire gli estremi da giuntare!

reno sino a penetrare per un buon tratto nello strato permanentemente umido. La superficie di contatto, che così si viene a realizzare, fra tubo e terreno (dell'ordine del mezzo metro quadrato) è generalmente sufficiente nei terreni non troppo asciutti, per conduttori di forma allungata. Nel caso speciale dei tubi immersi verticalmente, o simili (filo, striscie, ecc.), l'esperienza conferma che il diametro influisce relativamente poco sulla resistenza ohmica della « presa »; in taluni casi, passando da circa due cm di diametro esterno a circa 4 cm, si sono constatate diminuzioni di resistenza dell'ordine del 12 o del 15 %, appena. Influenza maggiore ha la lunghezza del tubo (o del filo, striscia, ecc.), per quanto si debba ricordare che con l'aumentare indefinito della lunghezza, la resistenza diminuisce sempre più lentamente ⁽⁷³⁾. Per diminuire dunque la resistenza d'una presa, non conviene aumentare la lunghezza oltre un certo limite (a meno che sia necessario per altri motivi: per raggiungere, ad es., strati umidi di terreno), che dipende dalla natura del terreno e dal costo del conduttore e della posa in opera ⁽⁷⁴⁾; conviene piuttosto fare due o più terre in parallelo, ad una certa distanza (almeno parecchi metri) l'una dall'altra, per interessare una massa maggiore di terreno.

Non ha alcun fondamento serio l'abitudine, tutt'ora comune fra gli installatori, di frastagliare il contorno delle lastre di presa di terra in guisa ch'esso presenti numerose punte, oppure di preparare in modo analogo (aggiungendo, ad es., delle punte, riportate) i conduttori, di forma diversa dalla lastra, impiegati allo stesso scopo; chè non ha senso il parlare di « potere delle punte » per conduttori immersi in un mezzo semi-conduttore quale il terreno.

Poco può dirsi, in generale, del numero delle prese di terra occorrenti per ciascun impianto di protezione. Ragioni ovvie di prudenza esigono che tali prese non siano mai meno di due, anche se si tratta di proteggere edifici di dimensioni assai piccole ⁽⁷⁵⁾; e man mano che cresce l'area coperta od il perimetro dell'edificio occorrerà aumentarne il numero. A titolo di orientamento si accenna che per un edificio di 600 o 700 m² di area coperta (e avente un perimetro prossimo ai 100 metri), bastano d'ordinario cinque o sei prese di terra convenientemente disseminate lungo il perimetro; ciò che corrisponde ad una presa ogni 100-120 m², circa, di area coperta, oppure ogni 15-20 metri di perimetro; ma si potrà installare un numero proporzionalmente un po' minore di prese di terra ove si tratti di edifici più grandi e, invece, un numero proporzionalmente maggiore nel caso di edifici più piccoli.

È importante ricordare che l'ottimo collegamento col suolo dell'insieme di conduttori formanti la gabbia di protezione è necessario per ridurre al minimo la differenza di potenziale che, all'atto della scarica, si determina fra conduttori e terreno. Ammettendo che le terre si comportino come semplici resistenze ohmiche, con correnti (§ 10) dell'ordine dei 30 000 ampere si avrebbero già, difatti, 300 000 volt fra conduttori e suolo anche se la resistenza del complesso delle terre fosse di soli 10 ohm; e si avrebbero ancora 60 000 volt con una resistenza di terra di 2 ohm, praticamente irraggiungibile in modo sicuro ed in permanenza. Di fronte a differenze di potenziale di questo ordine non hanno evidentemente importanza eventuali veli di ossido formati nelle giunture dei conduttori, veli che per altro si manifesterebbero come forti resistenze ohmiche nei metodi di misura ove (come è in generale) fossero in giuoco differenze di potenziale assai deboli. La conclusione è che, sebbene possa talvolta apparire il contrario dalle misure di resistenza eseguite con i metodi consueti, la principale delle resistenze che la scarica atmosferica incontra per disperdersi nel terreno è costituita in generale dalla resistenza delle prese di terra (a meno che i conduttori dell'impianto

siano addirittura interrotti, ed in più punti, o presentino forte autoinduzione). Non saranno dunque mai troppe le precauzioni per ottenere che questa resistenza rimanga permanentemente « bassa », ciò che si potrà ottenere solo facendo ogni terra con gran cura, in modo che riesca durevole ⁽⁷⁶⁾, e moltiplicandone convenientemente il numero.

Ottima pratica è quella di rendere solidali, quanto più è possibile, le terre d'un medesimo edificio, collegando elettricamente tutti i conduttori di terra per mezzo d'un altro conduttore orizzontale, interrato, che faccia il giro dell'edificio, ed al quale si faranno anche terminare i conduttori discendenti della gabbia di protezione.

Pur essendo difficile il controllo delle reali proprietà d'una presa di terra, ciascuna presa potrà ritenersi ancora accettabile quando in nessun periodo dell'anno la sua resistenza ohmica salga nettamente al disopra di 30 o 40 ohm. Se la falda umida del terreno ha qualche importanza, non è però difficile realizzare con sicurezza resistenze che si mantengano permanentemente assai minori delle precedenti ⁽⁷⁷⁾.

Quando la natura rocciosa del terreno, o la sua permanente aridità sino a profondità notevoli, si opponga all'impianto di terre del tipo usuale, si potranno adottare terre del tipo di quelle che vengono dette (nella radiotecnica, ad es.), « terre di capacità », costituite da un certo numero di fili metallici nudi, lunghi qualche decina di metri ciascuno, disposti radialmente (in un piano pressochè orizzontale) intorno al punto dove la presa deve essere fatta e poggiati senz'altro nel terreno, o meglio, sepolti in esso a piccola profondità.

Del resto, le prese di terra sono l'elemento che forse più di ogni altro deve essere studiato impianto per impianto, in relazione alle condizioni locali del terreno ed alle sue eventuali risorse (vene fluide sotterranee, corsi d'acqua, pozzi, ecc.).

È opportuno, per altro, richiamare l'attenzione sul fatto che spesso nelle vicinanze o nell'interno stesso dell'edificio vi è il modo di realizzare una o due prese di terra veramente ottime: ed è quello di utilizzare come conduttori di terra le tubazioni sotterranee di distribuzione d'acqua e di gas; al quale scopo basta collegare la gabbia di protezione dell'edificio con queste tubazioni nei punti dove la distanza è minore, a mezzo, ad es., d'un conduttore terminante con un conveniente collare metallico, a pressione.

Veramente, nei riguardi delle tubazioni di gas, questo provvedimento è stato più volte ostacolato dalle Società proprietarie delle tubazioni, mosse dal timore di danni, i quali potrebbero anche assumere proporzioni notevoli per la facilissima infiammabilità del gas-luce; ed in talune città è anche intervenuta nel dibattito l'autorità municipale, vietando (nei soli riguardi delle tubazioni di gas) tali collegamenti. Ora, è anzitutto da rilevare che sarebbe certamente imbarazzato chi dovesse citare vari casi di danni importanti a tubazioni di gas provocati verosimilmente dal collegamento in questione; comunque, se il divieto di fare il collegamento può accettarsi come un eccesso di precauzione (che priva, per altro, la gabbia di protezione d'un ottimo completamento) nel caso in cui la tubazione rimanga sempre a considerevole distanza (parecchi metri) dai conduttori dell'impianto di protezione e da tutte le masse conduttrici ad essi collegate, lo stesso divieto diventa un vero errore quando non sia possibile mantenere ovunque tali distanze, per la facilità con la quale allora la corrente di scarica (che cerca di andare al suolo seguendo le sue leggi fisiche e preoccupandosi poco dei divieti municipali!) può saltare dai conduttori dell'impianto alla tubazione, la quale offre una « terra » eccellente, anche attraversando considerevoli spazi d'aria: ed allora l'arco o la scintilla che si formano possono realmente dar luogo ad incendi od esplosioni, a differenza

⁽⁷³⁾ Non ha importanza pratica il tentare dei calcoli, i quali dovrebbero necessariamente fondarsi sopra ipotesi, incerte quanto mai, relative al comportamento del terreno alle diverse profondità ed alle diverse distanze dal conduttore; tanto più che (come è stato già osservato) la resistenza ohmica non può essere considerata che come un indizio comodo della bontà della presa.

⁽⁷⁴⁾ Per i tubi, tale lunghezza è d'ordinario di alcuni metri; per i fili o le lunghe striscie, a non grande profondità, si può anche giungere a qualche decina di metri.

⁽⁷⁵⁾ Le due « terre » dovranno anche essere fatte ad una certa distanza l'una dall'altra; deve tenersi presente, fra altro, che, per ragioni dipendenti dall'andamento dei filetti di corrente nei mezzi conduttori indefiniti quali il suolo, la resistenza del complesso di due prese di terra eguali diventa la metà della resistenza d'una sola terra solo se i conduttori di terra sono notevolmente distanti. Per prese fatte nel modo sopra accennato la distanza deve essere almeno di una decina di metri.

⁽⁷⁶⁾ Tanto più che la ispezione delle terre non è così semplice come quella dei conduttori aerei. Ove si impieghino per i conduttori di terra dei metalli facilmente corrodibili, quale il ferro, si terrà presente che le corrosioni sono più accentuate specialmente nei punti di attacco ad altri metalli ed in quelli nei quali il conduttore esce dal suolo. A prevenire tali corrosioni, più che la pratica antica di ricorrere a verniciature adatte (limitate, s'intende, ai soli punti minacciati!) potrà adottarsi il sistema di rivestire i tratti in pericolo con manicotti di cemento ben aderenti.

⁽⁷⁷⁾ Ove un edificio, come è il caso generale, abbia più prese di terra, non sarà necessario (salvo casi speciali) misurarle una per una, la qual cosa richiederebbe il taglio di molti conduttori, per isolare ciascuna terra dal resto dell'impianto; potrà bastare la misura della resistenza offerta dal complesso delle n terre, ricordando che, se tutte le prese sono praticamente eguali e se sono a notevole distanza (almeno 12 o 15 metri) l'una dall'altra, la resistenza del complesso sarà, presso a poco, n volte minore di quella di ciascuna terra.

di ciò che accadrebbe se la corrente di scarica potesse raggiungere la tubazione attraverso un buon conduttore metallico continuo.

22. - Collegamenti della gabbia con le masse conduttrici esistenti nell'edificio.

In questi ultimi decenni, è andato sempre più estendendosi l'impiego dei materiali metallici per la costruzione degli edifici; senza giungere a certe caratteristiche costruzioni americane il cui scheletro è interamente di ferro, basterà ricordare l'impiego, nei comuni edifici, di ferri profilati per una quantità di funzioni statiche (solai, capriate, colonne di sostegno, ecc.), e la diffusione crescente del cemento armato, oltre, s'intende, alle applicazioni più antiche dei materiali metallici: grondaie, tubazioni d'ogni genere, ringhiere e parapetti, e così via. La questione dei rapporti fra queste masse metalliche e la rete di protezione dell'edificio è tra quelle che, pur non presentando gravi difficoltà di carattere concettuale, sono fra le più difficili, talvolta, da risolvere nella pratica.

Non v'ha dubbio, difatti, che con gabbie di protezione a maglie larghe, come quelle che d'ordinario si usano, le masse conduttrici esistenti nell'edificio offrano alle scariche nuove vie, specialmente se giungono in vicinanza dei conduttori dell'impianto; ed il pericolo principale sta nelle scariche attraverso l'aria (con tutti i loro effetti, incendiari e meccanici) che si produrrebbero ove effettivamente il fulmine, anziché seguire i conduttori della rete di protezione, trovasse più facile percorrere qualcuna di queste nuove vie.

Le soluzioni principali che si presentano sono due: o raffittire talmente le maglie della rete di protezione da rendere grandemente improbabile che il fulmine preferisca saltare sulle masse metalliche interne, oppure collegare nettamente tutte queste masse metalliche con la rete di protezione, in guisa che (come già è stato accennato per il caso delle tubazioni di gas) le scariche atmosferiche, trovando ovunque già preparate delle vie metallicamente continue, si ripartiscano fra i vari conduttori senza dar luogo ad archi o scintille attraverso l'aria. La prima soluzione, a causa del suo costo e degli inconvenienti, anche di natura estetica, ai quali dà luogo, non può evidentemente convenire che in casi affatto speciali⁽⁷⁸⁾; rimane dunque la seconda, come quella più generalmente consigliabile; tanto consigliabile, anzi, che per edifici di modeste esigenze estetiche (come quelli di campagna) essa può risolversi in una notevole diminuzione del costo dell'impianto, chè le masse metalliche esistenti nell'edificio possono essere addirittura utilizzate per la costituzione della gabbia di difesa in luogo di una parte dei conduttori che altrimenti sarebbe stato necessario acquistare e mettere in opera⁽⁷⁹⁾.

Nei comuni edifici, dunque, tutte le masse metalliche di una certa importanza⁽⁸⁰⁾ situate in prossimità della rete di protezione andranno collegate alla rete stessa, in almeno due punti convenientemente scelti, in guisa che vengano a formare come dei circuiti secondari disposti in derivazione rispetto i conduttori della rete⁽⁸¹⁾. Quanto, invece, alle masse metalliche importanti molto interne, potrà bastare la semplice messa a terra, purchè efficace⁽⁸²⁾. Ma la distinzione fra le due categorie di masse non può essere netta per ovvie ragioni; e sebbene taluno consigli di considerare come interne solo le masse situate ad una distanza, dai conduttori dell'impianto di prote-

zione, non inferiore al lato medio delle maglie più vicine, pure le decisioni definitive non potranno prendersi che caso per caso; specialmente poi ove si trattasse di edifici aventi qualche cosa di speciale o per la forma o per la natura del contenuto. E non si dimenticherà che l'Hedges [50], analizzando un certo numero di casi di danni prodotti dal fulmine in edifici protetti, ha mostrato che quasi sempre la causa poteva attribuirsi alla esistenza, nelle vicinanze dei conduttori dell'impianto, di importanti masse metalliche non collegate nè con l'impianto, nè col suolo.

Non si può negare che l'attuazione pratica dei provvedimenti ora consigliati possa incontrare difficoltà pratiche serie negli edifici già costruiti per la difficoltà di fare i collegamenti con talune delle masse metalliche che si trovassero immerse, per così dire, entro i materiali costituenti l'edificio; e queste difficoltà raggiungono forse il massimo nel caso degli edifici costituiti in tutto od in parte in cemento armato, nei quali non solo un gran numero di aste o di grossi fili di ferro si trovano annegati, e praticamente isolati fra di loro, entro una massa pochissimo conduttrice⁽⁸³⁾, ma è pressochè impossibile, dopo fatta la costruzione, andare a fare un numero sufficiente di collegamenti senza danneggiare la complessa struttura.

Se invece, durante la costruzione d'un edificio in cemento armato, si procurasse, come da tempo è stato autorevolmente e giustamente consigliato [49], di collegare metallicamente le parti principali dell'armatura (mediante legature aggiunte) fra di loro e col suolo, verrebbe a realizzarsi, senza grandi difficoltà e senza bisogno di ulteriori aggiunte, un tipo di gabbia di protezione sufficiente nella maggior parte dei casi. Sicchè, la protezione degli edifici in cemento armato si presenta tanto difficile da realizzare quando l'edificio è stato costruito senza speciali avvertenze, quanto relativamente semplice ed economica nel caso opposto: è questa una circostanza che non dovrebbe essere dimenticata.

23. - Sulla opportunità della aggiunta di aste metalliche verticali alla gabbia di protezione.

Sono state accennate (§ 19) le due diverse vie per le quali si è giunti ad ideare il tipo di protezione (a gabbia) dalle scariche atmosferiche che oggi deve indubbiamente considerarsi come il solo razionale. Ma di una delle due vie percorse rimane tutt'ora una traccia assai visibile in un particolare dell'impianto al quale, a torto, molti attribuiscono una grande importanza: si intende qui alludere alla presenza delle aste verticali, a punta unica od a punta multipla, residuo delle idee Frankliniane, che si vedono ancora, ed ancora da molti si installano, sulla parte superiore degli edifici, in aggiunta ai conduttori della rete di protezione. E si è molto discusso, più di quanto forse non ne valesse la pena, sopra i vantaggi e gli inconvenienti di questa aggiunta, da alcuni (ed anche da Melsens) ritenuta utile, data la ampiezza notevole delle maglie della rete, (o addirittura indispensabile), e da altri ritenuta pericolosa.

Ora, qualche cosa in proposito è stato già detto in altra occasione (§ 18). Basterà perciò rilevare adesso che, non insistendo più nessuno, ormai, nel proporre aste molto alte (difficilmente si superano i due metri), mentre da un lato appaiono eccessivi i timori di chi vede un serio pericolo nella presenza di tali aste (quando già esista, naturalmente, una rete di protezione), dall'altro appare ben poco fondata la speranza che esse accrescano sensibilmente la efficacia della protezione dell'edificio⁽⁸⁴⁾.

L'aggiunta o no di aste verticali di modeste dimensioni è dunque questione di importanza secondaria; sarà però nettamente consigliabile, in generale, di farne a meno, in quanto le somme occorrenti per la installazione di tali aste saranno certamente meglio impiegate se con esse si provvederà al raffittimento delle maglie di quella parte della rete che copre l'edificio, oppure al miglioramento delle prese di terra; cioè ad avvicinare il più possibile la gabbia di protezione al tipo a parete continua od a maglie molto strette, messa bene a terra, della antica esperienza di Faraday. Ma quando si trattasse di edificio o di costruzioni contenenti sostanze pericolose (de-

(78) In quello, ad es., di piccoli edifici contenenti sostanze infiammabilissime o facilmente esplosive.

(79) Questo è specialmente importante in quanto è proprio nelle campagne che sono maggiori i danni causati dalle scariche atmosferiche; la razionale utilizzazione di tutto ciò che gli edifici contengono di metallico può consentire l'attuazione assai economica di protezioni ancora sufficienti allo scopo; questa giusta idea ha trovato recentemente molti sostenitori, fra i quali, in Germania, il Findeisen ed il Ruppel, che hanno suggerito utili accorgimenti per ridurre al minimo le spese di impianto (45). E' chiaro, per altro, che non può menomamente parlarsi di un «nuovo» sistema di protezione degli edifici di modesta importanza, ma, tutt'al più, di utili adattamenti di criteri già noti.

(80) Delle quali dovrà essere verificata (e, occorrendo, ristabilita) la continuità elettrica.

(81) Non dovranno essere eccettuate dal provvedimento nemmeno le ringhiere di scale o balconi; chè se i collegamenti di cui sopra creano innegabilmente un certo pericolo (come più volte è stato osservato) per le persone che vi fossero vicine, tale pericolo è assai minore di quello al quale le stesse persone verrebbero esposte se, non esistendo i collegamenti, la scarica preferisse realmente passare attraverso le parti metalliche in questione, superando con un arco od una scintilla l'intervallo d'aria interposto.

(82) Per mezzo, ad es., della tubazione d'acqua, se questa non è lontana.

(83) La resistività del cemento e delle sue malte, benchè molto variabile con la qualità e, soprattutto, col grado di umidità, si aggira d'ordinario intorno a 10^4 ohm-cm. (Lindeck).

(84) Nella nota a piè di pagina n. 53, del § 18, è stato chiarito come nessuna importanza pratica abbia la forma, a punta semplice o multipla dell'estremo superiore dell'asta.

positi di esplosivi, di benzina, di petrolio, di oli minerali, ecc.), per la cui protezione si fossero adottate gabbie a maglie relativamente piccole, o che si trovassero entro recipienti metallici, bene messi a terra, l'aggiunta di aste dovrebbe essere senz'altro vietata; da esse, difatti, non potrebbe sperarsi più nulla di utile ⁽⁸⁵⁾, mentre rimarrebbero i timori (tanto più fondati quanto più le aste fossero alte) accennati sopra: e la necessità di ridurre allo stretto necessario il numero dei casi nei quali vengono effettivamente cimentati gli impianti di protezione, se sussiste per tutti gli edifici, è più imperiosa che mai per quelli contenenti sostanze pericolose.

24. - Masse conduttrici esistenti in prossimità dell'edificio.

Delle varie questioni generali, che ancora rimarrebbero, una merita particolare attenzione; ed è quella riguardante i rapporti dell'impianto di protezione con le masse più o meno conduttrici esistenti nelle vicinanze dell'edificio o che penetrino nel suo interno (alberi, linee elettriche d'ogni genere, siepi metalliche, ecc.).

Che la vicinanza di alberi accresca in qualche modo i pericoli che minacciano l'edificio non può esservi dubbio, almeno in senso qualitativo; chè mentre la forma slanciata degli alberi e la discreta comunicazione col suolo della loro parte inferiore costituiscono un vero e proprio invito per le scariche atmosferiche, le immane irregolarità della loro struttura e del loro comportamento elettrico lasciano temere che la scarica possa deviare, in tutto od in parte, verso oggetti vicini ⁽⁸⁶⁾; oltre alla possibilità che il fulmine, incendiando le parti secche dell'albero, le ramaglie e le foglie sparse sul suolo abbia a creare minaccie di altra natura. Ma non bisogna esagerare la entità, almeno per gli edifici comuni, di questi pericoli. Ove si tratti di alberi isolati, che non giungano all'altezza dell'edificio protetto (o, almeno, non vi giungano gli alberi più vicini) e non si tratti delle essenze più facilmente soggette a fulminazione (§ 14) l'entità del maggior pericolo non è tale da giustificare, specie in città, provvedimenti di nessuna specie. Nel caso di veri e propri boschetti, potrà bastare il diradamento nelle vicinanze dell'edificio (od il taglio degli alberi sino ad una certa distanza) e la pulizia periodica del terreno per evitare l'accumularsi di ramaglie e di foglie morte; provvedimenti, questi, da prendersi con un rigore che va apprezzato caso per caso, e che dovrà raggiungere il massimo nei riguardi degli edifici contenenti sostanze molto infiammabili od esplosive: potrà anche essere giustificato, in questi casi, l'abbattimento di ogni albero sino ad una distanza di qualche decina di metri dall'edificio. ⁽⁸⁷⁾

Più importante, specie nelle campagne, è la prossimità di linee elettriche aeree (per trasporto d'energia, linee telegrafiche, telefoniche, per segnalazioni d'ogni genere, ecc.). La frequenza con la quale le lunghe linee sono soggette a fenomeni importanti, di natura induttiva, provocate dalle scariche atmosferiche e, più di rado, a fulminazioni dirette, è stata notata sin da quando tali linee cominciarono a diffondersi; e lo studio dei mezzi atti ad attenuare questi fenomeni e ad impedirne le dannose ripercussioni nelle macchine e negli apparecchi generatori e ricevitori costituisce uno dei capitoli più importanti della tecnica degli impianti elettrici.

Nelle città sono aeree, in generale, solo le linee telegrafiche e telefoniche; e l'esperienza ha mostrato che esse, anche per la loro brevità, difficilmente danno luogo ad incidenti gravi ove, come è ordinariamente il caso, siano costruite con le necessarie cure e provviste, ad ogni ingresso negli edifici, degli appositi e noti apparecchi di protezione in uso presso le Amministrazioni.

Diverso è il caso nelle campagne, dove le linee sono sempre più lunghe e più esposte; sarà dunque opportuno che

⁽⁸⁵⁾ Al limite, per gabbia a maglie molto strette od a parete continua, l'aggiunta di aste avrebbe effetto assolutamente nullo nei riguardi della protezione dei corpi interni.

⁽⁸⁶⁾ Sono stati fatti a varie riprese dei tentativi di utilizzare a scopo di protezione la discreta conduttività elettrica degli alberi e delle loro radici, trasformando gli alberi, per esempio, in parafulmini veri e propri, di tipo frankliniano, magari con l'aggiunta di conduttori metallici disposti lungo il tronco. Ma le grandi incertezze derivanti dalle differenze individuali di comportamento degli alberi, e le difficoltà pratiche di esecuzione, non permettono di fare serio assegnamento, sulla possibilità di utilizzare gli alberi allo scopo accennato; indipendentemente, questo dal modo spesso irrazionale nel quale la utilizzazione vorrebbe essere fatta.

⁽⁸⁷⁾ La distanza è da tenere tanto maggiore quanto più gli alberi siano di specie soggetta a fulminazione, quanto più siano alti e diano luogo a detriti e ramaglie resinose.

esse passino a notevole distanza ⁽⁸⁸⁾ e, nel caso che debbano entrare nell'edificio ⁽⁸⁹⁾, si dovrà curare la installazione all'ingresso, di adatti scaricatori o di dispositivi equivalenti, aventi lo scopo di permettere alle eventuali sovratensioni di scaricarsi immediatamente e facilmente verso terra senza danneggiare l'edificio. La reale entità del pericolo connesso con la entrata negli edifici dell'estremo di lunghe linee ha provocato la invenzione di vari dispositivi, anche ingegnosi; uno dei più semplici ed efficaci è però sempre quello di trasformare la linea da aerea in sotterranea per un breve tratto (qualche decina di metri) prima dell'ingresso nell'edificio, curando che il rivestimento metallico del cavo sia realmente in buona comunicazione col suolo: è chiaro che in tal modo lo strato isolante del cavo verrà a funzionare come una specie di « valvola fusibile » contro le sovratensioni che tendessero a propagarsi lungo il cavo.

Infine, quanto alle masse metalliche d'altra natura che si trovassero nelle vicinanze dell'edificio (siepi in filo di ferro, rotaie, ecc.) sarà generalmente sufficiente controllare ch'esse siano in buona comunicazione col suolo ⁽⁹⁰⁾, specie nella parte più vicina all'edificio.

25. - Conclusioni.

Benchè il presente scritto sia riuscito più lungo di quanto lo scrivente avrebbe desiderato, pure molto si sarebbe potuto ancora aggiungere a ciascuna delle parti di cui esso si compone, sia nel senso di accrescere la documentazione sperimentale e tecnica, abbondantemente accumulata in un secolo e mezzo di osservazioni e studi (e della quale le poche indicazioni bibliografiche che seguono non danno che una idea inadeguata), sia nel senso di discutere più largamente i vari punti della questione, o di trattare argomenti assai affini.

Ma lo scopo non era già quello di fare una monografia veramente completa, la quale, del resto, non avrebbe trovato sede adatta in una rivista tecnica; nè è sembrato necessario, data la categoria di persone alla quale lo scritto è destinato, insistere sopra tutto ciò che avesse carattere generale, anzichè specifico per la questione della protezione degli edifici.

Così, non è stata discussa esplicitamente la questione della verifica periodica e della manutenzione degli impianti, in quanto si tratta di necessità analoghe a quelle che si presentano in tutti gli impianti elettrici destinati a rimanere a lungo senza sorveglianza tecnica; e, nel caso attuale, dalle considerazioni svolte nei vari paragrafi discende chiaramente la opportunità di eseguire la verifica piuttosto esaminando con l'occhio lo stato delle varie parti dell'impianto che unicamente in base a prove elettriche, per esempio di continuità e di resistenza, i cui risultati, se non completati da osservazioni dirette, non sono nè sempre suscettibili di interpretazione sicura, nè di importanza decisiva nei riguardi della previsione del comportamento dell'impianto in caso di scariche atmosferiche.

Piuttosto, conviene aggiungere alcune parole sopra la opinione, abbastanza diffusa anche fra ingegneri, che « un impianto fatto male metta l'edificio in condizioni peggiori della mancanza di qualunque impianto di protezione ». Ora, limitatamente al caso degli impianti di protezione che oggi si installano o si vedono ancora sopra gli edifici, cioè di impianti muniti tutt'al più di modeste aste verticali nella loro parte superiore, non v'ha dubbio che incontrerebbe le più grandi difficoltà chi cercasse dei fatti seri in appoggio della opinione sopra riportata; la quale appare essere, verosimilmente, la esagerazione estrema di un rilievo ben diverso, che trova invece sicuro fondamento nei fatti osservati: che, cioè, l'efficacia di un sistema di protezione dipende in gran parte, oltrechè dal tipo d'impianto, anche dal modo come è eseguito, dalla giudiziosa sistemazione dei conduttori, delle terre e dei collegamenti con le varie parti metalliche importanti dell'edificio. La verità è che un impianto di protezione del tipo usuale può dar luogo ad una protezione molto minore di quella ragionevolmente presumibile ove non sia progettato e costruito con retti criteri tecnici; la qual cosa è specialmente importante (ed ha dato appunto luogo ai rilievi più noti) nei casi nei quali, per la natura eccessivamente pericolosa del contenuto dell'edificio, sia di sommo interesse che la protezione contro le scariche atmosferiche sia la più completa possibile, dati i mezzi che si consente ad impiegare.

⁽⁸⁸⁾ Almeno parecchi metri; per edifici contenenti sostanze facilmente infiammabili ed esplosive e per lunghe linee di trasmissione, sarà prudente giungere anche a qualche decina di metri.

⁽⁸⁹⁾ Ciò che potrà essere addirittura vietato in casi speciali!

⁽⁹⁰⁾ Il semplice appoggio sul terreno può non essere sufficiente.

Ed il presente scritto avrebbe già raggiunto buona parte del suo scopo se fosse riuscito a persuadere gli ingegneri della necessità di occuparsi con maggior attenzione di questa categoria di impianti elettrici, modesta sì, ma più irta di difficoltà e di incertezze di quanto non si creda. Il loro intervento riuscirà particolarmente utile sia nel dare consigli veramente illuminati, caso per caso, sulla reale opportunità, tenuto conto di tutto, di eseguire l'impianto di protezione; sia nell'elaborare il progetto in modo che, a parità sensibile di protezione da conseguire, il costo dell'impianto risulti minimo con l'accorta disposizione delle varie parti e la utilizzazione razionale delle strutture metalliche già esistenti nell'edificio; sia, infine, con la raccolta intelligente di tutti quei dati di fatto e di quelle osservazioni, relative al funzionamento di impianti già costruiti o, in genere, ai fenomeni elettrici dell'atmosfera, che sembrassero suscettibili di far progredire la nostra conoscenza di questa intricata parte della elettrofisica.

26. - Alcune indicazioni bibliografiche.^(*)

- [1] BECCARIA - Dell'Elettricità terrestre atmosferica a cielo sereno - Torino (1775).
- [2] C. T. R. WILSON - Proc. Cambr. Phil. Soc. - 1900 - v. 2°, pagina 52.
H. GEITEL - Phys. Zeitschr. - 1900 - vol. 2°, pag. 116.
- [3] LANGEVIN - Comptes Rendus, Parigi - 1905 - volume 140, pagina 232.
- [4] W. J. HUMPHREYS - Journ. Franklin Institute - 1918 - vol. 186, pag. 364, ecc.
E. MATHIAS - Ann. di Physique - 1922 - vol. 18.
- [5] RUTHERFORD e COOK - Phys. Rev. - 1903 - vol. 16, pag. 183.
MAC LENNON e BURTON - Phys. Rev. - 1903 - vol. 16, pag. 184.
- [6] BUMSTEAD - Am. J. Sciences - 1904 - vol. 18.
BAUER e SWANN - Pubblicazione 175 della Carnegie Institution (Washington).
RUTHERFORD - Radioactive Substances - Cambridge - 1913 - p. 480.
- [7] KOLHÖSTER - Deutsche Phys. Gesell. - 1914 - 30 luglio.
- [8] COULUMB - Mém. Acad. Paris - 1785 - p. 616.
- [9] LINNS - Met. Zeitsch. - 1887 - vol. 4°, pag. 345.
- [10] FRANKLIN - Experiments on Electricity - 1769, p. 66 e pag. 107.
LE MONNIER - Acad. Roy. des Sciences - 1752 - pag. 233.
- [11] SWANN - Phys. Rev. - 1917 - vol. 9.
- [12] KÄHLER - Luftelektrizität - Göschen - 1913.
SIMPSON - Phil. Mag. - 1915 - vol. 30, pag. 1.
SIMPSON - Phil. Trans. Roy. Soc.; A. - 1909 - vol. 209 - pagina 379.
BALDIT - Le Radium - 1912 - vol. 9.
- [13] HUMPHREYS - J. Frankl. Institute - 1918 - pag. 785.
- [14] ELSTER e GEITEL - Wied. Ann. - 1885 - vol. 25 - pag. 123.
ELSTER e GEITEL - Phys. Zeitschr. - 1913 - vol. 14 - pag. 1287.
- [15] RAYLEIGH - Proc. Roy. Soc. - 1879 - vol. 28.
- [16] EVE - Phil. Mag. - 1907 - vol. 14.
ENGLUND - Phil. Mag. - 1914 - vol. 27 - pag. 457.
- [17] LEONARD - Met. Zeit. - 1904.
- [18] SIMPSON - Phil. Trans. Roy. Soc.; A. - 1909.
NOLAN - Proc. Roy. Soc.; A. - 1910.
- [19] SIMPSON - Proc. Roy. Soc.; A. - 1910.
SCHINDELHAUER - Ver. Kon. Preuss. Met. Institut - 1913.
ARTOM - Rend. Lincei - 1922 - pag. 513.
- [20] RUDGE - Proc. Roy. Soc.; A. - 1914 - pag. 256-272.
- [21] HAWKSBEER - Phil. Trans. - 1705; 1707.
WALL - Phil. Trans. - 1708.
GRAY - Phil. Trans. - 1735.
FRANKLIN - Experiments on electricity - ed. 1769.
- [22] VIOLE - C. Rendus - Parigi - 1910 - vol. 132.
TOEPLER - Ann. di Physik. - 1900.
DE JANS - Ciel et terre - Bruxelles - 1910 - vol. 31.
SAUTER - Met. Zeitschrift - 1895.
MATHIAS - Ann. di Physique - 1922.
ARAGO - I temporali - (Op. completa - vol. 4°).
MURANI - I parafulmini - Milano 1893.
LEPEL - Met. Zeitschr. - 1889-1890.
HANN - Meteorologie - 1901 - pag. 630.
DELLA RICCIA - Parafulmini - Riv. Art. e Genio - 1899.
- [23] MUNCKE - Met. Zeitsch. - 1893.
RIGGENBACH - Met. Zeitsch. - 1897.
A. TISSANDIER - L'Océan arien - pag. 153.
HANN - Meteorologie - pag. 630.
- [24] O. LODGE - Lightning conductors and lightning guards - 1892 - Londra - pag. 171.

(*) La bibliografia riguardante i fenomeni elettrici dell'atmosfera, le scariche temporalesche e la protezione degli edifici è ricchissima, come potrà constatare chiunque scorra le pubblicazioni speciali e le riviste scientifiche e tecniche. Le presenti indicazioni non hanno perciò alcuna pretesa di essere complete; esse si limitano a quelle pubblicazioni che sono sembrate di maggiore importanza, dato lo scopo del presente scritto, o per il loro valore intrinseco (scientifico o storico), oppure per il riferimento che ad esse si è fatto nel testo.

- [25] HUMPHREYS - J. Franklin Institute - 1918 - I. - pag. 224.
E. THOMSON - E. T. Z. - 1910.
F. EMDE - E. T. Z. - 1910.
KÄHLER - Luftelektrizität - Göschen - 1913.
- [26] F. POCKELS - Ann. di Physik, vol. 63-65.
- [27] DE BLOIS - Proc. Am. Inst. El. Eng. - 1914 - vol. 33 - pag. 563.
- [28] WALTER - Ann. di Physik - vol. 68 (1899) - vol. 10 (1910).
WALTER - Jahrbuch der Hamburg Wiss. Anstalt - vol. 27 (1909).
WEBER - Ber. Kön. Akad. - Berlin - 1889.
- [29] SCHMIDT - E. T. Z. - vol. 26 - 1905 - pag. 1903.
TOUCHET - C. Rendus - 1905 - vol. 140 - pag. 1031.
- [30] PETIT - «Nature», - 1887 - pag. 342.
FRANK - Met. Zeitsch. 1892 - vol. XXVII - pag. 308.
- [31] HENDRICKS - Journ. Ann. Inst. El. Eng. - ottobre-nov. 1922.
- [32] HUMPHREYS - J. Franklin Institute - 1918 - II. - pag. 215.
- [33] POLLOCK e BARRACLOUGH - The Electrician - 8 giugno 1906 - pag. 281.
- [34] NORTHRUP - Trans. Am. Chem. Soc. - 1909 - vol. 15 - pag. 303.
- [35] POCKELS - Ann. di Physik - 1897 - vol. 63 - pag. 195; 1898, vol. 65 - pag. 458; Met. Zeitsch. - 1898, pag. 41; Phys. Zeitsch., 1901, pag. 306.
- [36] Per es.: ECCLES - Wireless Telegraphy and Telephony - 1918 - pag. 74.
- [37] RINKEL - Elektr. Zeitschft. - 1911 - pag. 347.
- [38] FOX - Astrophysical Journ. - 1913 - vol. 18 - pag. 293.
- [39] WOOD - Phil. Magazine - 1899 - vol. 48 - pag. 218.
WOLF-CZAPEK - Angewandte Photographie - vol. 1° - tav. 1.
- [40] MELSENS - Ac. Royale de Belgique - Mémoires couronnés - volume XXVI - 1875 (Le Coup de foudre de la Gare d'Auvers).
- [41] KAYSER - Ber. Kön. Akad. - Berlin - 1884 - pag. 611.
- [42] RUPPEL - E. T. Z. - 1912 - pag. 616.
- [43] RUPPEL - E. T. Z. - 1913 - pag. 643.
- [44] STAHL - Die Blitz Gefährdung der verschieden Baumarten - Jena, 1913.
- [45] KOESTLER - Blitzgefahr und Blitzschutz - Burgdorf - 1914 - pagina 101.
- [46] PETERS - Protection of life and property against lightning - Techn. Papers Bur. Standards - Washington - 1916.
CHRONICLE FIRE TABLES - 1903 - Chronicle Publishing Co. - New York.
- [47] I. W. P. - Lightning Conductors on the Melsens System - Londra - «The Electrician» Office - (anno?).
- [48] O. LODGE - Lightning conductors and lightning guards - Londra - 1892.
- [49] Norme per l'impianto di parafulmini negli edifici (Ministero della Guerra - Roma) - Edizione 1918; edizione 1924.
E. T. Z. - 1904 - pag. 885.
E. T. Z. - 1921 - pag. 522.
- [50] K. HEDGES - Modern Lightning Conductors.

□ □ SULLE SCARICHE ATMOSFERICHE DI FORMA GLOBULARE □ □ □ □

G. F. VANDEPERRE

(Sono note le opinioni contraddittorie che da varie parti sono state espresse circa la reale esistenza e la possibile spiegazione di quel curioso fenomeno che è la scarica atmosferica globulare; ad esse si accenna anche nella monografia «Le scariche elettriche temporalesche e la protezione degli edifici», del Prof. U. Bordini, che è attualmente in corso di pubblicazione in questo giornale. Riusciranno perciò interessanti le note che seguono, tratte, col consenso dell'Ing. Vandeperre, da una lettera da lui scritta in questi giorni al Prof. Bordini; tanto più che è estremamente raro il caso di un tecnico che abbia potuto essere ripetutamente testimone oculare del fenomeno. - N. d. R.).

Nel 1876, mentre lavoravo nell'ufficio telegrafico della stazione principale di Liegi, in una giornata di tempo coperto ma senza temporale, vidi all'improvviso uscire dalla colonnetta di un apparato Morse, ove un mio superiore stava ricevendo un dispaccio, una palla di fuoco che, mentre usciva dalla colonnetta era allungata, e appena staccatasi assunse la forma sferica, e la dimensione di uno di quei palloncini colorati che formano la delizia dei bambini. Quella folgore si librò dolcemente in aria, e movendosi lentamente, si accostò alla fronte del mio capo ufficio, il quale non vedeva nulla perchè era inchinato sopra la carta ove si marcavano i segnali del corrispondente; e delicatamente, la folgore gli sfiorò i capelli della fronte, poi se ne discostò sempre lentamente, ed elevandosi alquanto, si diresse, verso la monumentale stufa di ghisa posta a circa due metri di distanza, accelerando la corsa man mano che vi si avvicinava, e precipitandosi finalmente contro la ghisa, al contatto della quale essa scomparve istantaneamente con un rumore secco e simile a quello di una frustata; in quel momento, il mio

capo ufficio alzò la testa e, alla scomparsa della folgore, fece una risatina, giammai sospettando il grave pericolo da lui corso un momento prima.

Credevamo tutto finito così, allorché, trascorsi pochi minuti secondi, sentimmo un gran rumore nella scala contigua, come di cosa che crollasse: e infatti, seppi che il camino di muratura posto sul tetto dell'ufficio, era stato completamente demolito dalla folgore, la quale, uscendo dalla stufa, era salita nell'interno della canna di ferro che sormontava questa ed era così arrivata nel camino di muratura.

Tutto ciò era stato per me un avvenimento assolutamente nuovo, e mi ricordo benissimo che quella palla di fuoco emetteva alla superficie una quantità di *aigrettes* di fuoco anch'esse, ma che sparivano (o rientravano) subito; insomma quella folgore mi è sembrata in preda ad un gran travaglio interno e continuo.

Inoltre, la calma conservata dal mio capo ufficio nel ricevere il dispaccio dal suo corrispondente per mezzo dell'apparato Morse da cui uscì la folgore, dimostra che questa non perturbò affatto la comunicazione, ciò che è inspiegabile per chi sa quanto fastidio cagionino i temporali alle comunicazioni telegrafiche, e quante volte i telegrafisti, specie nei piccoli uffici, siano costretti a sospendere il lavoro ed a mettere tutte le linee a terra per evitare alle persone ed agli apparecchi i pericoli delle scariche atmosferiche.

Infine, vi era, nel fenomeno da me osservato, un'altra circostanza incomprensibile. La folgore uscì dalla colonna d'ottone porta-zona dell'apparato: or bene, quest'accessorio (che si termina come già ho detto, con una piccola sfera d'ottone anch'essa), non è affatto in comunicazione colla linea servita dall'apparato telegrafico medesimo, e neppure colla terra! Da qual parte sia venuta questa folgore, l'ignoro ancora.

Una seconda volta, e cioè qualche anno dopo, sempre con tempo coperto, nello stesso ufficio telegrafico di Liegi, rividi la folgore globulare: eravamo in molti impiegati a sedere, occupati ai nostri rispettivi apparati, allorché apparve, non so come, una folgore di fuoco identica a quella vista precedentemente, che si librava lentamente a circa un metro e mezzo d'altezza, nel mezzo dell'ufficio; già eravamo stati avvertiti dai nostri superiori che, in circostanze simili, era pericoloso fuggire o semplicemente agitarsi vivamente, perchè la corrente d'aria così creata poteva attirarci addosso quella palla di fuoco misteriosa; e perciò quei miei colleghi presso i quali l'ospite inatteso quanto sgradito volteggiava troppo vicino, usarono prudenza e si scansarono lentamente senza essere toccati; già credevamo che la stufa di ghisa sarebbe stata la meta preferita della folgore, allorché, in un baleno, questa cambiò direzione, e tornando indietro, si precipitò contro il gran commutatore d'ottone e vi scomparve con un tuono formidabile, spaccandolo dall'alto in basso ed in modo da renderlo completamente inservibile.

Nel 1878, durante l'estate, rividi la folgore globulare per la terza volta, nel medesimo ufficio, e sempre di giorno; ma contrariamente alle due volte precedenti, fu durante un violento temporale per cui tutte le linee erano state messe a terra, e quindi tutti gli apparati erano esclusi, e gli impiegati, inattivi per forza, erano usciti momentaneamente.

Io stavo passeggiando fuori dell'ufficio da qualche tempo, aspettando che il maltempo si calmasse; ripassando innanzi il portone che si apriva verso l'interno della stazione vidi una folgore globulare che si librava tranquillamente in aria nel mezzo dell'ufficio. Convinto ormai che tale fenomeno fosse cosa frequente e quasi ordinaria, non ci badai diversamente, e non l'osservai nemmeno.

Mi ricordo però che essa non commise alcun danno quella volta. Ma è strano, stranissimo il fatto che, mentre tutte le linee erano a terra fin dall'entrata dell'ufficio, e che, perciò, tutti gli apparati erano esclusi da quelle linee, la folgore abbia potuto penetrare nell'ufficio. Bisognerebbe ammettere che essa sia uscita da terra, poichè tutti gli apparati sono permanentemente collegati colla terra che, in telegrafia, serve esclusivamente da filo di ritorno.

Dopo quella volta, non ebbi mai più occasione di osservare tal forma specialissima di folgore, sebbene io sia stato, dal 1880 in poi, per più di otto anni, occupato in un altro ufficio assai più grande (quello di Bruxelles), ove ebbi occasione di assistere a temporali d'intensità variatissima, e qualche volta veramente terrificanti per la loro straordinaria veemenza e durata: dove vidi pure *aurora boreali* interrompere per parecchi giorni di seguito, il servizio telegrafico, specialmente sulle linee *meridiane*, le quali erano percorse *notte e giorno* da correnti o alternate, o intermitteni a brevissimi periodi; mai più mi si manifestò la folgore globulare.

Conosco però a Roma due persone che furono testimoni di tale manifestazione capricciosa, qualche volta innocua, altre volte terribile, sempre temibilissima, della folgore.

Ad una signora romana, mentre stava a letto in casa sua in campagna, presso San Vito, la folgore comparve nella camera stessa, e girandole tutt'attorno, finì coll'uscire tranquillamente per la finestra aperta, ed in apparenza senza fare alcun danno.

Ma quando quella signora, inchiodata nel suo letto dalla paura, si riebbe e poté alzarsi, constatò che gli angoli superiori del letto di ferro eransi fusi, sebbene la signora nulla avesse risentito, tranne lo spavento ben comprensibile.

IL CONTROLLO SPERIMENTALE DELLE CORRENTI VAGANTI (Nota preliminare) □

GIUSEPPE REVESSI

L'anno scorso, in seguito ad accordi coll'antico Presidente del nostro Comitato Elettrotecnico, Ing. Semenza, ebbi a sottomettere ai Colleghi del Comitato uno schema di ricerche sulle correnti vaganti, che avrebbero dovuto rappresentare il naturale presupposto d'una regolamentazione delle medesime.

Ritengo infatti, che una tale regolamentazione non si possa attuare con vera utilità, finchè non si abbia a disposizione un metodo di controllo *diretto* delle correnti vaganti, in modo che la loro più o meno precisa determinazione dipenda essenzialmente dalla cura impiegata nelle misure piuttosto che dalla conoscenza di altri fattori, anche se di più semplice accertamento, non univocamente connessi coll'intensità delle correnti.

Perciò qualunque elaborazione di norme eseguita sulla falsa-riga delle Norme tedesche del 1910-11 non si presta, a mio credere, a decidere utilmente se la rete di ritorno di un impianto tramviario sia da considerare realizzata e mantenuta a regola d'arte: limiti di caduta di tensione fra punti diversi della rete stessa, comunque stabiliti, possono riuscire eccessivi o deficienti a seconda di circostanze locali complesse e difficilmente precisabili con sicurezza, come dimostra la dizione stessa in proposito delle norme sovraccennate, e delle altre, che più o meno le hanno seguite; misure dirette di corrente o della sua densità esigono, coi metodi finora proposti, quasi sempre scavi e alterazione delle condizioni di fatto preesistenti, che rendono vana la più parte delle volte, e specie quando si tratti di contestazioni, la loro applicazione; la delicatezza di queste misure di corrente, e i movimenti di terra, che di regola richiedono, esclude, che si possano eseguire e ripetere su larga scala, come talora sarebbe utile per individuare i punti di maggior dispersione, e portarvi rapidamente ed economicamente rimedio.

Non bisogna inoltre dimenticare, che si tratta di materia, in cui possono essere vulnerati, per i danni inerenti all'elettrolisi, i diritti dei terzi, e che quindi, poichè le correnti vaganti non possono in nessun caso essere totalmente eliminate, e forse neppure ridotte a una troppo piccola percentuale delle correnti totali in giuoco, si accresce la opportunità di un controllo diretto di queste correnti. Utilmente, soltanto dopo raggiunto questo scopo si può porre il problema di stabilire limiti equi per l'entità o la proporzione di correnti vaganti, che possono nei diversi casi essere tollerate senza probabilità di danni per i terzi, quando almeno questi da parte loro abbiano pure provveduto a qualche opportuno accorgimento nella installazione e nella manutenzione dei loro impianti. Utilmente le norme potrebbero così instaurare e favorire quella ragionevole collaborazione senza della quale è sempre possibile, che l'insidia di qualche nascosto drenaggio sia causa di danni.

Queste premesse mi avevano condotto alla persuasione, che per arrivare a delle *Norme italiane*, che rappresentino realmente un progresso, occorresse innanzi tutto dar vita a un metodo di diretto controllo delle correnti vaganti, occorresse quindi impiegare il medesimo a saggiare impianti diversi semplici e complessi, buoni e cattivi; si potesse finalmente in base ai risultati ottenuti, e per ovvie ragioni in nessun caso destinati alla pubblicazione, redarre un ragionevole schema di norme, discuterle con gli interessati per le eventuali modifiche, promulgarle infine.

La brevità, per problemi di questo genere, del tempo trascorso, la difficoltà di preparare apparecchi e di effettuare con questi misure, che devono esser fatte fuori da un laboratorio,

e interferire colla strada e con un pubblico servizio, hanno fatto sì che, malgrado ogni buona volontà, il progetto è ancora sulla carta, ed io avrei continuato a tacere in attesa di poterne avere qualche conferma sperimentale; ma poichè il nuovo Presidente Prof. Lombardi e i Colleghi del Comitato mi hanno fatto conoscere il desiderio, che le mie proposte sull'argomento sieno intanto rese note, aderisco volentieri.

Questi i precedenti e le ragioni della breve nota, che mi auguro possa affrettare la soluzione di un problema modesto, ma in pratica di importanza non lieve.

*

Il metodo di controllo che si propone, si fonda sulla determinazione diretta delle correnti vaganti, senza affatto passare per una determinazione preliminare delle cadute di tensione, ed ha l'ulteriore vantaggio di limitare le operazioni all'impianto tramviario senza minimamente toccare il terreno e le canalizzazioni appartenenti ad altri servizi; non richiede infine speciali impianti fissi, come ad esempio fili piloti, in pratica difficili ad esser mantenuti in condizioni di sicura efficienza.

Esso raggiunge lo scopo colla determinazione sperimentale lungo i binari, specialmente in corrispondenza alle presumibili zone neutre, e anche limitando le prove alle ore di scarso traffico, del rapporto fra la corrente che segue il binario e quella che percorre il tratto sovrapposto del filo di lavoro, mediante un dispositivo (fig. 1), che realizza lo schema del

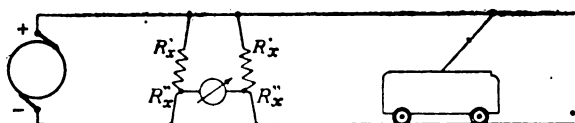


Fig. 1.

ponte doppio di Thomson, ma colle modificazioni imposte dal diverso scopo, e dalle condizioni diverse, soprattutto nei riguardi della tensione del filo di lavoro, in cui la misura deve eseguirsi.

Si abbia per ciascuno dei punti della rete, in cui si intende ripetere la prova, tarato l'apparecchio nel modo, che si dirà in appresso, cioè definito il rapporto $\alpha_{100} = \frac{R'_{100}}{R''_{100}}$ in corrispondenza all'ipotesi, che filo aereo e rotaia sieno percorse in senso inverso dalla corrente medesima, e si determini per

il punto considerato il nuovo rapporto sotto traffico $\alpha_x = \frac{R'_x}{R''_x}$; il rapporto $\frac{\alpha_{100}}{\alpha_x} \cdot 100$ esprime allora la percentuale della corrente del filo aereo, che segue ancora il binario, mentre il suo complemento a cento esprime la corrispondente percentuale delle correnti vaganti.

Poichè a variare il risultato influisce piuttosto la distribuzione dei carichi, che il loro valore assoluto, così sembra di potere di regola evitare misure nelle ore di massimo traffico e colle strade più ingombre, mentre la inevitabile oscillazione di α_x durante le misure non appare tale da non poter essere seguita da un abile operatore, tenuto anche conto che si tratta di misure, che per loro natura non richiedono una particolare esattezza.

Qualora i percento così ottenuti sieno per i diversi tronchi alimentati da una medesima sottostazione assai diversi fra loro, e nulla esclude che in qualche caso la corrente nelle rotaie possa esser maggiore che nel filo, od avere il medesimo senso, potrà essere necessario passare dai valori relativi ai valori assoluti delle correnti, ciò che si potrà sempre, almeno approssimativamente, ottenere valendosi delle indicazioni degli amperometri inseriti in sottostazione sui vari alimentatori sia positivi che negativi, eventualmente mediante un amperometro inserito sui coltelli di sezionamento; comunque sarà possibile di determinare il volume massimo percentuale delle correnti vaganti proprie di ciascuna sottostazione, volume massimo, che sarà il primo, se non l'unico indice, per giudicare dell'efficacia dei mezzi predisposti a limitare le correnti stesse.

Contemporaneamente un'opportuna rappresentazione analitica o grafica dei risultati delle misure riportata sullo schema stesso della rete potrà mettere in evidenza l'andamento generale delle correnti vaganti e le sue anomalie, col risultato di permettere di rilevare le insufficienze locali dei binari e dei cavi di ritorno e gli eventuali *drenaggi* più pericolosi esercitati dalle altre canalizzazioni, indirizzando razionalmente sia gli ordinari lavori di manutenzione dei giunti e degli attacchi, sia quegli straordinari di riordinamento e di ampliamento.

Tutto ciò costituirà a suo tempo argomento essenziale delle norme.

*

La taratura del ponte per i singoli punti della rete può presumibilmente essere eseguita in parecchi modi:

a) Quello teoricamente più semplice e sicuro, sebbene non di facile esecuzione, soprattutto in dipendenza della disponibilità di un'adeguata sorgente di energia elettrica trasportabile a intensità relativamente grande e a piccola tensione, è

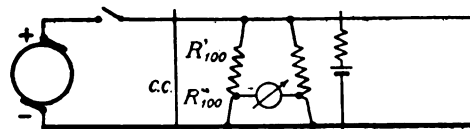


Fig. 2.

schematicamente rappresentato nella fig. 2, e non abbisogna di speciale commento;

b) Per una linea a sbalzo sicuramente alimentata da un solo estremo anche per ciò che concerne il ritorno della corrente, si può far uso del dispositivo schematicamente rappre-

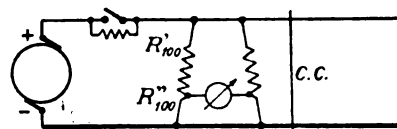


Fig. 3.

sentato nella fig. 3, preferibilmente funzionando in sottostazione a tensione ridotta o addirittura con una dinamo a bassa tensione;

c) Nell'eventualità più comune che la corrente possa giungere al corto circuito da entrambi le parti (fig. 4), sia per

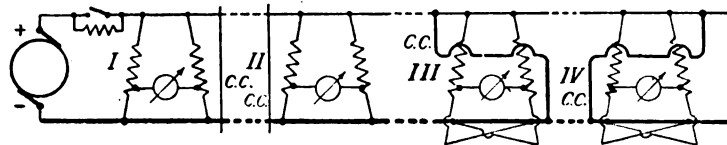


Fig. 4.

quanto riguarda il filo aereo che le rotaie, occorre disporre il corto circuito nelle quattro possibili disposizioni rispetto al ponte, una in realtà essendo sovrabbondante, ma riuscendo utile per il controllo dei risultati.

Indicato allora con ρ il rapporto fra la resistenza del filo di lavoro e quella del tratto di binario interessato, sempre escluso ogni giunto, risulta, chiamando rispettivamente con I' e I'' le correnti, che convergono al corto circuito nel filo di lavoro, e con i' e i'' le correnti che se ne dipartono sui binari

$$\alpha_I = \frac{I'}{i'} \rho; \alpha_{II} = \frac{I''}{i''} \rho; \alpha_{III} = \frac{I'}{i'} \rho; \alpha_{IV} = \frac{I''}{i''} \rho,$$

dove per le due ultime prove occorre commutare gli estremi verso terra del ponte.

Posto allora

$$c = \frac{\alpha_{III}}{\alpha_I} \quad \text{e} \quad k = \frac{\alpha_{IV}}{\alpha_{II}}$$

e tenuto conto che

$$I' + I'' = i' + i'' = I$$

corrente totale di corto circuito, risulta

$$I = I' (1 + c) = i' (1 + k),$$

da cui

$$\frac{I'}{i'} = \frac{1 + k}{1 + c} = C,$$

cioè finalmente

$$\alpha_{100} = \rho = C$$

d) Tenuto poi conto, che il tratto di binario interessato alla misura non dovrà di regola contenere giunti, e che esula da questo genere di ricerche la necessità e la possibilità di una grande esattezza, appare finalmente assai probabile, che dopo i primi assaggi risulti superflua una vera e propria taratura, come quella qui considerata, e sufficiente invece il semplice

calcolo del rapporto ρ in base alla sezione delle rotaie e del filo di lavoro, eventualmente dell'usura sofferta specie dal filo di lavoro, e delle rispettive conducibilità.

*

Una conveniente disposizione dell'apparecchio di misura può essere quella rappresentata dalla fig. 5, che presuppone un'adatta base di legno convenientemente stagionato e com-

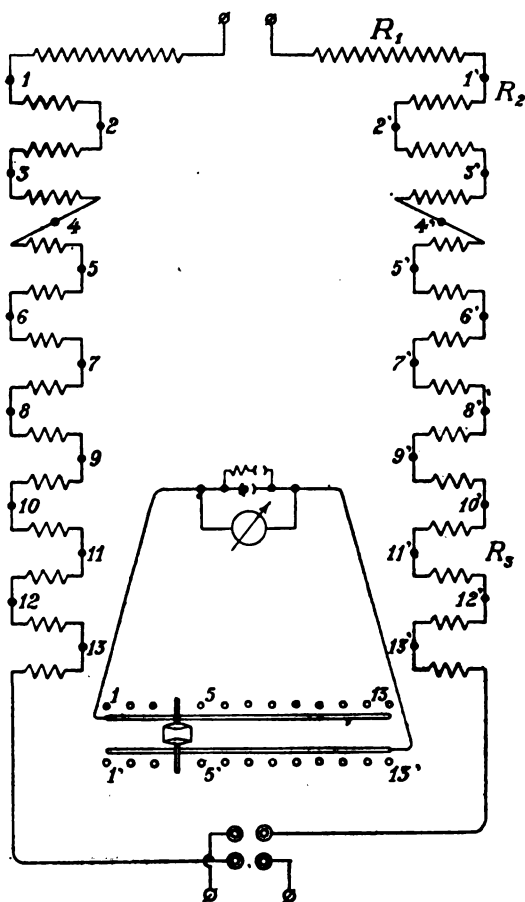


Fig. 5.

pensato e un'adeguata protezione da contatti accidentali per gli elementi elettricamente vicini al filo di lavoro; lo schema, oltre alla doppia serie di resistenze e al galvanometro col proprio shunt, presenta anche come organi necessari al suo impiego un commutatore verso terra e un doppio contatto scorrevole per stabilire rapidamente la posizione di equilibrio del ponte, od ottenere almeno due deviazioni di segno contrario, che permettano di dedurla approssimativamente.

Nell'uso pratico dovrà inoltre essere osservata la precauzione di stabilire il contatto col filo aereo soltanto dopo essersi assicurati di quello con le rotaie, e potrà essere utile l'aggiunta di un interruttore bipolare verso il filo aereo, e anche l'inserzione di valvole opportune, provvedendo a che l'introduzione di questi accessori non abbia a modificare sensibilmente il risultato delle misure.

D'un simile apparecchio converrà preparare successivamente due modelli, l'uno per le misure preliminari, l'altro per quelle definitive.

Per il primo, realizzato anche con carboni da scaricatori, potrà bastare una resistenza totale per ciascun ramo di due mila ohm con una corrente quindi di regime di circa 0,3 A, suddivisa, come mostra la fig. 5, in una sezione R_1 di 1550 ohm, tre sezioni R_2 di 50 ohm ciascuna, e dieci sezioni R_3 di 30 ohm. Per il secondo, da realizzare invece con resistenze metalliche, e salvo quelle modifiche, che le esperienze preliminari potranno consigliare, converrà portare la resistenza di ciascun ramo a 20 000 ohm, per una corrente di regime di 0,03 A, così suddivise: una sezione R_1 di 15 500 ohm, 5 sezioni R_2 di 300 ohm ciascuna e 20 sezioni R_3 di 150 ohm.

Con un galvanometro di un due mila ohm di resistenza interna e di una sensibilità di circa 10^{-7} A dovrebbe essere possibile di ottenere in quest'ultimo caso un'approssimazione del 2 per cento circa; per il modello preliminare basterà un galvanometro di 500 ohm di resistenza e 10^{-6} A di sensibilità per contare su di un'approssimazione del 10 per cento.

Fissato in base a considerazioni di opportunità costrut-

tiva la distanza invariabile dei coltelli o delle molle di contatto da poggiare sui fili di lavoro (60 cm), dovrà regolarsi volta per volta la distanza fra i contatti poggiati sul binario (qualche metro) in modo che l'equilibrio del ponte, nell'ipotesi di assenza di dispersione, sia raggiunto in corrispondenza ad un $\alpha_{100} = \frac{17}{3}$, conveniente per rendere possibile la misura della dispersione in ogni pratica eventualità.

La presa volante per il filo aereo potrà essere costituita con una canna di bambù recante all'estremo il ponticello coi due organi di contatto convenientemente isolati fra loro e proseguiti in un cordoncino flessibile solidale colla canna fino in prossimità del terreno: la canna stessa dovrà poi essere così sagomata da permettere al cantoniere incaricato di tenerla in posto durante la misura di sollevarla, se necessario, al passaggio delle vetture; la sua realizzazione pratica dovrà di necessità essere lasciata ai tecnici dell'impianto in esame in dipendenza dell'altezza del filo, della posizione dei fili di guardia, della presenza dell'archetto o del trolley, ecc.

La presa di terra dovrà invece essere costituita da due ponticelli metallici affatto distinti, ciascuno realizzante il contatto su entrambi le rotaie del binario, e non solo in considerazione della presa voltmetrica richiesta dalla misura, ma anche allo scopo di equilibrare i potenziali fra le due rotaie: ciascun ponticello dovrà inoltre essere isolato in corrispondenza al terreno intermedio ed attiguo e proseguito in cordoncino flessibile a raggiungere il morsetto del banco di prova: un'asta graduata adagiata lungo l'asse del binario dovrà permettere volta per volta di stabilire o di ricostruire nel passaggio dalla taratura alla misura sotto traffico la giusta distanza fra i ponticelli; dovendo essere costruiti in corrispondenza al tipo di binario impiegato e alla pavimentazione in uso, e in modo da non impedire, almeno a velocità ridotta, il passaggio delle vetture tramviarie e il traffico ordinario, la loro costruzione più conveniente dovrà pure essere lasciata ai tecnici dell'impianto.

Potrebbe anche darsi che il compito di equilibrare i potenziali fra le due rotaie fosse affidato a separati collegamenti metallici collocati esternamente alle prese voltmetriche, limitando allora queste ad una sola rotaia, come pure potrebbe anche risultare in pratica la convenienza di eseguire in ciascun punto la misura separatamente per ciascuna rotaia, nel qual caso nel tratto intercetto dal ponte dovrebbe mancare ogni collegamento metallico fra una rotaia e l'altra.

L'apparecchio di misura dovrebbe finalmente essere in modo opportuno montato su un adatto veicolo per strada ordinaria, così da essere portato di fianco alle rotaie.

*

Il metodo di controllo ora esposto permetterebbe di raggiungere gli scopi seguenti:

a) sostituire nello studio sperimentale delle correnti vaganti all'indagine delle cause, differenze di potenziale, l'indagine degli effetti, correnti, senza per questo andare incontro alle complicazioni degli altri metodi proposti allo scopo;

b) apprezzare i valori minimi, a cui le correnti vaganti possono essere ridotte nei principali casi della pratica con una conveniente sistemazione del circuito di ritorno;

c) dedurre dall'andamento delle correnti vaganti in connessione alla rete delle rotaie e dei cavi di ritorno e alla struttura delle canalizzazioni sotterranee, le cause, non sempre però evidenti, che localmente ne favoriscono l'eccessiva manifestazione;

d) determinare caso per caso i rimedi più razionali e più economici sia da introdurre nella struttura dell'impianto tramviario, sia da richiedere eventualmente nella sistemazione delle altre canalizzazioni, specialmente in occasione del loro impianto o del loro ampliamento;

e) dare guida a uno schema razionale di norme che fissi i limiti massimi delle correnti vaganti tollerabili nelle diverse circostanze, che indirizzi a una razionale attenuazione delle correnti stesse, e che stabilisca i criteri per la sorveglianza e per gli accertamenti.

Azzarderei l'opinione, che se le ricerche potessero essere fatte con sufficiente larghezza e con la necessaria unità di indirizzo, il problema delle correnti vaganti potrebbe forse essere avviato verso una conveniente soluzione, con vantaggio non meno degli esercenti impianti tramviari, che di quegli impianti di reti metalliche sotterranee, che dalla presenza eccessiva di correnti vaganti possono essere danneggiati.

Padova, 17 marzo 1924.

LA NOSTRA INDUSTRIA

In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali.

Segnali ferroviari ed illuminazione elettrica

A proposito di una recente nota a firma « Senphy » il Sig. A. Milani di Bologna ci ha inviato la seguente nota:

È superfluo discutere sull'opportunità o meno dell'applicazione dell'illuminazione elettrica ai segnali ferroviari essendo ormai unanime il consenso di dare un'ampia estensione a tale provvedimento.

Trovo invece necessaria una discussione per mettere in evidenza i vantaggi di un sistema che il « Senphy » ritiene poco adatto sia nei riguardi di ottenere una efficace illuminazione del segnale, pur facendo uso di lampadine a basso candelaggio, sia nei riguardi di ottenere un continuo e sicuro controllo del regolare funzionamento delle lampadine e sia nei riguardi di avere la possibilità di facilmente localizzare i guasti: requisiti ai quali deve rispondere un razionale sistema di illuminazione elettrica di segnali che hanno una speciale importanza.

Scelta del sistema. — La riconosciuta superiorità del sistema in serie per circuiti a regime fisso (per esempio illuminazione pubblica) non deve cadere in difetto quando trattasi di illuminazioni di segnali, soggetti ad analoghi requisiti.

Col detto sistema è indiscutibile la superiorità delle lampade dal punto di vista fotometrico per la identica corrente da cui sono attraversate e ciò in considerazione delle distanze abbastanza considerevoli ai quali si trovano i segnali fra di loro. La caduta di tensione invece negli impianti in derivazione è considerevole e naturalmente essa si verifica maggiormente nei segnali più distanti che quasi sempre sono più importanti degli altri.

La maggior costanza quindi della tensione che si verifica col sistema in serie oltre ad eguagliare l'intensità luminosa delle lampadine, conferisce loro una durata molto più lunga, benefici questi che non sono trascurabili dal lato della sicurezza e dell'economia.

Il sistema in serie permette anche di diminuire od aumentare più facilmente il numero delle lampade di ciascun circuito senza apportare sensibili variazioni al quadro distributore ed ai circuiti di linea.

Controllo dell'accensione. — Un sicuro controllo del regolare funzionamento delle lampade (convenendo pienamente su quanto è stato esposto al riguardo dal « Senphy ») non può essere affidato al semplice spegnimento di una lampada spia; mentre è desiderabile (come avvertito nel suddetto articolo) avere pure un controllo acustico anche in relazione alle caratteristiche prescritte per i controlli delle posizioni dei segnali; controlli che, oltre ad essere ottici ed acustici, danno l'indicazione di qualsiasi irregolarità o guasto.

Un apposito relais ben studiato può fornire oltre l'indicazione acustica ed ottica dei guasti, anche le indicazioni dei corti circuiti e degli abbassamenti e sovra-elevazioni di tensione, cose queste di una non trascurabile importanza in un sistema di illuminazione che ha caratteri di speciale delicatezza avendo relazione strettissima colla sicurezza della circolazione dei treni.

Anche dal lato economico l'aggiunta di un relais non può premere sulle decisioni al punto da sconsigliarne l'adozione, inquantochè certamente rappresenterà una minima percentuale del costo dell'intero impianto.

Localizzazione dei guasti. — È certo che anche la questione della localizzazione dei guasti specialmente per quanto riguarda la rottura delle lampade, è di capitale importanza, potendosi facilmente e senza perdita di tempo, individuare la lampada rotta e provvedere immediatamente alla sua sostituzione.

La ricerca della lampadina guasta rimuovendo tutte le lampadine, ispezionandole una per una, è un'operazione sempre lunga e difficile specialmente di notte, in inverno e col cattivo tempo.

In un circuito, ad esempio, di sei lampadine in serie a considerevoli distanze fra loro, sarebbe praticamente difficilissimo identificare le lampade rotte con la visita ai segnali senza la scorta di speciali apparecchi e facilmente potrebbe accadere che durante la visita delle lampade si determini la rottura di qualche altra di esse, per modo che quando si fosse fatta per intero l'ispezione del circuito, si avrebbe la sgradita sorpresa di non ottenere la riaccensione della serie spenta.

Naturalmente tali difficoltà si incontrano anche per un numero inferiore di lampadine.

*

La Ditta A. Milani, in tutti gli impianti fatti per conto della Amministrazione ferroviaria in Lombardia, Liguria, Veneto e Toscana, ha sempre adottato il sistema in serie; e soltanto per ovviare alcuni inconvenienti lo ha recentemente perfezionato in modo da corrispondere a tutte le esigenze, fra cui principalissima quella dei corti circuiti che in pratica si sono dimostrati i più insidiosi. Il sistema comprende un semplice apparecchio che localizza la posizione delle lampadine spente, ed è provvisto anche di uno speciale relais il quale determina le seguenti franche indicazioni:

a) Squillo di una cicala o soneria ed accensione della lampada-spia nel caso di una qualsiasi interruzione del circuito della serie o

di un forte abbassamento della tensione tanto da ritenere la serie spenta.

b) Squillo della sola cicala o soneria senza l'accensione della lampada-spia nel caso si verificano corti circuiti od aumento di tensione.

c) Accensione della sola lampada-spia nel caso di sensibile abbassamento di tensione o messa a terra dei circuiti.

Con l'adozione di tale relais si potrebbe evidentemente fare anche a meno della lampadina (sul quadro) costantemente accesa in serie con le altre ai segnali.

La localizzazione delle lampadine rotte si effettua dal quadro distributore mercè l'indicazione di un apparecchio elettromagnetico che agendo in combinazione con un dispositivo collocato presso la lampadina modifica la posizione di un indice sopra un quadrante. Questo dispositivo non influisce menomamente sulla intensità luminosa della lampadina.

Inoltre esso non richiede nessun aumento di conduttori, usufruendosi dei circuiti delle serie.

Per ogni gruppo di segnali si fa uso per le due serie di un solo indicatore, trattandosi di due circuiti perfettamente uguali e paralleli anche agli effetti dell'accennato dispositivo.

Un apposito pulsante in bronzo con isolamento in ebanite, dotato di tre contatti serve ad inserire l'indicatore di cui sopra all'una od all'altra serie di ciascun gruppo di segnali.

*

Di regola ogni segnale Ferroviario è illuminato da due lampadine costantemente accese e ciò per evitare l'oscuramento completo del segnale.

Sta di fatto che dal lato teorico col sistema in derivazione le cause che possono provocare l'oscuramento completo del segnale, sono inferiori a quelle del sistema in serie; però la pratica di qualche anno ha dimostrato che non si verifica lo spegnimento contemporaneo od a breve distanza di due lampade appartenenti alle due diverse serie ed esistenti sullo stesso segnale.

La pratica invece d'altra parte ha dimostrato che le lampade ed i circuiti inattivi di riserva (distribuzione in derivazione) all'occorrenza, possono mancare di funzionare e perciò anche da questo lato è preferibile il sistema in serie che ha sempre i circuiti sotto corrente e di conseguenza facilmente controllabili ad ogni istante.

Ad ovviare la facile rottura delle lampadine prodotta dagli inevitabili urti che si verificano nelle manovre dei segnali, la Ditta A. Milani applica al portalampada un giunto elastico che evita in modo certo la rottura delle lampade a causa degli urti.

I segnali vengono raggruppati fra loro a seconda dell'ubicazione: il numero delle lampadine in serie può essere variabile a seconda del numero dei segnali e della loro ubicazione; così possiamo averne due, tre, quattro e fino a sei in serie fra loro.

Se non è possibile, come spesso accade, di raggruppare i segnali in modo di avere per tutti i circuiti lo stesso numero di lampadine in serie, si inseriscono delle resistenze fisse o regolabili per modo da eguagliare la tensione dei circuiti più carichi; così si viene ad avere anche una scorta nella distribuzione del sistema per l'eventuale inserimento di altri segnali che in seguito potessero essere impiantati.

Per assegnare delle dimensioni limitate alla batteria di riserva (accumulatori) si fa uso di lampadine ad 8 volt da 5 o da 10 candele, a seconda delle condizioni locali rispetto alle nebbie, per dar modo che nel caso più complesso di sei lampadine in serie da cinque candele, tenuto conto della caduta di tensione (volt 13,5) si avrà una batteria di 30 elementi, mentre invece nei casi più comuni di tre lampadine in serie, tenuto sempre conto della caduta di tensione, si avrà una batteria di 18 elementi.

Ove esista un'altra sorgente di energia in aggiunta a quella stradale, ritengo si possa fare a meno della batteria di accumulatori.

Ad evitare per ora di dover ricorrere al solo impianto di batterie, ove non esista la corrente stradale, con speciali dispositivi per illuminare i segnali automaticamente all'approssimarsi del treno, impianti certamente più costosi degli altri, consiglieri di iniziare gli esperimenti di illuminazione elettrica dei segnali in quelle stazioni ove esista la corrente stradale, in attesa (e non potrà tardar molto) che tutte le stazioni della rete dispongano della corrente stessa.

*

Da qualche anno la mia Ditta si occupa molto attivamente del perfezionamento del sistema di illuminazione dei segnali ferroviari, traendo partito dalla continua esperienza e dando il dovuto peso alle osservazioni dei funzionari sotto il cui controllo stanno gli impianti da essa eseguiti; e crede di aver modestamente portato un contributo non disprezzabile in un problema che non è scevro di difficoltà e che è di grandissima importanza.

A. MILANI.

Elenco dei Fabbricanti in Italia di macchinario e materiale elettrico

L'Ufficio Centrale sta preparando la 3ª edizione dell'elenco, del quale pervengono continue richieste da parte di Ministeri, Enti pubblici, Camere di Commercio, Consolati, ecc. E' quindi interesse di tutte le Ditte Costruttrici in Italia di essere incluse in questa vera Guida dell'industria elettrotecnica nazionale.

Gli interessati sono pregati di rivolgersi direttamente all'Ufficio Centrale - Via S. Paolo, 10 - Milano (3).

:: SUNTI E SOMMARI ::

CONDUTTURE.

G. LEQUERLER (Francia) — **Sulla sicurezza alla perforazione di una catena d'isolatori a sospensione.** (Rapporto alla Conferenza Internazionale di Parigi, novembre 1923).

La tensione d'arco esterno d'una catena d'isolatori a secco è indipendente dal tipo degli isolatori impiegati e dal loro numero ed è all'incirca proporzionale alla lunghezza della catena e cioè:

$$V_a = T \cdot L$$

Essendo V_a la tensione di scarica esterna della catena

L la sua lunghezza in centimetri;

T un coefficiente compreso fra 3,5 e 4,5 kV (a seconda dello stato igrometrico e della ionizzazione dell'ambiente).

Inoltre, in vicinanza della tensione di scarica, la ripartizione del potenziale tra gli elementi della catena è all'incirca lineare. Quindi la tensione V_c alla quale è sottoposto un elemento, in prossimità alla tensione di scarica della catena, sarà:

$$V_c = \frac{T \cdot L}{n}$$

essendo n il numero di elementi.

Tenendo n costante, V_c aumenta con L sino ad un valore limite che è quello (V_c) di scarica esterna a secco dell'elemento isolato.

Non vi è possibilità di stabilire quale sia la tensione di perforazione dell'elemento nell'aria, ma si sa da esperienze fatte, mettendo nell'olio il solo orlo delle campane, che essa è superiore a quella (che chiameremo V_p) di perforazione nell'olio.

Si può quindi tenere come caratteristica della sicurezza contro perforazione della catena considerata, il rapporto:

$$\frac{V_p}{V_c}$$

tra la tensione di perforazione in olio e quella massima alla quale è soggetto l'isolatore in catena, sicuri che in pratica il coefficiente effettivo di sicurezza sarà maggiore da quello così risultante.

Quando s'impiegano catene di lunghezza tale che la tensione massima (V_c) alla quale un elemento è sollecitato allorché tutta la catena scarica, sia inferiore alla tensione (V_a) d'arco esterno dell'elemento isolato, è criterio esagerato prendere come caratteristica

di sicurezza il rapporto $\frac{V_p}{V_c}$ tra la tensione in olio e la tensione di scarica esterna dell'elemento isolato.

Variazione di V_p sotto sforzo meccanico.

La tensione di perforazione in olio per un dato tipo d'isolatore elementare a sospensione, diminuisce quando ad esso viene contemporaneamente applicato uno sforzo meccanico.

Dalle esperienze fatte risulterebbe che la tensione di perforazione in olio diminuisce in modo continuo coll'aumentare dello sforzo meccanico sinché venga raggiunto uno sforzo che chiameremo «critico», il quale dà luogo bruscamente alla perforazione immediata a tensione anche molto inferiore a quella d'arco esterno nell'aria.

Il fenomeno si ritiene dovuto a cause d'ordine elastico.

Per il tipo d'elemento a cappa e perno che servi per questo studio, la tensione di perforazione scendeva quasi linearmente da 130 000 a 115 000 volt, variando lo sforzo da 0 a 2000 kg e più rapidamente scendeva da 115 000 a 90 000 volt variando la trazione da 2000 a 3000 kg.

L'asserzione di proporzionalità fra la tensione di scarica esterna d'una catena e la sua lunghezza va accettata con qualche riserva: essa si accosta al vero soltanto quando gli elementi sono tra loro tanto avvicinati, che la distanza spinterometrica tra le parti metalliche applicate alle due estremità della catena sia tale da dare scarica diretta nell'aria a tensione inferiore a quella alla quale qualcuno degli elementi comincia a scaricare superficialmente.

In molte delle catene impiegate anche attualmente in impianti moderni, tale condizione non si verifica.

I. — Anche l'osservazione che in prossimità alla tensione di scarica esterna, una catena abbia una distribuzione uniforme (dovuta all'effetto corona) del potenziale lungo la catena non è rigorosa. L'effetto corona diminuisce ma non toglie lo squilibrio. Normalmente la scarica a secco s'inizia sull'isolatore inferiore (quando la catena è messa come si trova in linea) allorché non vi siano differenze costruttive sensibili tra isolatore ed isolatore.

II. — Quello che l'Ing. Lequerler chiama sforzo meccanico «critico» al quale la porcellana si perfora bruscamente, ritengo sia una vera e propria rottura della porcellana nell'interno della cappa metallica, rottura dovuta a sollecitazione tale da produrre deformazioni forse ancora elastiche e ad ogni modo non evidenti all'occhio nel cemento e nella cappa metallica, deformazioni che non possono essere seguite dalla porcellana. Infatti quando si arriva a detto sforzo, un orecchio esercitato può spesso percepire un leggero scricchiolio caratteristico.

Resta sempre interessante e da studiarsi, il rapporto, entro i li-

miti elastici, tra resistenza meccanica e tensione di perforazione. Ho eseguito prove in proposito, ma il loro numero limitato ed i risultati non tutti concordanti, non mi permettono ancora di trarre conclusioni mie personali.

E. A.

*

D. W. BORGQUIST (Svezia) — **Sugli isolatori per linee ad alta tensione.** (Rapporto alla Conferenza Internazionale di Parigi, novembre 1923).

L'A. dà notizie informative accurate sugli isolatori delle linee svedesi (che sono circa 1700 km) a tensioni varie tra 44 e 132 kV. Di queste, 1300 sono piuttosto recenti, perchè costruite dal 1920.

Parte delle linee predette sono in regioni polari, e alcune (sulle coste occidentali) sono in vicinanza del mare.

Per linee a 44 e 55 kV furono di solito usati isolatori di tipo rigido che diedero percentuali annue di ricambio basse (0,5 %) nei primi anni, più alte negli anni ultimi (2,1 %).

L'Ing. Borgquist è convinto che la maggior parte dei guasti agli isolatori sia dovuto alla cementazione delle diverse parti e asserisce che nelle ultime forniture, essendo stata studiata meglio la cementatura, la percentuale dei guasti si abbassò notevolmente.

Aumentando l'estensione delle reti svedesi, furono, sin dal 1909, adottati isolatori a catena anche per tensioni non molte elevate.

Per 55 000 volt si usarono dapprima catene di due elementi sospesi del tipo Delta; più tardi si adottarono tre elementi per la stessa tensione. I risultati non furono molto soddisfacenti e la maggior parte di tali isolatori (2500) dovettero essere cambiati.

Si ritiene che le cause delle rotture fossero principalmente:

1) La dilatazione del perno di ferro cementato all'interno per un tratto piuttosto lungo.

2) La mancanza di possibilità di dilatazione indipendente delle parti metalliche e di quelle di porcellana.

3) La prova meccanica eccessivamente spinta fatta su tutti gli isolatori, prima del montaggio della linea.

Più tardi, per linee a 77 kV si montarono isolatori sospesi in catene di sei elementi, di capacità crescente (cioè con diametri dei fori interni crescenti) a partire dall'elemento vicino alla mensola e andando verso quello portante la conduttura. In questi isolatori le superfici della porcellana in contatto col cemento furono metallizzate e le due metallizzazioni comprendenti uno stesso strato di cemento, furono collegate fra loro elettricamente con fili metallici annegati nel cemento. Tale dispositivo si è però in pratica dimostrato inutile.

Questo tipo d'isolatore (73 000 elementi) corrispose assai bene, perchè in sette anni d'esercizio si ebbe una media di guasti annua di 1/1000 circa. E però da osservare che con sei elementi per catena a 77 kV il coefficiente di sicurezza era molto elevato.

In successivi impianti la metallizzazione delle superfici cementate venne fatta con piombo. Il risultato fu cattivo (quantunque il modello degli isolatori fosse lo stesso che prima aveva dato ottima prova). Gli isolatori si spaccarono radialmente (15 % in quattro anni).

Si è constatato che le rotture non avevano origine elettrica.

Anche il relatore svedese è dell'opinione, diffusa in America, che in generale le rotture degli isolatori sia causata principalmente da cause non elettriche e ritiene anch'egli che non convenga mai migliorare le qualità elettriche di un isolatore a scapito delle qualità meccaniche e della sua resistenza agli sbalzi di temperatura.

Isolatori di origine americana costruiti con questi criteri diedero in Svezia buoni risultati: le linee costruite con isolatori americani sono in funzione da due anni.

In questi isolatori la cementatura, fatta con mastice speciale, fu studiata con grande accuratezza.

In Svezia furono provati anche isolatori del tipo Hewlett, con risultati soddisfacenti. In complesso però si è constatato che la ripartizione del potenziale tra i vari elementi è peggiore con questi isolatori che con quelli a cappa e perno e che a parità di sicurezza contro archi esterni, le catene Hewlett vengono a costare più care che quelle di altri tipi.

Inoltre la porcellana è soggetta in questi isolatori ad una sollecitazione elettrica unitaria assai forte, vi può quindi essere sospetto di minore durata.

In Svezia esistono linee a 132 kV d'esercizio montate con catene di nove elementi di 255 mm di diametro che resistono, sotto pioggia, di 3 mm al minuto, ad una tensione di 265 kV. Vi sono anche, per la stessa tensione catene di otto elementi di 280 mm di diametro.

Le catene di 255 mm di diametro hanno l'elemento in contatto colla linea sottoposto ad una tensione uguale al 22,5 % della totale, quelli di 280 mm sopportano il 23 % della tensione totale.

Con scaricatori (anelli di guardia) e con dispositivi (staffe) di graduazione, si è potuto ridurre dette sollecitazioni rispettivamente al 16 ed al 19,8 %.

In complesso però sembra che gli anelli e le staffe spinterometriche, migliorano la distribuzione del potenziale tra i diversi elementi, ma diminuiscono (a condizioni meteorologiche normali), l'efficienza complessiva della catena: hanno quindi dei vantaggi e dei difetti.

Il Borgquist dà una certa importanza alla metallizzazione delle pareti che devono essere cementate. Aggiunge però che il collegamento metallico tra le due superfici metallizzate separate dallo stesso strato di cemento, risultò in pratica inutile. Ciò fa pensare che la conduttività del cemento sia sufficiente anche a distribuire abbastanza uniformemente su tutta la superficie della cementatura ed a formare per sé

stesso una superficie equipotenziale; in altre parole fa pensare che anche la metallizzazione delle superfici sia inutile.

Che la metallizzazione con piombo risultasse dannosa poteva prevedersi, perchè si sa che il cemento comune reagisce col piombo, rigonfiando, tanto che è regola muraria fissare i tubi di piombo mediante calce o gesso e non mai con cemento.

Le percentuali di distribuzione del potenziale tra gli elementi delle catene, furono valutati, per quanto ebbe a dire l'Ing. Borgquist, senza tener conto dello spostamento di fase. Le cifre indicate non corrispondono quindi rigorosamente al vero.

E. A.

* *

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

K. A. STERZEL — Voltmetro elettrostatico per alte tensioni alternate. (E. T. Z., 1924, N. 7, pag. 117).

L'A. descrive un voltmetro elettrostatico per la misura di alte tensioni a bassa e media frequenza, di tipo industriale, realizzato con un dispositivo di condensatore sferico che permette di impiegare per la misura un elettrometro a quadranti per basse tensioni (2 kV).

La tensione da misurare (fino a 250 kV) è applicata fra due calotte sferiche di angolo $2\beta = 90^\circ$, che generano un campo elettrico (fig. 1) abbastanza uniforme nella parte centrale. Fra le calotte, con-

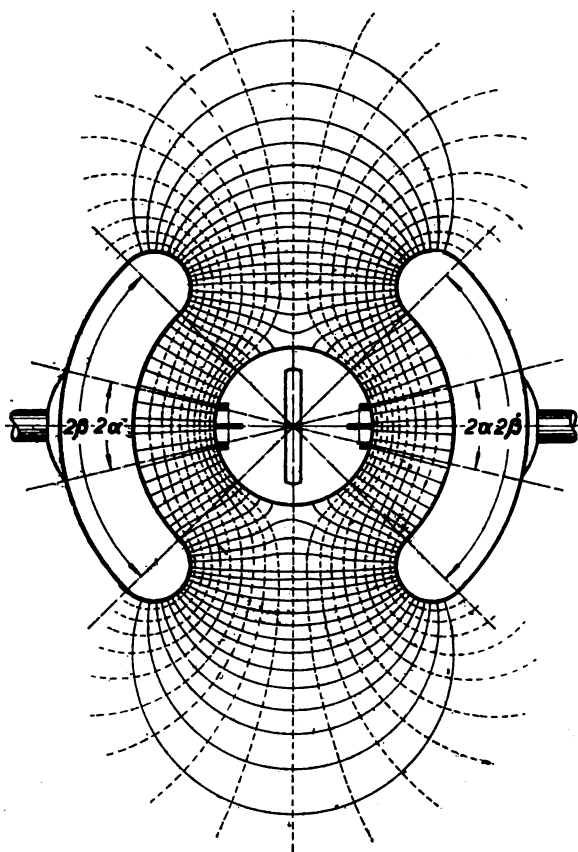


Fig. 1. — Distribuzione del campo nel kilovoltmetro sferico.

centrica, è posta una sfera metallica isolata che presenta due calotte isolate in comunicazione coi quadranti dell'elettrometro a bassa tensione posto nell'interno. Le indicazioni di questo sono segnate da un indice su di una scala applicata ad una finestra della sfera.

Il voltmetro a bassa tensione è protetto dalle influenze esterne dalla sfera che fa da schermo. Il campo in corrispondenza delle piccole calotte si può calcolare colle formule del condensatore sferico, e per ciascuna la capacità è:

$$C = \epsilon \frac{r_1 r_2}{r_2 - r_1} \frac{1}{2} (1 - \cos x) \frac{1}{9 \cdot 10^{11}} F$$

dove r_1 , raggio della sfera;

r_2 , raggio delle calotte induttrici;

α , la metà dell'angolo al centro delle piccole calotte;

ϵ , la costante dielettrica, = 1 trattandosi di aria.

Il campo del condensatore sferico presenta una buona proporzionalità dal 10 % al 100 % di scala (fig. 2, II). Gli influssi dei corpi circostanti sono minimi quando l'angolo β sia grande; tale angolo è limitato dal valore della distanza esplosiva fra le due calotte, che è per la loro forma da 4,4 a 3,8 (rispettivamente a 100 e 200 kV) minore di quella fra punte.

La taratura dell'istrumento non varia ponendo a terra una delle calotte, o la sfera centrale quando il sistema abbia a terra il neutro.

Per evitare scariche tra calotte e sfera, dato che per questa si ha un raggio di 15 cm, occorre dimensionare le calotte in modo che

la sollecitazione massima non superi $\frac{20}{S}$ kV/cm, dove S è un coefficiente di sicurezza. Il raggio della calotte si ha da:

$$V_{\max} = 2 \frac{20}{S} \frac{r_1}{r_2} (r_2 - r_1),$$

fissata la tensione massima da misurare (V_{\max}).

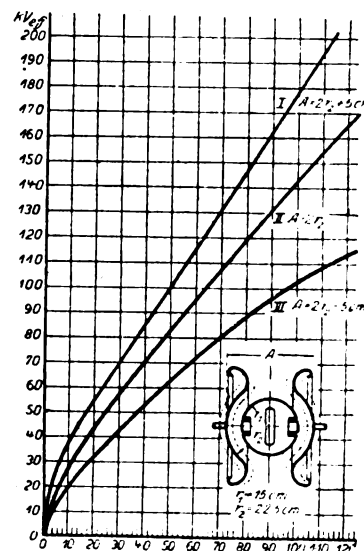


Fig. 2. — Scale per kilovoltmetro sferico.

Per variare la portata occorre cambiare le calotte; per ogni coppia di queste si può calcolare la costante in base alla formula per condensatori sferici surriferita.

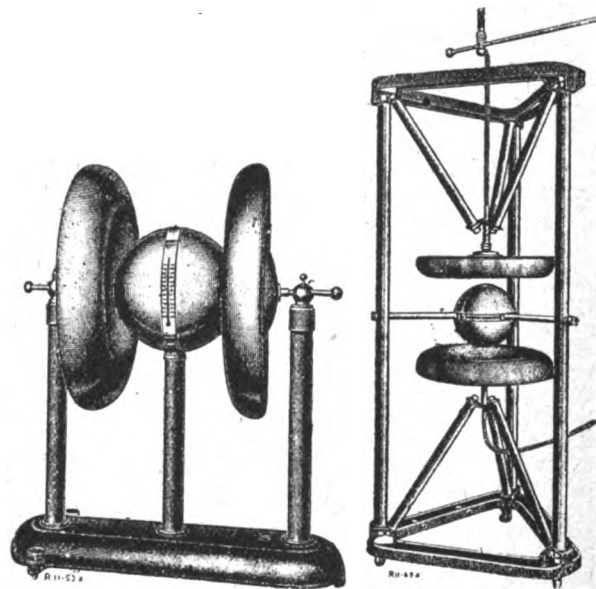


Fig. 3. — Kilovoltmetri sferici per 160 kV e 250 kV.

Allo stesso scopo si può anche spostare le calotte simmetricamente entro limiti ristretti (fig. 2).

In fig. 3 sono rappresentati un modello per 160 kV ed uno per 250 kV.

t. a.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:

Vol. I. - IIª Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Province redente

• 20, —
• 2, —

Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia

• 20, —
• 3, —

Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).

L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - suo avvenire (broch.)

• 2,50
• 0,80

CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia

• 1, —
• 0,50

NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici

• 3, —
• 1, —

NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche

• 4, —
• 1, —



Associazione Elettrotecnica Italiana

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

Sugli impianti ad altissima tensione

Relazione e discussione sulle memorie presentate alla Conferenza Internazionale di Parigi.

Verbale della 1ª seduta (31 gennaio 1924)

Semenza: Per aderire all'invito fattoci da alcuni Soci nella seduta preparatoria alla «Conferenza Internazionale sulle grandi reti ad altissima tensione» tenutasi lo scorso novembre in Parigi, la vostra Presidenza ha creduto opportuno di indire un ciclo di sedute nelle quali i colleghi che potranno partecipare alla Conferenza abbiano a riferire sulle memorie presentate e sulle discussioni seguite. Ma poichè gli argomenti trattati sono di grande attualità la vostra Presidenza ritiene che utilissima possa riuscire una discussione delle memorie della Conferenza in seno alla Sezione.

Le memorie sono circa una quarantina e vennero affidate a gruppi ai colleghi intervenuti, i quali le riassumeranno brevemente.

Prego l'Ing. Carcano di esporre la sua relazione sui «*Problemi di esercizio di grandi impianti*».

Carcano: Il tema a me affidato sarebbe di estensione quasi indefinita se lo si volesse esaminare in tutti i suoi aspetti poichè tutti, si può dire, i rami dell'elettrotecnica debbono essere chiamati a contribuire per assicurare un buon andamento dell'esercizio. Mi limiterò a riassumere e commentare brevemente tre memorie presentate a Parigi coi numeri 1, 2, 4, rispettivamente dei Signori: Gillespie, Dejong, Bennett, tutti tre ingegneri della Ebro Irrigation and Power Co.

La prima di queste memorie tratta in generale di quello che l'Autore chiama «*Operating protection*» che forse tradurrei «sicurezza d'esercizio»: la seconda tratta in modo speciale dei relais e del loro impiego: la terza delle linee ed, in modo speciale, degli isolatori, sempre dal punto di vista della continuità dell'esercizio.

Queste tre memorie ricevono un notevole grado di omogeneità tra loro non solo per gli argomenti trattati ma anche pel fatto di provenire tutte da funzionari della stessa Società, per cui talora ne accennerò senza specificare se si tratti di una piuttosto che di un'altra. Debbo anche dire che mi limiterò forzatamente a dare un'idea più qualitativa che quantitativa, per così dire, degli argomenti trattati non essendo possibile di riassumere in breve tutta la parte di documentazione, ricca di tabelle, grafici, ecc.

Secondo il Gillespie per ottenere regolarità d'esercizio i problemi essenziali sono: ottima regolazione della frequenza, ottima regolazione della tensione e correzione del fattore di potenza: localizzazione ed eliminazione pronta e sicura delle parti di impianto guasto mediante relais ed analoghi.

Sul primo punto l'A. dopo aver riconosciuto che trattasi essenzialmente di un problema di motori primi (turbine) e quindi dei relativi regolatori, si indugia alquanto nell'esame dei possibili pericoli dovuti all'apertura e alla chiusura rapida di tubazioni (colpo d'ariete) e discute sul pro e sul contro di una chiusura rapida delle turbine in caso di corto circuito. Un concetto interessante ed anche non abituale è stato seguito dalla Ebro Co. su questo argomento, partendo dalla premessa che in un limite di tempo da 2 a 7 secondi al massimo l'impianto affetto da corto circuito debba essere escluso per opera dei relais e che quindi il corto circuito scomparirebbe proprio quando la turbina avesse raggiunto il suo massimo d'apertura per far fronte al sovraccarico. Da qui il concetto di rendere praticamente insensibile il regolatore delle turbine ai rapidi e fortissimi sovraccarichi dovuti al corto circuito limitando la corsa dei regolatori e rallentando l'azione di questi.

La questione mi sembra interessante: per pronunciarsi occorrerebbe però conoscere il tipo e le potenze delle turbine in questione: (che ritengo siano del tipo Francis a media prevalenza) ma che non ho trovato specificato.

Venendo ora alla parte più strettamente elettrotecnica l'A. si occupa della regolazione della tensione abbinandola giustamente alla questione della correzione del fattore di potenza.

Premette l'A. che allorchando si tratta di linee ad altissima tensione la capacità di trasporto viene limitata dalla possibilità di mantenere all'arrivo una tensione accettabilmente regolata piuttosto che dall'ammontare percentuale delle perdite di potenza nella conduttura. Questa osservazione mi pare giustissima specie quando si tratta di linee ad altissima tensione per isolatori sospesi ove, per la grande distanza tra i fili, il valore della reattanza supera assai notevolmente quello della resistenza ohmica. Ricordo a questo proposito un'indagine da me fatta sulla nuova grande arteria ad isolatori sospesi dell'Adamello (230 km di lunghezza) dalla quale mi risulta che, mentre ad esempio con 20000 kW in partenza alla tensione di 125 kV si ha con un $\cos \varphi = 0,80$ una perdita di potenza del 10% e che quindi

sarebbe pienamente accettabile; si avrebbe per contro uno scarto di tensione da vuoto a pieno carico di 20000 volt cioè del 16% ossia già al limite estremo del tollerabile.

Questo col fattore di potenza che chiameremo naturale: correggendolo coll'azione dei sincroni troviamo, ad esempio, che con un $\cos \varphi = 0,75$ in avanzo possiamo colla stessa perdita di 2000 kW trasmettere oltre a 24000 kW non solo ma mantenere la differenza di tensione tra vuoto e pieno carico nell'ordine di 5000 volt ossia del 4%.

Ritornando ora alla memoria del Gillespie, questi, dopo aver esposto come le difficoltà di regolazione della tensione crescono assai quando si tratti di mantenere detta regolazione in diversi centri tra loro distanti e che il problema riesce insolubile colla sola variazione della tensione alla centrale di partenza, illustra dettagliatamente l'uso dei sincroni a tale scopo esaltandone l'utilità.

Noto che nel sistema della Ebro Co. oltre a questo largo uso dei sincroni si deve rilevare: l'adozione dei regolatori Tirril alle Centrali; l'adozione di regolatori Tirril ai sincroni delle sottostazioni; impiego (per ora in via di attuazione) delle bobine di reattanza per limitare in diversi punti l'importanza dei corti circuiti. Non mi soffermo a riassumere quanto l'A. espone a sostegno di una larga applicazione dei sincroni ritenendo che ormai su questo punto tutti i tecnici anche in Italia siano d'accordo; riterrei invece molto utile che venissero da noi esaminati e discussi i seguenti punti:

1) È consigliabile l'adozione dei Tirril nelle centrali e con quali criteri?

2) È consigliabile l'uso di detti regolatori nelle sottostazioni di conversione e sui condensatori sincroni ed anche qui con quali criteri?

3) L'uso delle bobine di reattanza è consigliabile? È esso preferibile o meno all'impiego di alternatori e di trasformatori a forte caduta di tensione? Si ritiene utile di applicare entrambi i provvedimenti?

Senza seguire l'A. nella sua dettagliata esposizione dei concetti coi quali nella Ebro Co. si sono affrontati questi problemi, mi limito ad indicare che la regolazione dei Tirril è fatta in modo da mantenere in caso di corto circuito una tensione sufficiente per ottenere un buon funzionamento dei relais nel mentre l'installazione delle reattanze viene eseguita col concetto di lasciar passare in caso di corto circuito una corrente di un ordine di grandezza non molto superiore a quello di taratura dei relais.

Tutto quindi direttamente od indirettamente poggia sopra un esteso impiego dei relais, per cui dobbiamo soffermarci su questo argomento per un accenno fugace, giacchè non mi sento di tentare di condensare la lunga memoria del Dejong.

Anche senza entrare in molti particolari si rivela subito dalla lettura di questa memoria che una cura assolutamente ignota (almeno per quanto io ne sappia) nelle nostre Società è posta in quanto concerne la scelta, la taratura, la revisione, ecc., dei relais — pei quali un gruppo di appositi impiegati è stato formato dalla Società e che soli sono autorizzati a por mano a questi apparecchi.

Il Dejong naturalmente non fa nomi di Ditte costruttrici ma si sofferma a chiarire le ragioni per le quali sono da preferire relais a disco con debole inerzia e quindi con un valore ridottissimo di quello che egli chiama «*inertia time*», cioè il tempo necessario perchè il relais parta o si arresti.

A questa conclusione la Ebro Co. giunge in seguito alla premessa che essendo desiderabile di eliminare immediatamente i circuiti difettosi, sono utili le tarature a tempo assai limitato e volendo lasciare naturalmente un certo margine di selettività tra circuiti principali e branche derivate occorrono per quest'ultime dei tempi assai brevi rispetto ai quali il tempo d'avviamento dei relais di qualche importanza sarebbe inammissibile. Cosicchè persino l'A. arriva ad ammettere in qualche caso l'adozione dei relais a solenoide senza ammortatore ad onta dei difetti di tale tipo per ottenere di ridurre al minimo questo tempo di avviamento.

I relais usati sono quelli a sovraccarico (relais a massima) spesso in unione ai *directional power relais*, da non confondersi coi relais a ritorno di corrente in quanto la potenza richiesta per farli funzionare è assai piccola, e per quanto al tempo non si effettua una regolazione assumendolo come istantaneo quando la potenza superi il doppio di un valore minimo richiesto.

L'autore si ferma ad illustrare lungamente i criteri seguiti nella scelta del concatenamento migliore pel montaggio di tale relais e cioè trova che secondo lui le migliori condizioni di funzionamento sono ottenute quando si usino relais aventi il massimo momento torcente per uno spostamento di 30° sul relais stesso e coi circuiti di tensione inseriti tra le fasi non interessanti la bobina amperometrica ossia con 90° di spostamento nelle connessioni.

L'A. afferma di avere con tali dispositivi ottenuto dei risultati — assolutamente certi. — Solo resta non garantito l'isolamento esatto di un difetto quando questo accada in un punto ove convergono più condutture in parallelo tra loro in certi particolari casi di esercizio quando vi siano ad esempio poche macchine in funzione provviste di reattanza con molte linee inserite ed interconnesse tra loro.

Chiude la relazione l'esposizione di alcuni casi in cui l'azione dei relais differenziali amperometrici non è sicura ed alcune note sugli interruttori senza eccezionale importanza.

Riassumendo, in questa relazione, non mi sembra vi sia nulla di eccessivamente nuovo, solo dobbiamo constatare con quanta cura e precisione venga affrontata presso questa Società la questione dei relais che da noi generalmente è assai negletta.

Veniamo ora alla memoria del Bennett sugli isolatori. Ben inteso non si tratta qui di discussione sulla fabbricazione o sul tipo

di isolatori, ma solo di criteri generali su questi dal punto di vista dell'esercizio un'impresa elettrica.

Secondo il Bennett le linee rappresentano oggi di gran lunga il punto più debole di un sistema di produzione e distribuzione e nelle linee il punto debole è costituito appunto dagli isolatori e conforta la sua asserzione con dati statistici tolti dalla sua Società che ha circa 800 km di linee a 110 kV e circa a 25 kV.

L'A. premette che la scelta del tipo di isolatore da impiegare deve tener conto anche delle condizioni economiche nel senso che non sarebbe logico richiedere lo stesso coefficiente di sicurezza per linee di primaria importanza come per altre di interesse puramente locale.

In merito alle prove l'A. è abbastanza scettico di poter riprodurre in laboratorio quanto accade realmente nell'esercizio; ad ogni modo raccomanda nel valutare i pregi relativi di diversi tipi di isolatori di tener conto, oltre che dei soliti dati, anche di altre caratteristiche, ad esempio: la tensione di inizio dell'effetto corona; una corrente di dispersione superficiale eccessiva; un punto di perforazione troppo basso rispetto al valore di scarica superficiale; la differenza di comportamento tra i diversi campioni alla prova di perforazione ciò che indica incostanza nella fabbricazione della porcellana, ecc.

Sempre in merito alle prove l'A. trova opportune quelle con altissima frequenza pur affermando che il loro esito non basta da solo per altro a stabilire una graduatoria tra i tipi di isolatori; egli si ferma poi a dimostrare l'interesse prevalente che hanno le prove meccaniche effettuate su gruppi per scoprire le variazioni di resistenza da individuo ad individuo, rammentando come una catena anche con diversi elementi elettricamente difettosi, possa provvisoriamente mantenere l'esercizio, mentre, basta lo strappamento di un solo isolatore per far cadere il conduttore.

Importante è il rimanente della comunicazione che si potrebbe chiamare una statistica ragionata della distribuzione dei guasti agli isolatori.

Una questione che meriterrebbe un'ampia discussione è quella della percentuale di isolatori guasti che si incontrano rispettivamente nelle catene di sospensione, in quelle di amarraggio e nei post-type.

Dalle statistiche del Bennett risulta che mentre sugli isolatori portanti in un certo periodo si ebbe 8,9 per mille di guasti, se ne ebbero il 98 per mille ed il 96 per mille rispettivamente sugli amarraggi e su post-type.

Rammento analoghe osservazioni fatte da me e da molti colleghi italiani sugli isolatori portanti e cioè la grande maggior percentuale di isolatori guasti in punti speciali di amarraggio a doppio isolatore, ecc., rispetto a quelli riscontrati sui pali normali.

Il Bennett sembrerebbe propenso a spiegare il fatto colla maggiore facilità che l'acqua avrebbe di venire in contatto col cemento provocandone a lungo andare la disgregazione: io forse sarei più propenso, per l'analogia di cui sopra, a cercare le cause in ragione di natura elettrica. Un'altra questione notevole è l'indagine del come si ripartiscono gli isolatori guasti nei diversi punti della catena: risulterebbe che il maggior numero di difetti si ha nell'isolatore più prossimo alla mensola, poi in quello più vicino al conduttore, ed il minimo negli isolatori di mezzo della catena; nel caso della Ebro Co. con sette isolatori è appunto il quarto partendo da terra quello che presenta il minor numero di perforazioni (quasi la metà di quelle dell'isolatore primo partendo da terra). Probabilmente questa legge varierebbe con altri tipi di isolatori nei quali il riparto di potenziale sia diverso da quello degli isolatori considerati dal Bennett.

Un altro punto degno di menzione si è quello della tendenza dei difetti a raggrupparsi per così dire nelle catene.

Per es. su 3498 catene d'amarraggio provate con 24.458 isolatori si sono trovati 2400 isolatori difettosi: se questi si fossero ripartiti uniformemente, avremmo avuto il 68,7 % di catene con isolatore difettoso mentre si avevano invece 36,4 % di catene con isolatori difettosi in talune arrivando fino a 4 o 5 isolatori guasti per catena. Osservazioni assolutamente analoghe sono fatte per le catene portanti. Applicando alla ricerca un calcolo di probabilità troviamo che, mentre per un dato numero totale di isolatori difettosi trovati sul complesso delle catene, si dovrebbe avere che il 37 % delle catene difettose lo è per un solo isolatore, in pratica se ne sono trovate solo 17 % mentre, per contro ad esempio si è trovato circa il 7 % di catene con tre isolatori difettosi, mentre il calcolo ne avrebbe ammesso solo il 2 % circa.

La questione è assai importante perchè è certo che quanto più uniforme è la distribuzione degli isolatori avariati nelle catene, per un dato numero totale di guasti, tanto minore è l'imminenza del pericolo da essi presentato.

La conclusione a cui si giunge nel complesso della memoria in questione, può essere questa: esiste oggi una sorta di standardizzazione delle prove a cui si debbono sottoporre gli isolatori, seguendo la quale con criterio, un tecnico può ritenersi difeso da una fornitura nettamente deficiente. La pretesa d'altra parte di certi fabbricanti di poter fornire isolatori esenti dal graduale progressivo deterioramento non appare fondata: ma se la scelta del tipo d'isolatore non fu eccezionalmente infelice, questo deterioramento si ritiene avvenga con un ritmo tale da non aver ripercussioni apprezzabili sulla regolarità del servizio, ciò, si comprende, quando si effettui la necessaria sorveglianza e gli occorrenti ricambi; considerando che una catena con metà d'isolatori fuori servizio può ancora reggere alla tensione finché non si presentino sollecitazioni eccezionali.

Prima di finire occorre far presente, pel giusto apprezzamento di qualche punto della mia esposizione, che la Ebro Co. ha posto a

terra il neutro di tutti i suoi impianti tanto a 110 kV quanto a 25 kV quanto a 6 kV.

Evidentemente le Amministrazioni Statali in Spagna sono abbastanza lontane dallo spirito anti industriale e retrivo della nostra Amministrazione postale-telegrafica.

Semenza: Ringrazio il collega Carcano della sua chiara relazione che avendo anche carattere critico ha posto moltissimi problemi da discutere. Ritengo utile però far seguire subito la relazione del Collega Dalla Verde sulla « Marcia in parallelo delle centrali » trattandosi di un argomento che si collega intimamente colla relazione dell'Ing. Carcano.

Dalla Verde: Sulla marcia in parallelo degli impianti elettrici sono state presentate a Parigi due relazioni: una dell'Ing. Bakker, direttore dell'Azienda Municipale dell'Aja e membro della Commissione governativa olandese per la produzione e distribuzione dell'energia elettrica in Olanda; l'altra dell'Ing. Lavanchy appartenente alla Société Générale d'Entreprise Electriques.

La prima relazione è soprattutto teorica (densa di formule e di eleganti diagrammi, forse un po' complessi) e studia le caratteristiche cui devono soddisfare le linee di collegamento fra varie centrali, caratteristiche che si devono scegliere con criteri non sempre coincidenti con quelli seguiti nello studio delle ordinarie linee di trasmissione.

La seconda si occupa pure di questioni tecniche, ma anche di questioni economiche fra cui quella delle tariffe, la quale soprattutto in Francia è alquanto più complicata che per le ordinarie trasmissioni in servizio separato.

Queste relazioni, a quanto mi consta, non furono seguite, a Parigi, da discussioni, per cui mi limiterò ad esporne i concetti fondamentali, cominciando dalle questioni d'ordine tecnico.

In una ordinaria trasmissione di energia funzionante in servizio separato si ha una centrale A che alimenta, mediante una linea, un centro di consumo B; agendo sui regolatori delle motrici e sulla eccitazione degli alternatori in A, si avranno in B la potenza e la tensione richieste.

Immaginiamo ora che — avendosi due sistemi di questa natura — si vogliano allacciare le due centrali mediante una linea L di collegamento, che permetta il flusso d'energia nei due sensi (vedi fig. 1).

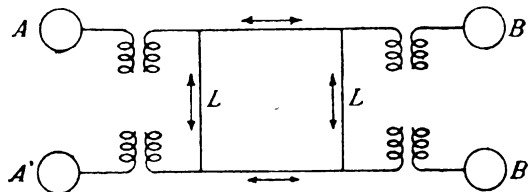


Fig. 1.

Siamo così di fronte al problema generale, ed attualmente diventato molto diffuso, di due centrali, alimentanti ciascuna la propria zona e lavoranti in parallelo allo scopo di sfruttare meglio le rispettive risorse.

Per lo scambio d'energia fra le due centrali si deve, evidentemente, tener conto del fatto che le tensioni ai due estremi della linea di collegamento non sono regolabili a piacere, ma sono subordinate alle esigenze delle rispettive zone.

Se dobbiamo, ad esempio, mantenerle costanti, e supponiamo che esse siano eguali fra di loro, allora è chiaro che — nel caso che A fornisca energia ad A', — questa energia arriva in A' con un angolo di sfasamento in anticipo; naturalmente alla corrente reattiva in ritardo, richiesta dal carico, bisogna supplire con condensatori sincroni od altri mezzi installati in A' (vedi fig. 2).

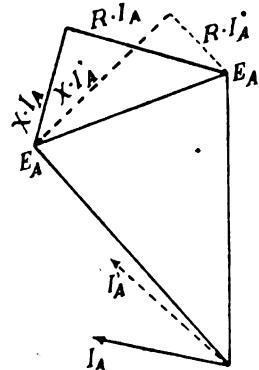


Fig. 2.

Si comprende che le caratteristiche della linea di allacciamento hanno grande importanza; quanto più grande è il rapporto fra reattanza e resistenza tanto migliore — coeteris paribus — è la trasmissione — sia nei riguardi delle perdite, che della caduta di tensione.

Per una linea di data resistenza il Bakker dimostra che la massima convenienza si ha quando l'angolo di impedenza β della linea è di circa 60° , il che equivale ad avere la reattanza superiore

del 75 % circa alla resistenza; questo risultato si può ottenere mediante bobine reattive opportunamente inserite oppure mediante trasformatori a forte dispersione.

Facciamo ora un passo di più e colleghiamo mediante un'altra linea L' anche i due centri B e B' ; il problema diventa più complesso e si complica ancora maggiormente se immaginiamo che anche in B e B' possano esservi dei generatori; se consideriamo cioè una maglia di una rete completa di collegamento.

Sorvoliamo sui piccoli dettagli pratici — ma che bisogna pur tener sempre presenti — quali la ricerca delle fasi prima di chiudere la maglia, la necessità di avere trasformatori collegati in modo adatto, se il collegamento si fa attraverso trasformazioni di tensione, ecc. Rimane, soprattutto quando le centrali appartengono a varie società, la grossa questione — pure d'indole pratica e cui i relatori non accennano — del modo di regolare i carichi in relazione ai patti dei contratti di fornitura. Teoricamente si può pensare che ogni centrale sovrapponga al diagramma di consumo dei propri utenti, supposto conosciuto in precedenza, il carico che deve contrattualmente inviare nella linea di allacciamento e regoli così la propria erogazione.

Se questo sistema è ancora possibile per carichi tranquilli e che siano prevedibili, non si può assolutamente pensarvi per carichi appena un po' fluttuanti, nel qual caso ogni punta verrebbe a ripercuotersi sulle macchine, che hanno il regolatore più sensibile. Spesso, poi, succede che una centrale non sa (perchè sulla stessa linea vi sono vari utenti) se la punta è dovuta ad un aumento di carico nella zona, o ad un cedimento delle centrali in parallelo; e la punta continua finchè arriva (quando arriva) la telefonata che fa diminuire il carico. Ne conseguono, naturalmente, oltre a sprechi d'acqua, contestazioni nelle liquidazioni, a meno che non vi sia d'ambo le parti, una certa larghezza di vedute, sulla quale non si può, a priori, fare troppo assegnamento.

Supposto risolto questo problema, non è difficile la risoluzione pratica di tutti gli altri problemi accessori più o meno teorici, quali: ripartizione più favorevole delle correnti reattive fra le varie linee, regolazione della tensione, ecc. Lo studio analitico di una maglia chiusa d'una rete, è alquanto complicato; conviene ricorrere — in generale — ad un metodo sperimentale, consistente nella realizzazione d'una rete in miniatura nella quale le linee, i trasformatori, gli organi regolatori e ricevitori sieno rimpiazzati dalle impedenze dei loro circuiti equivalenti; e i nodi di produzione sieno costituiti da vere generatrici a eccitazione e sfasamento variabile. Questi modelli di rete sono già in uso in America ed anche in Germania, dove ad esempio la Siemens ne ha costruito.

Teoricamente il funzionamento migliore di una rete si ha quando la tensione è costante su tutta la sua estensione e per ogni carico, perchè così si facilita lo scambio d'energia fra le diverse maglie. Ciò richiede, però, che ogni nodo di consumo sia provvisto di compensatori sincroni di potenza apparente, sia in ritardo che in anticipo, sufficienti a realizzare questa condizione di tensione costante a tutti i regimi e a tutti i nodi. Questi compensatori saranno quasi sempre dei motori sincroni specialmente destinati a questo scopo; ma anche gli alternatori delle centrali potranno però partecipare alla regolazione. Per la regolazione migliore dell'insieme, occorre che la compensazione si faccia ai nodi principali di distribuzione e non proprio ai consumatori diretti, come si avrebbe forse tendenza a fare, per migliorare il fattore di potenza della trasmissione su un tronco derivato. Queste due regolazioni potranno anche coesistere, ma con organi differenti, di proprietà rispettivamente della rete e dell'utente.

Per quanto riguarda la selezione dei guasti (problema che diventa sempre più imponente, di mano in mano che le reti si estendono) si è avuta qualche mese fa una relazione dettagliata del Prof. Barbagelata, seguita da varie discussioni. Credo che, nel frattempo, qualche nostro collega abbia trovato una soluzione ingegnosa del problema e spero voglia decidersi a rompere l'abituale ritrosia ed esporre le sue conclusioni.

Chiuderò queste considerazioni sulle condizioni tecniche della marcia in parallelo degli impianti, richiamando quanto sia importante, nello studiare una linea di collegamento, tener conto della stabilità del servizio, e in particolare della necessità che la linea abbia un potere sincronizzante sufficiente a impedire il verificarsi di oscillazioni pendolari.

È questo un problema teoricamente molto interessante, ma che, anche praticamente, può avere la sua importanza e non piccola.

Per parlare di un caso che mi ha toccato da vicino vi citerò l'esempio seguente:

La Società Idroelettrica Breda, nel 1922, forniva energia a Parabiago, alla Società Lombarda, dalla sua centrale di Gressoney la Trinité, attraverso una linea lunga 140 km alla tensione di 45 kV. La fornitura era regolare finchè Gressoney faceva servizio separato sulla zona di Parabiago, ma quando si entrava in parallelo con le centrali della Lombarda (Valltellina) attraverso una linea lunga 150 km, wattmetri, amperometri e voltmetri cominciavano a ballare, si verificavano insomma delle perturbazioni che si amplificavano risalendo verso la Valltellina e provocavano disturbi non indifferenti a tutto il servizio della Lombarda.

Dopo un paio di giorni di questo funzionamento la Idroelettrica Breda dovette alimentare la Lombarda con la centrale di Pont San Martin dedicando quella di Gressoney ad altri servizi, e con Pont San Martin il funzionamento in parallelo andò benissimo. L'autunno scorso si poté portare la tensione a 70 000 volt e allora anche Gressoney poté funzionare regolarmente in parallelo con la Lombarda.

Non si è avuto il tempo di studiare a fondo il fenomeno, però

«grosso modo» si può giudicare che le caratteristiche della linea Gressoney-Pont Saint Martin, fatta con conduttore un po' sottile, accoppiate alle caratteristiche delle linee della Lombarda, erano poco favorevoli alla stabilità.

Non è certo mia intenzione, nè è questo il momento, di fare una disquisizione sulle oscillazioni pendolari, però siccome la cosa è trattata in uno dei rapporti che ho esaminato, e precisamente in quello del Bakker, mi permetto di spendervi due parole:

Se chiamiamo α l'angolo fra i vettori della tensione alle due centrali A e A' ad ogni condizione di carico corrisponde un certo valore di α . Ogni variazione di carico, ad esempio, un aumento nella zona servita da una centrale, si converte in una diminuzione di velocità nei gruppi di entrambe; questa diminuzione di velocità, lenta in causa dell'inerzia delle masse rotanti, sarà accompagnata da un aumento della potenza meccanica sviluppata, ciò che produrrà un nuovo stato di equilibrio, caratterizzato da un nuovo valore α' dell'angolo fra le tensioni. Il passaggio dal nuovo al vecchio stato di regime non ha luogo senza oscillazioni delle macchine di una centrale in rapporto a quelle dell'altra.

La trattazione matematica del problema è complicatissima ed è stata trattata anche in Italia dal Rebor, dal Semenza, dal Dina, e dal Della Salda; la questione è tutt'altro che risolta, potendosi fare varie ipotesi — tutte sufficientemente attendibili — sull'influenza dei vari fattori in giuoco (ad es. regolatori delle motrici) che spostano completamente la soluzione.

Anche il Bakker vi si cimenta e — mediante formule e diagrammi — arriva alle seguenti conclusioni:

Per una data linea di allacciamento, il grado di stabilità varia in proporzione diretta alla sezione del conduttore di linea e raggiunge un massimo per un angolo d'impedenza della linea di circa 60°. Si vede, che anche per questo rispetto, conviene che la reattanza delle linee di allacciamento non sia troppo piccola.

Il grado di stabilità dipende dalla caratteristica dei regolatori delle motrici delle due centrali; è favorito da una caratteristica statica nella quale, cioè, vi sia una certa differenza (meglio se non troppo grande) fra le velocità a vuoto e a pieno carico.

Il grado di stabilità dipende dal rapporto dei momenti d'inerzia delle masse rotanti nelle due centrali.

Queste sono in succinto, le questioni tecniche di cui si sono occupati i relatori.

Delle questioni economiche, il Lavanchy si è occupato solo delle tariffe di pedaggio, problema che ha importanza soprattutto per alcune regioni della Francia, dove il trasporto e la grande distribuzione dell'energia sono fatti da un consorzio fra produttori e grossi consumatori, che costruisce ed esercisce la rete di trasmissione; ritengo però che questo problema potrà interessare anche noi.

Le attuali tariffe di pedaggio su queste reti tengono conto, sotto una forma più o meno esatta, non solo dei kWh ma anche dei kVAh sfasati. Ad esempio sulla rete delle *Société de Transport d'Énergie électrique du Nord et de l'Est* le tariffe sono le seguenti:

Per ogni 10 km di linea utilizzata e per ogni kVAh trasportato e misurato all'arrivo:

| | |
|----------------------|-----------|
| Linea a 30 000 volt: | fr. 0,004 |
| » » 45 000 » | » 0,003 |
| » » 65 000 » | » 0,002 |

Invece nella rete della *Société de Transport du Centre*, a 120 kV la tariffa prevede:

1) Tassa fissa annuale di fr. 0,65 per kVA di potenza misurata alla partenza;

2) Tassa proporzionale di fr. 0,006 ogni 100 km di trasporto e ogni unità di carico complesso trasportato, misurato alla partenza.

Il carico complesso è dato dalla somma dei kW + 30 % dei kVA sfasati.

Queste formule di tarifficazione contengono il fattore distanza chilometrica della trasmissione; ora questo fattore non ha più un significato preciso, quando si abbia una rete ad anello alimentata da varie centrali. Una soluzione consisterebbe, secondo il Lavanchy, nella determinazione d'un prezzo medio unico sulla totalità delle reti, che tenesse conto dei prezzi d'acquisto, delle perdite medie e delle somme necessarie per la manutenzione e l'ammortamento della rete.

Il Lavanchy, poi, propugna la creazione di enti intermedi fra produttori e consumatori, creazione che — sotto altre forme — è stata proposta anche in Italia dal Prof. Reveesi, suscitando però molte opposizioni e discussioni.

*

Sul funzionamento delle linee ad altissima tensione venne presentato un rapporto interessante dagli ingegneri Tachikawa e Anzo sulla linea di Inawashiro della Tokyo Electric Light Co.

La linea di Inawashiro è la più importante del Giappone, essendo destinata ad alimentarne la capitale, ed è anche la più lunga: 227 km. La messa in marcia ebbe luogo nel dicembre 1914; sono dunque otto anni d'esercizio, tempo sufficiente ad avere una buona messe di dati.

La linea è a due terne: i conduttori sono costituiti da treccie di rame di 95 mm², la palificazione in ferro ha due treccie di guardia in acciaio a 7 fili da 50 mm²; le tre mensole sono lontane 3 metri una dall'altra, quella centrale è sporgente 60 cm più delle altre. Vi sono tre cabine di sezionamento all'aperto con interruttori in olio; il telefono di servizio a tre circuiti, è su palificazione separata, munita di filo di guardia. I guardafili sono dislocati ogni 10 km.

I primi isolatori adoperati erano americani del tipo cappa e perno ed avevano 30 cm di diametro; dopo 3 o 4 anni dovettero essere tolti e sostituiti con isolatori giapponesi di diametro più piccolo, che diedero migliori risultati.

Le catene di sospensione hanno 7 elementi; in quelle di amarraggio si dovette portare da otto a nove il numero degli elementi, in seguito a qualche inconveniente.

Nei pali che sono ad un livello inferiore ai due adiacenti, si evitò che i conduttori esercitassero una spinta verso l'alto, attaccando alle catene dei pesi di 40 kg circa.

All'inizio dell'esercizio erano installati degli apparecchi Nicholson destinati a sopprimere gli archi a terra, ma non funzionarono sempre bene, quindi furono tolti per essere modificati, nella taratura.

I regolatori automatici di tensione del tipo Tirrill fecero ottima prova dopo che il personale se ne fu famigliarizzato; invece i relais a ritorno d'energia furono tolti perchè la regolazione ne era molto difficile.

Le bobine di self erano all'inizio montate su isolatori rigidi a elementi multipli disposti in posizione orizzontale; questa disposizione portò avarie gravi agli isolatori, che si dovettero mettere in posizione verticale.

I parafulmini a celle d'alluminio diedero buoni risultati; la carica degli elementi si fa a mezzanotte, per evitare le noie degli eventuali disturbi induttivi sulle linee telefoniche.

Dall'esame delle interruzioni di linea si possono trarre le seguenti deduzioni:

Sia per le sospensioni che per gli amarraggi i guasti agli isolatori sono cominciati dopo quindici mesi dalla messa in servizio; a partire da tale mese per gli elementi in amarraggio si verificò una percentuale di guasti molto più forte che per quelli in sospensione. Questi ultimi si sono mantenuti bene fino a 45 mesi circa, ma, poi, anche questi si guastarono facilmente. Dopo 30 mesi la proporzione fra isolatori in amarraggio e isolatori in sospensione da sostituire era circa sei volte; dopo cinquanta mesi questa proporzione era ridotta a tre. Le catene a V si sono comportate in un modo intermedio fra le sospensioni e gli amarraggi.

Interessante è la constatazione che nelle catene in sospensione i maggiori guasti si ebbero negli isolatori più alti e il minor numero in quelli più bassi, benchè non si fossero presi accorgimenti speciali per migliorare la distribuzione del potenziale. Ne risulterebbe che le condizioni atmosferiche (che sollecitano più fortemente l'elemento superiore) hanno influenza più deleteria che le sollecitazioni di indole elettrica e meccanica (che invece influiscono di più sull'isolatore più basso).

Nelle catene d'amarraggio, praticamente non si è riscontrata alcuna relazione fra numero di guasti e posizione dell'elemento nella catena.

Anche in questa linea si constatò che i guasti maggiori agli isolatori si hanno nelle stagioni in cui varia la temperatura: la Società esercente sta appunto studiando un tipo di isolatori senza cemento.

Gli isolatori difettosi vengono ricercati col metodo del Megger: una squadra di tre uomini può ispezionare in media 1000 elementi al giorno (cioè 33 pali) e può sostituirne in media 70 al giorno.

Questo rapporto è molto interessante per tutti i dati che vi sono elencati; sarebbe ottima cosa se tale esempio venisse imitato.

Semenza: Ringrazio il collega Dalla Verde il quale ha il merito di aver saputo trarre da una memoria essenzialmente teorica molte considerazioni pratiche. Credo convenga iniziare la discussione sull'importantissimo argomento della rottura degli isolatori di amarraggio. Importa stabilire se il gran numero di rotture negli isolatori di amarraggio dipende da ragioni meccaniche o da ragioni elettriche. Alcuni costruttori affermano perfino che un isolatore quando supporti uno sforzo meccanico ha una minore resistenza elettrica.

Broggi: Nell'esercizio delle linee con isolatori di tipo normale a campana ho notato un gran numero di rotture negli amarraggi. Ritengo che questo dipenda dal fatto che negli amarraggi per effetto dei doppi isolatori e dei pali ravvicinati si ha una notevole capacità concentrata, ed anche spesso una notevole impedenza per angoli dovuti alla deviazione del conduttore; il cambiamento delle caratteristiche della linea facilita le scariche verso terra delle correnti oscillatorie. Credo più probabile che l'origine dei guasti sia elettrica anzichè meccanica perchè si verificano anche dove gli sforzi meccanici non sono notevoli, anzi inferiori ai normali.

Carcano: Sono pienamente d'accordo col collega, che cioè i punti singolari delle linee diano luogo a moltissime rotture degli isolatori anche là dove gli sforzi meccanici non sono grandi. Ne concludo che almeno per gli isolatori a perno i guasti hanno origine elettrica. Non ho sufficiente esperienza di esercizio per gli isolatori a sospensione, ma in prove eseguite ho visto però che questi isolatori conservano ottime caratteristiche elettriche anche dopo aver subito sforzi meccanici molto forti, ciò che confermerebbe anche per questo tipo l'ipotesi che i guasti nei punti singolari derivino da disturbi di natura elettrica forse ad alta frequenza. È di somma importanza discutere questo punto anche per poter esercitare una pressione sulle autorità le quali obbligano a mettere molti amarraggi credendo di fare opera utile alla sicurezza dell'impianto, mentre l'esperienza dimostra che si raggiunge invece risultato opposto.

Broggi: A conferma delle cause elettriche delle rotture dirò che in una linea telefonica, sottostante ad una linea ad alta tensione, le rotture si avevano specialmente nei punti dove i fili si incrociavano per diminuire gli effetti di induzione della linea sovrastante. Bisognerebbe evitare di avere tali punti deboli, e perciò credo che bisogne-

rebbe tenerne conto nel progettare gli incroci con strade e ferrovie. Gli attraversamenti delle ferrovie costruiti secondo le norme vigenti rappresentano tale concentrazione di capacità elettrica rispetto al rimanente della linea che è naturale che ivi si concentrino i guasti. A Domodossola, per esempio, si hanno due pali alti venti metri distanziati fra loro di 18 metri. Si dovrebbe arrivare ad avere campate eguali e con caratteristiche elettriche distribuite regolarmente lungo la linea.

Semenza: Risulta quindi confermata la convenienza di avere grande uniformità di caratteristiche lungo le linee, e per stabilire questo principio in confronto delle autorità interessate si lotta da molti anni. Siccome il principale timore di queste è la caduta dei fili in seguito a rottura, chiedo ai colleghi se hanno notato con frequenza il caso di rottura di fili perchè, se realmente risultasse da una statica che le rotture dei fili sono rare, si potrebbe combattere più efficacemente contro l'imposizione di complessi amarraggi negli attraversamenti.

Carcano: Non ricordo, almeno in questi ultimi anni, che si siano verificate rotture di fili se non come conseguenza di rottura degli isolatori.

Manfredi: Anche nelle linee di cui mi occupo, la caduta dei fili avviene ordinariamente per fusione, in seguito alla fulminazione di isolatori o per accidentali contatti. Rotture di conduttori per soli effetti meccanici sono rarissime in linee ben tesate, nelle quali i conduttori non presentano difetti o guasti occasionali e, naturalmente, non siano sottoposti a sforzi eccessivi.

In una nostra prossima riunione, avrò occasione di osservare, a proposito delle norme per la costruzione delle linee, come in genere esse tendano a costituire negli attraversamenti che si vorrebbero proteggere, dei punti singolari ed in conseguenza dei punti deboli. Le pubbliche Amministrazioni prescrivono per i conduttori carichi di lavoro inutilmente bassi (altrettanto dicasi per i supporti) e non si preoccupano, ad esempio, delle conseguenze sugli isolatori, limitandosi a prescriverne il raddoppio, il quale, come già hanno notato i colleghi Broggi e Carcano, può costituire una debolezza anzichè una sicurezza.

Statistiche in proposito sarebbero molto interessanti e potrebbero costituire ottimo materiale per una azione, che si impone, diretta ad ottenere norme meno severe e più razionali.

Sacchetto: Il collega Carcano ha riferito che negli impianti descritti gli isolatori intermedi delle catene sono soggetti a un minor numero di rotture rispetto agli estremi, mentre l'Ing. Dalla Verde avrebbe riferito dati opposti. Sarebbe bene chiarire anche questo punto che ha molta importanza sia dal punto di vista tecnico che scientifico.

Dalla Verde: Nelle relazioni su cui ho riferito, risulta che il minimo di rotture si ha presso il conduttore, mentre il massimo si ha vicino alla mensola; dalla relazione Carcano invece, mentre risulta confermato il massimo delle rotture nell'isolatore più vicino alla mensola, il minimo si avrebbe nella zona intermedia.

Passarin: Questa differenza che si riscontra può forse dipendere dall'esistenza di corna di protezione che modificano in un caso la forma dell'arco di scarica lungo la catena di isolatori.

Circa la rottura negli amarraggi ho potuto constatare nella linea Ronco-Sangone, che dopo costruita rimase per lungo tempo senza entrare in servizio, come gli amarraggi abbiano provocato molte rotture di isolatori anche senza tensione in linea. Ciò dipende forse dalle più grandi vibrazioni che ivi si producono.

Gli isolatori a sospensione negli amarraggi si trovano poi in condizioni elettriche cattive per il fatto che essendo le catene in posizione quasi orizzontale, i vari elementi delle stesse, sono soggetti a bagnarsi anche nella parte inferiore, che è sempre la più efficiente riguardo all'isolamento e quindi si facilita la scarica.

Al posto degli amarraggi ritengo convenga adottare dei semi-amarraggi con catene di isolatori a 45°.

Manfredi: Risulterebbe dalle relazioni esposte che la maggior percentuale di guasti si ha nella parte alta della catena di isolatori. Il minimo di guasti invece è localizzato secondo la relazione esposta dal collega Carcano, nella parte media; secondo la relazione esposta dal collega Dalla Verde nella parte bassa. Sarebbe interessante indagare le ragioni di questa differenza ed anzitutto sapere se vi erano o no anelli di guardia sugli impianti in questione.

Carcano: Mi risulta che nel caso su cui ho riferito detti anelli non esistevano.

Dalla Verde: Ciò corrisponde anche al mio caso: le dimensioni degli isolatori nei due casi sono però diverse, e questo può influire sui guasti.

Manfredi: È stato accennato alla possibilità di eliminare l'amarraggio negli attraversamenti: faccio notare che l'amarraggio è imposto dalla differenza di tensione meccanica derivante dalla diversità di sollecitazione dei conduttori nelle campate di attraversamento rispetto alle adiacenti. L'Amministrazione FF. SS., ad esempio, richiede per il rame uno sforzo di circa 4 kg per mmq mentre normalmente si arriva a 12 kg per mmq.

Dalla Verde: Cambiando il tipo o la sezione dei conduttori si possono avere carichi specifici diversi, pur mantenendo praticamente costante lo sforzo totale, e si può allora adottare la sospensione a V che è conveniente sotto vari punti di vista.

Broggi: In questo caso però col variare della temperatura, varia la tensione. Ritornando a quanto accennava l'Ing. Passarin la pioggia non rappresenta a mio avviso un grave pericolo per gli isolatori perchè so di molti isolatori a perno posti in posizione orizzontale che non danno noie anche sotto acquazzoni violenti. La pioggia verticale è più pericolosa di quella inclinata perchè tende a chiudere il

circuito tra una campana e l'altra dell'isolatore, mentre la pioggia inclinata rimbalzando secondo traiettorie normali alle linee di forza del campo elettrostatico, riesce assai meno pericolosa.

Sacchetto: Nella relazione Carcano si parla di un tecnico che dà grande importanza alle prove ad alta frequenza. Sono anch'io del parere di attribuire un'importanza maggiore di quella che non si dia da noi a queste prove, specialmente nei riguardi dell'invecchiamento dell'isolatore dovuto alla corrente di carica. Le correnti ad alta frequenza dovrebbero permettere di mettere in evidenza questo invecchiamento poichè il prodotto: «corrente di carica x tempo» relativo ad un lungo periodo di esercizio a frequenza industriale si può realizzare in breve tempo in laboratorio con frequenze di $50\,000 \div 100\,000$ periodi al secondo, essendo la corrente di carica proporzionale alla frequenza. Inoltre si rendono assai visibili altri fenomeni, specialmente termici, tanto è vero che isolatori che resistono assai bene alla bassa frequenza, si guastano rapidamente sotto l'alta. Ritengo, quindi, assai utile questa prova.

Campos: La prova è certamente utilissima, ma non bisogna abusarne perchè si corre il rischio di spaccare o di guastare isolatori che avrebbero potuto invece comportarsi benissimo in servizio, analogamente a quanto succede colle tensioni di prova eccessive.

Semenza: Perchè l'alta frequenza guasta più facilmente gli isolatori?

Campos: Le rotture o i guasti sono facilitati dagli effetti termici che si producono con intensità enormemente maggiore che con le frequenze normali.

Sacchetto: Gli isolatori che resistono a questa prova sono a fortiori certamente i migliori.

Manfredi: Da recenti informazioni mi risulta che anche i tecnici americani sono del parere del collega Campos, ed ora in America l'alta frequenza si usa nella prova «di tipo» e non in quella singola degli isolatori, dato il forte numero di scarti che essa darebbe.

Campos: A questo scopo sono anche ottime le prove che fanno subire rapidamente un gran numero di cicli termici all'isolatore in esame, argomento questo sul quale qualche nostro collega sta compiendo osservazioni molto interessanti.

Semenza: Essendovi un gruppo speciale di memorie sugli isolatori sulle quali riferirà l'Ing. Alessandri, credo opportuno rimandare il seguito della discussione a dopo la relazione Alessandri.

Passando ad un altro punto toccato dal Carcano mi sembrerebbe interessante discutere se convenga avere macchine ad alta reattanza, oppure macchine a bassa reattanza, ed inserire delle bobine esterne.

Vannotti: Includendo nella macchina stessa la forte reattanza, la soluzione risulta più economica, e la macchina più protetta contro i corti circuiti vicini. Questa è la mia opinione, in generale però è l'acquirente che prescrive la soluzione al costruttore.

Semenza: Non crede il collega che la protezione rispetto alle onde esterne sia diversa nei due casi?

Vannotti: Ciò è vero, ma a mio parere si dovrebbe giungere ad un accordo per costruire il macchinario che possa resistere per sé stesso a queste onde. Sarebbe perciò opportuno introdurre nelle «Norme» la prova degli avvolgimenti delle macchine finite con onda a fronte ripida.

Semenza: Si è accennato ad un nuovo apparecchio di protezione ideato dal collega Modigliani: mi sembrerebbe interessante se l'inventore volesse darne qualche notizia.

Modigliani: Ho infatti costruito un selettore di tipo speciale, ma non mi pare opportuno parlarne ora, data l'ora tarda, trattandosi di un argomento piuttosto lungo che presenta molti aspetti nuovi.

Semenza: L'anno scorso si è parlato lungamente della regolazione con relais: interesserebbe sapere se nel frattempo qualche esercente ha fatto qualche cosa in proposito.

Carcano: Nella mia Società qualche cosa è stato fatto, ma si è ancora agli inizi: la regolazione dei relais è stata affidata a tecnici adibiti esclusivamente a tale servizio.

Semenza: Sarebbe utilissimo che in tutti gli impianti i relais fossero regolati da norme uniche e non fossero abbandonati all'arbitrio di capi zona o capi centrali.

Dalla Verde e Manfredi: Realmente in tutti gli impianti ben ordinati la taratura dei relais è regolata appunto da norme emanate dal direttore di esercizio.

Essendo tarda l'ora si rimanda la discussione alla prossima seduta.

SEZIONE DI BARI

La sera del 1° febbraio 1924 fu tenuta la seguente Comunicazione dell'Ing. Mario Ascoli su «L'illuminazione elettrica — I progressi compiuti e le possibilità future».

«Mi perdonerete se ho preso proprio io l'iniziativa e siete qui a sentire una mia chiaccherata sopra un argomento certamente non nuovo. Lo faccio per dar il buon esempio, sperando che anche questa nostra Sezione voglia, come le consorelle sparse in Italia, avviarsi gradualmente ad una vita più attiva per cui si possano avere in seguito non solo comunicazioni di altri Soci, più interessanti delle mie, ma anche conversazioni e discussioni che servano a chiarire molte idee e a formare l'ambiente elettrotecnico, che oggi ancora, qui da noi, è assai limitato.

«Dell'opportunità che questo ambiente si formi, sarete tutti d'accordo. Ogni sviluppo industriale è fonte di sviluppo ulteriore con vantaggio di tutti.

«Parlerò dell'illuminazione perchè essa è attualmente, speriamo ancora per breve tempo, la applicazione più importante dell'elettricità, nelle tre Puglie. Infatti in quasi tutti gli impianti pugliesi la corrente si vende soltanto per luce. Solo a Bari e a Taranto se ne vende anche per forza motrice; un quantitativo però che non va oltre un terzo del totale.

«Non così accade nel resto d'Italia. Nell'alta Italia solo il 7 % si vende per luce, mentre il 93 % circa corrisponde alla forza motrice. Scendendo verso sud la percentuale di forza motrice diminuisce alquanto, ma non scende tuttavia sotto l'80 % (nella grande media). Questo rapporto si verifica appunto in quella parte dell'Italia meridionale, dove la distribuzione elettrica è più sviluppata.

«Per ora l'applicazione quasi esclusiva in Puglia è la luce. Col tempo l'importanza relativa di questa applicazione diminuirà rispetto al complesso, pure aumentando continuamente in valore assoluto. Ad ogni modo, costituirà sempre una parte interessantissima della elettrotecnica, tanto dal lato tecnico, quanto dal lato commerciale.

«L'illuminazione elettrica, così pubblica come privata, anzi l'illuminazione artificiale senza riferimento a uno speciale sistema, che oggi sembra la cosa più naturale del mondo, data relativamente da poco, almeno nella forma in cui attualmente la concepiamo. Dai tempi preistorici a tutto il 1700 non troviamo che torce, lampade ad olio e candele. La candela era la forma più evoluta: erano illuminate a candele le sale delle Reggie, con effetto che qualche esteta rimpiange, ma a cui tuttavia non si ritornerà più. Ad ogni modo l'illuminazione privata in forma più o meno buona esisteva anche nei tempi più remoti.

«Più interessante è la storia dell'illuminazione pubblica. Fino al 1500 circa non v'è traccia che nemmeno vi si riflettesse. La vita pubblica nelle città più importanti di Europa, per esempio a Parigi, si regolava automaticamente secondo la luce del giorno. Tutti si alzavano all'alba; poco dopo le strade si riempivano di gente affaccendata; le amministrazioni pubbliche, i tribunali, il Parlamento pare cominciasse a funzionare alle 5 o alle 6 del mattino. Si pranzava alle 10 e si cenava alle 4 o alle 5 del pomeriggio. Al tramonto, cioè dalle 4 alle 9 secondo la stagione, suonava il coprifuoco, tutti si rintanavano in casa e la città diventava oscura e deserta.

«Questa era allora la vita di Parigi, la Ville Lumière d'oggi di. Non se ne parla delle altre città.

«Sempre a Parigi, pare che nel 1558 il Parlamento, preoccupato della sicurezza pubblica, abbia ordinata l'accensione di cataste di legna, a scopo di illuminazione, agli incroci delle vie principali facendo obbligo, poco dopo, di sostituirle con candele poste entro fanali perchè il vento e la pioggia non le spegnesse. L'ordine ebbe però scarso effetto.

«Ad un proprio servizio di illuminazione pubblica, per quanto rudimentale, non si addivenne che sotto Luigi XIV. Questo monarca concesse a una certa impresa l'esclusività di un servizio che val la pena di descrivere. Ogni cento passi di strada si trovava un uomo con una torcia, pronto ad accompagnare, contro compenso, chiunque avesse avuto bisogno di lui. Si pagava a tempo, secondo le indicazioni di un orologio a sabbia, oppure secondo il consumo della torcia, che si misurava in base a segni impressi sulla torcia medesima.

«Qualche cosa di simile si faceva del resto in altre città, anche in Italia. A Venezia ancora nel 1700, i patrizi e le dame si facevano accompagnare di notte da un uomo con un fanale ad olio per andare da un palazzo a un altro in occasione di riunioni politiche o mondane.

«Un altro passo si fece nel 1667 a Parigi con una nuova imposizione ai cittadini di mantenere accese in punti determinati delle strade, nei rispettivi quartieri, delle lampade a candela. Pare che si iniziasse allora un vero servizio di illuminazione pubblica, mediante 5000 di queste lampade.

«Un progresso ulteriore si ebbe a Parigi nel 1765 con l'introduzione di una lampada ad olio con riflettore per opera di un certo signor Sartine, il quale presentando la sua invenzione al Re, diceva del suo apparecchio queste testuali parole: «*La lumière qu'il donne, ne permet pas de penser que l'on puisse jamais rien trouver de mieux*».

«Da quel momento si sviluppò l'illuminazione ad olio, anche per uso privato, specialmente dopo l'invenzione della lampada col tubo di vetro per opera di Argand nel 1787.

«Il petrolio e il gas non erano ancora conosciuti.

«I primi tentativi col gas sono dalla fine del 1700, ma le applicazioni industriali non risalgono più in là del 1820-1830. Il petrolio venne poi, dopo il 1860. Gli ultimi venuti sono infine l'acetilene che fa la sua comparsa poco prima del 1900 e l'alcool, mediante l'ausilio delle reticelle Auer.

«Questi due ultimi sistemi hanno però un'applicazione assai ristretta e non possono considerarsi concorrenti in via generale del gas e dell'elettricità, e nemmeno dell'olio, del petrolio e delle candele.

«La luce elettrica, scoperta fin dal 1808 per opera di Davy che fece brillare l'arco tra due pezzi di carbone di legna collegati alla sua pila di 2000 elementi, non trovò applicazione che molto più tardi. Nel 1846 Foucault sostituì al carbone di legna, carbone di storta e nel 1849 applicò il regolatore, che avvicina i carboni. Le lampade ad arco si perfezionarono e furono impiegate dapprima per speciali applicazioni. Tra i primi impianti di questo genere ricordo quello della stazione di smistamento a Porta Garibaldi a Milano, con una dozzina di dinamo da un cavallo ciascuna, ognuna delle quali alimentava un arco.

«La sviluppo dell'illuminazione elettrica non si ebbe però che dopo il 1880 in seguito alla scoperta della lampada a incandescenza

per opera di Edison, che la presentò, si può dire ufficialmente al pubblico, nella Esposizione di Parigi del 1881. Prima di Edison, altri avevano fatti dei tentativi, ma senza ottenere risultati pratici. La lampada a filo di carbone, pur consumando da 3,5 a 5 watt per candela, si prestava bene per l'illuminazione e in particolar modo per gli interni.

«Il primo impianto pubblico di illuminazione elettrica, che meriti questo nome, fu quello di New York, per opera della Edison Company nel 1882, a cui seguì a soli due anni di distanza quello di Via Santa Radegonda a Milano (1884), con disposizione analoga a quella di New York, per opera della Società Edison di Milano. Gli impianti dell'estero vennero dopo, nel 1885 quello di Berlino.

«Dopo questa rapida scorsa alla storia veniamo più particolarmente all'illuminazione elettrica e alla sua tecnica attuale.

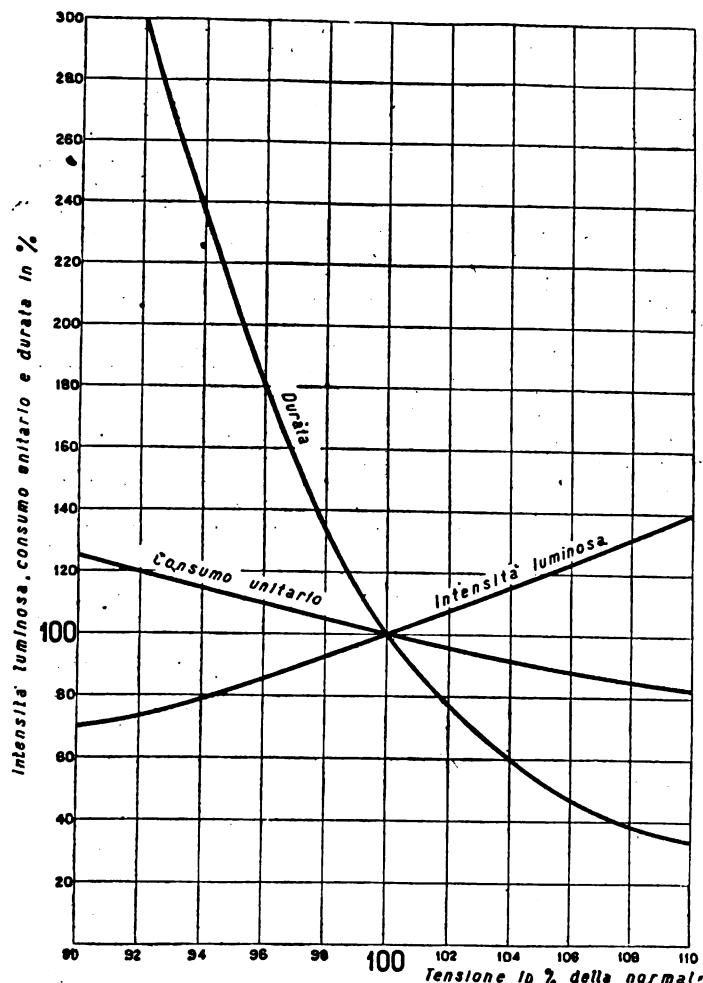


Fig. 1. — Intensità luminosa, consumo unitario e durata delle lampade a filo metallico.

«Le lampade ad arco come tutti sanno, sono oggi praticamente scomparse dall'illuminazione pubblica o privata. Si ritrovano solo in particolari applicazioni, tra cui principalissima, quella dei proiettori, per teatri, cinematografi e usi militari. E questo per due ragioni, perchè con l'arco si possono ottenere non solo intensità fortissime, ma pure concentrate in uno spazio piccolissimo, ciò che permette di utilizzarle bene al fuoco di specchi o di lenti. I tentativi per sostituirvi lampade a incandescenza non sono riusciti, come è facile intendere, che per piccoli apparecchi, per cinematografi o per réclame luminose.

«In America si usa ancora la lampada a magnetite che è una lampada ad arco con anodo superiore di rame, e catodo formato da un impasto di ossido di ferro con altre sostanze. Anch'essa però va perdendo terreno, soppiantata dalle lampade ad incandescenza a filo metallico.

«Queste ultime, come tutti sanno, sono di due tipi, le monowatt e le mezzowatt o più esattamente le lampade nel vuoto e quelle riempite di un gas inerte, in generale azoto purissimo. Il filamento è sempre di tungsteno o wolframio che dir si voglia.

«Delle lampade a carbone, puro, carbone metallizzato a filo d'osmio o di tantalio, e delle lampade Nernst, oggi abbandonate, è inutile parlare.

«Nelle lampade monowatt comparse nel 1910 si fa il vuoto perchè il filo non si ossidi.

«Il consumo unitario o rendimento e la durata possono variare però moltissimo se la tensione applicata si allontana dalla misura normale, come appare da questo diagramma.

«Alla fine del 1913 furono inventate le lampade cosiddette da mezzo watt, formate ancora di un filo di wolframio trafilato, avvolto a spirale e posto in un globo di vetro riempito di azoto a 1/2 o 3/4 di atmosfera di pressione.

«Il wolframio si fonde a 3100° circa e quindi può essere portato ad alta temperatura. I fili hanno un diametro di qualche centesimo di millimetro e in esercizio normale, assumono la temperatura di 2000-2100 gradi. In queste condizioni la durata dovrebbe essere di 1000-1500 ore. Il consumo varia da 1,6 a 1 watt per candela secondo la potenza e la tensione di esercizio. Le lampade a tensione più bassa sono più economiche, specialmente se si tratta di lampade medie o piccole. Così una lampada da 16 candele presenta, per esempio, i seguenti consumi unitari:

| | a 110 volt | a 150 volt | a 220 volt |
|------------------|------------|------------|------------|
| watt per candela | 1,05 | 1,15 | 1,25 |

«Il watt per candela si raggiunge solo con le lampade a tensione non superiore a 150 volt. In una tabella riporto i consumi delle lampade, a vuoto (monowatt) per diverse grandezze e per diverse tensioni, in watt per candela.

| | 110 volt | 150 volt | 220 volt |
|-----------|----------|----------|----------|
| candele 5 | 1,35 | 1,45 | — |
| » 10 | 1,25 | 1,35 | 1,40 |
| » 16 | 1,05 | 1,15 | 1,25 |
| » 25 | 1,— | 1,10 | 1,20 |
| » 32 | 1,— | 1,05 | 1,15 |
| » 50 | 1,— | 1,05 | 1,15 |
| » 100 | 0,95 | 1,— | 1,05 |

«La presenza del gas inerte in pressione riduce assai la volatilizzazione del filo, che è la causa dell'annerimento e della rapida fine delle lampade a vuoto se troppo spinte e serve a trasportare i pochi prodotti di volatilizzazione nella parte superiore (gambo) della lampada (che deve essere quindi verticale col gambo rivolto in su).

«Per contro la conducibilità termica del gas raffredda il filo, cagionando un maggior consumo di corrente. Ne segue che il filo deve essere concentrato in breve spazio e stare lontano dal vetro. Si capisce perciò che le lampade piccole non possono essere economiche, consumano anzi più delle monowatt corrispondenti, ma trovano compratori perchè si chiamano da mezzo watt.

«Nelle lampade mezzowatt (chiamiamole così per intenderci) il filamento è portato a 2400° circa e in queste condizioni dovrebbero durare da 800 a 1000 ore.

«Anche qui il consumo unitario dipende dalla tensione di esercizio, essendo esso funzione soltanto della corrente in ampère che attraversa la lampada, come si vede dal diagramma sotto riportato.

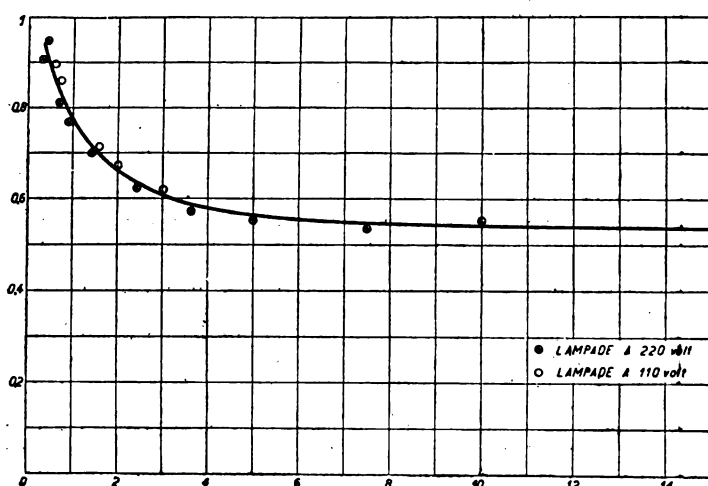


Fig. 2. — Consumi unitari delle lampade da mezzo watt (nelgas), in funzione della corrente.

«Riporterò anche i consumi unitari per alcuni tipi di lampade da mezzo watt a diverse tensioni, per far propaganda contro alcune idee erranee molto diffuse: (1)

| | Consumo watt per candela a: | | |
|---------|-----------------------------|----------|----------|
| | 110 volt | 150 volt | 220 volt |
| watt 25 | 1,40 | — | — |
| » 60 | 1,10 | 1,20 | 1,33 |
| » 100 | 0,83 | 0,96 | 1,15 |
| » 150 | 0,75 | 0,81 | 0,88 |
| » 200 | 0,73 | 0,76 | 0,80 |
| » 300 | 0,67 | 0,70 | 0,75 |
| » 500 | 0,63 | 0,65 | 0,67 |
| » 1000 | 0,61 | 0,62 | 0,64 |
| » 1500 | 0,58 | 0,60 | 0,63 |
| » 2000 | 0,55 | 0,57 | 0,59 |

(1) E precisamente la tabella contiene i dati che corrono nei manuali più accreditati e sono forniti verosimilmente dai fabbricanti di lampade; dalle pubblicazioni di una casa elettrotecnica di primo ordine, che non fabbrica però lampade elettriche, si desumerebbero consumi unitari anche più elevati. Le candele sono medie sferiche (mentre per le lampade monowatt si indica generalmente intensità orizzontale).

«Come si vede il mezzo watt per candela non si consegue mai e le lampade sotto a 100 watt (100 candele o poco più) consumano di più delle comuni monowatt, per quanto i listini delle fabbriche dicano talvolta il contrario.

«Quanto all'influenza delle variazioni di tensione si può ripetere ciò che si è detto per le monowatt.

«Per tutte le lampade a filo metallico, oggi di tungsteno, vale la seguente osservazione. Il wolframio o tungsteno ha una resistenza a 0° di 0,0637 ohm per metro e per mm che diventa dodici volte più grande alla temperatura delle lampade accese. Ciò significa che appena si mette la lampada in circuito essa assorbe dodici volte circa la corrente normale. Il filo si scalda, la resistenza aumenta e la corrente diventa normale o quasi dopo 2/10 di secondo.

«In pratica questo impulso di corrente (current inrush) irruzione della corrente, è così breve che per i singoli impianti privati non ha importanza praticamente nociva. Ma potrebbe averne nel caso di un gran numero di lampade, come per una pubblica illuminazione di grande importanza.

«Sulle lampade a vapori di mercurio, su quelle di quarzo che in Europa però furono pochissimo usate, si può sorvolare avendo esse un'importanza pratica limitatissima o sorpassata, per quanto concerne almeno la applicazione generale all'illuminazione.

«Un cenno si può fare piuttosto delle lampade a neon (chiamate glimlampen in tedesco; lampade a bagliore) messe in commercio da principio dalla Società Iulin Pintsh. Si tratta di quelle lampade per réclame, con una lettera dell'alfabeto o per uso di lume da notte o simile, che avete visto anche a Bari nella mostra di qualche negozio. Sono derivate forse dalla luce Moore, per la quale si impiegano lunghissimi tubi di vetro riempiti di azoto o di acido carbonico e che richiedono l'alta tensione.

«Nelle lampade a bagliore si impiega invece il neon (uno dei cosiddetti gas rari o nobili) con che bastano le ordinarie basse tensioni normali di distribuzione. Possono essere a corrente continua od alternata. Nel primo caso il catodo è formato da lamiera di ferro ben levigata, che emette una luce rossiccia molto tenue (1/10 di candela per cmq). L'anodo è un semplice filo di ferro. Nella lampada a corrente alternata i poli sono ambedue di filo di ferro. I due poli naturalmente non sono a contatto. Nello zoccolo della lampada è posta una piccola resistenza.

«Generalmente queste lampade sono fabbricate per un consumo di 3 o di 5 watt e forniscono rispettivamente 0,7 o 1 candela. La forma è quella della ordinaria lampada a incandescenza, forse un po' più tozza. Ne ho fatte cenno perchè questo non può dirsi un tipo di lampada superato, ma forse piuttosto un tentativo in un senso che potrà avere futuri sviluppi.

*

«Qualche parola riguardo alla generale tendenza a un'illuminazione sempre maggiore e alla facilità con cui ci si abita, dopo la meraviglia del primo momento. Molti di noi ricorderanno certamente all'inizio dei primi servizi di illuminazione elettrica, gente entusiasta che raccontava a tutti come in istrada, mettendosi sotto alle lampade pubbliche, si riuscisse perfino a leggere un giornale. A me fu riportato da testimoni oculari che a Venezia verso il 1850 la prima volta che il teatro la Fenice fu illuminato a gas, s'intende coi vecchi becchi a farfalla, molti fecero uso degli occhiali affumicati.

«Oggi tutto ciò ci fa ridere, ma in processo di tempo se non si riderà di noi, certamente si penserà con compatimento all'illuminazione di cui ci accontentiamo ora nelle strade, nelle abitazioni e nei pubblici uffici. Se confrontiamo l'illuminazione artificiale odierna, anche abbondante, con quella naturale del giorno, specialmente d'estate, constatiamo subito che c'è ancora margine grandissimo per aumenti futuri. Se talvolta abbiamo l'impressione che l'illuminazione artificiale sia eccessiva, ciò dipende principalmente dalla cattiva tecnica, per cui le sorgenti di luce colpiscono l'occhio direttamente, mentre dovrebbero rimanere nascoste e illuminare gli oggetti che interessa guardare, oppure essere rinchiusi entro involucri diffondenti. Questo errore si constata in quasi tutte le mostre dei negozi, dove l'uso di luce è attualmente il massimo.

«Ciò si ricollega al fatto che il nostro occhio pur adattabilissimo a illuminazioni estremamente diverse, in tempi successivi non sa guardare contemporaneamente oggetti troppo diversamente luminosi. L'esibizione diretta delle lampade attuali coi relativi splendori di filo portato a 2000, 2400 gradi tra gli oggetti che esse devono illuminare costituisce, permettetemi l'espressione, la maggiore bestialità che si possa commettere in fatto di illuminazione.

«Per mostrare l'estremo adattamento dell'occhio e il margine che esiste ancora in materia di illuminazione basti ricordare che, sia pure con fatica, si riesce a leggere caratteri neri su carta bianca, con 1 lux (candela metro) di illuminazione semprecchè si tratti di luce bianca o giallo-verde. Si legge senza fatica con 10 lux, bene con 40 a 50 lux e 50 lux circa è l'illuminazione massima che si assegnava fino a poco fa nel caso di lavori minuti, di piccola meccanica, orologeria o simili. Oggi si arriva al doppio e più. Il sole d'estate a mezzogiorno fornisce invece una illuminazione di 100.000 lux ed oltre. L'illuminazione lunare al plenilunio non oltrepassa per contro 1/3 di lux. Farà meraviglia questo rapporto da 1 a 300.000 tra luna e sole che pochi sospettano. Parimenti, l'illuminazione solare varia con l'ora e con la stagione (nel rapporto) da 1 a 100.

«L'illuminazione di giorno nelle strade di una città oltrepassa frequentemente 30 a 40.000 lux e 400 nell'interno delle stanze. Tutto

ciò mostra chiaramente che vi è ancora molta strada da fare per avvicinarci alla luce del giorno e finchè non vi arriveremo ci abiteremo facilmente a una illuminazione sempre maggiore, arrendendoci soltanto per la spesa o per la cattiva tecnica dell'illuminazione.

*

«Abbiamo veduto gli enormi progressi fatti dall'illuminazione in generale e da quella elettrica in particolare. Nessuno si stupirà tuttavia davanti all'affermazione che in fatto di rendimento il più è ancora da fare, cioè che la possibilità di nuovi miglioramenti, a differenza di ciò che può dirsi per altri campi dell'elettrotecnica, è per l'illuminazione sempre grandissima.

«Infatti, se coi trasformatori, ad esempio, si è arrivati già a rendimenti del 98 %, per la luce elettrica, non si è ancora giunti con le lampade migliori, quelle da mezzo watt, al 4 %!

«Qui conviene spiegare come si può definire il rendimento di una sorgente luminosa, per la qual cosa occorre ricordare alcuni principi fisici e fisiologici.

«Voi sapete che la luce è un fenomeno oscillatorio, come il calore radiante e le onde hertziane. In ogni fenomeno oscillatorio grandezze caratteristiche sono la velocità di propagazione, la lunghezza d'onda e la frequenza che direttamente ne deriva. Per tutti i fenomeni elettromagnetici la velocità di propagazione è unica; 300.000 km al secondo. Differiscono solo le frequenze e le lunghezze d'onda, funzione una dell'altra poichè la lunghezza d'onda è la distanza alla quale si propaga il fenomeno durante una oscillazione completa. Quanto più piccola la lunghezza d'onda, tanto più grande la frequenza e viceversa.

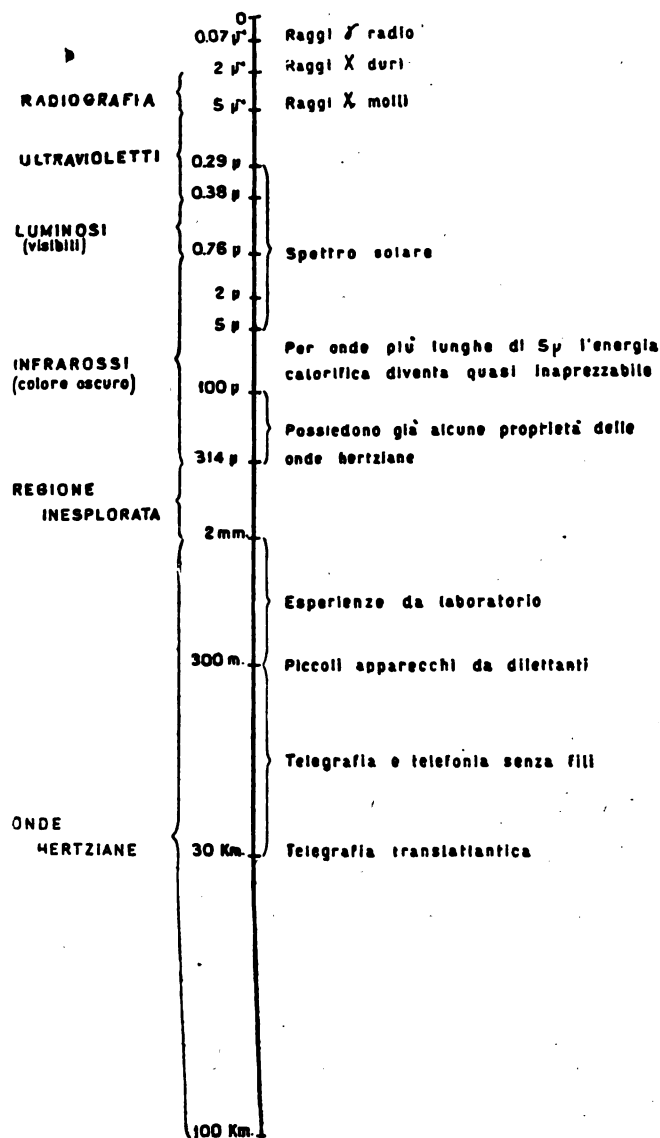


Fig. 3. — Successione delle oscillazioni elettromagnetiche di diversa frequenza (naturalmente le lunghezze d'onda non sono in scala) $1 \mu = 0,011 \text{ mm}$.

«Se sopra un asse portiamo a partire dall'origine la lunghezza d'onda troviamo dapprima i raggi γ del radio, poi i raggi x, poi ancora le vibrazioni attiniche o ultraviolette, seguono quelle luminose, e vengono infine le elettromagnetiche impiegate nella telefonia e telegrafia senza fili (onde hertziane).

I raggi γ, corrispondono alla più piccola lunghezza d'onda conosciuta di $0,07 \mu$ ($1 \mu = 1$ millesimo di millimetro) a cui corrisponde la fantastica frequenza di $4,1 \times 10^{19}$ al secondo.

«I raggi x impiegati in radiografia hanno una lunghezza d'onda variabile da 2 a $5 \mu^{-1}$ (2 duri, 5 molli).

«Seguono i raggi ultravioletti che arrivano fino alla lunghezza d'onda di $0,38 \mu$.

«Comincia quindi lo spettro visibile (violetto, indaco, turchino, verde, giallo, aranciato, rosso, rosso-scuro) che si estende da $0,38$ a $0,76 \mu$.

«Segue l'infrarosso che si estende fino a 3μ circa (il sole anzi non arriva che a 2μ circa), ma si conoscono vibrazioni oscure fino a 314μ .

«Da 314μ ($1/3$ di millimetro) a 2 millimetri c'è ancora un campo inesplorato (?).

«Da 2 millimetri in avanti si hanno le oscillazioni Hertziane o elettromagnetiche propriamente dette, per le quali non c'è limite superiore. Se ne sono usate anche di 100 km di lunghezza (frequenza 3000).

*

«In questa smisurata successione di oscillazioni che vanno da 7 centesimi di diecimillesimo di micron a centinaia di chilometri di lunghezza d'onda, il campo visibile per l'occhio umano si estende solo all'ottava compresa tra $0,38$ e $0,76 \mu$.

«Se scaldiamo un corpo solido per renderlo luminoso questo comincia a emettere calore oscuro (infrarosso) poi tra i 400° e i 500° comincia a mandare luce rossa a cui si aggiungono mano mano le altre vibrazioni di minor lunghezza d'onda (aranciato, giallo, verde, turchino, indaco e violetto) con che la luce si avvicina sempre più alla luce bianca.

Se portiamo come ascissa la lunghezza d'onda e come ordinata la energia corrispondente a ciascuna (misurata dalla rapidità di riscaldamento di un corpo che assorbe completamente l'energia trasportata da un fascio sottilissimo di radiazione) abbiamo un diagramma come quello riportato più sotto.

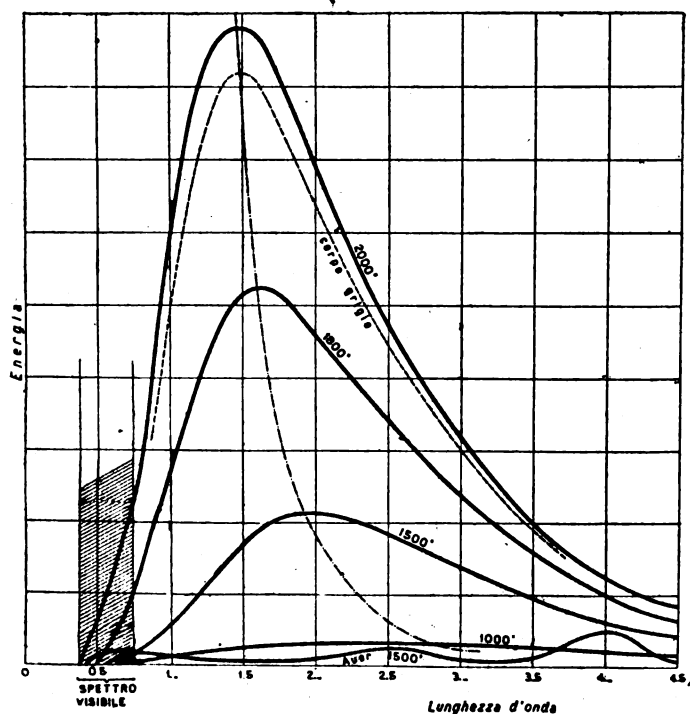


Fig. 4. — Diagramma d'emissione del corpo nero a diverse temperature, del corpo grigio e delle reticelle Auer.

Ciò si verifica riscaldando il così detto corpo nero perfetto, che in realtà non esiste, ma a cui si avvicinano alcuni corpi (corpi grigi, filamento delle vecchie lampade a carbone).

«Dal diagramma riportato emerge chiaramente come il rendimento in luce di un corpo solido riscaldato che più o meno si avvicina al corpo nero teorico (corpo grigio) sia pessimo e come convenga ad ogni modo, per migliorarlo, di elevare la temperatura.

«E appunto in questi due sensi si sono rivolti gli sforzi dei tecnici per migliorare il rendimento degli apparecchi di illuminazione.

«Il risultato migliore nel senso di scostarsi dalla proprietà del corpo nero si è avuto con le reticelle Auer formate da un impasto di ossidi di torio e di cerio, che possiede un gran potere emissivo nello spettro visibile. Esse diventano infatti luminosissime entro una fiamma non luminosa entro la quale un altro corpo non diverrebbe

luminoso e lo diverrebbe in scarsissima misura. La temperatura delle reticelle pare sia di 1500° circa).

«Il risultato migliore nel senso di raggiungere le temperature più alte si è avuto invece con la lampada a tungsteno o wolframio cosiddetta da mezzo watt nella quale il filamento arriva a 2400° o 2500 gradi. Si consegue quindi un elevato rendimento in luce pur impiegando un corpo grigio.

«Tutto ciò per spiegare la ragione delle ricerche pratiche e dei risultati conseguiti fino ad oggi.

«Per vedere però il margine ancora grandissimo delle possibilità future, bisogna addentrarsi un po' più nel fenomeno fisico-fisiologico limitato al campo visibile.

«Le diverse radiazioni comprese nello spettro visibile non impressionano tutte egualmente l'occhio umano, bensì alcune in forte misura, altre assai poco.

«La radiazione della massima visibilità, cioè quella per la quale l'occhio è più sensibile, corrisponde ad una lunghezza d'onda di $0,55 \mu$ (giallo-verde).

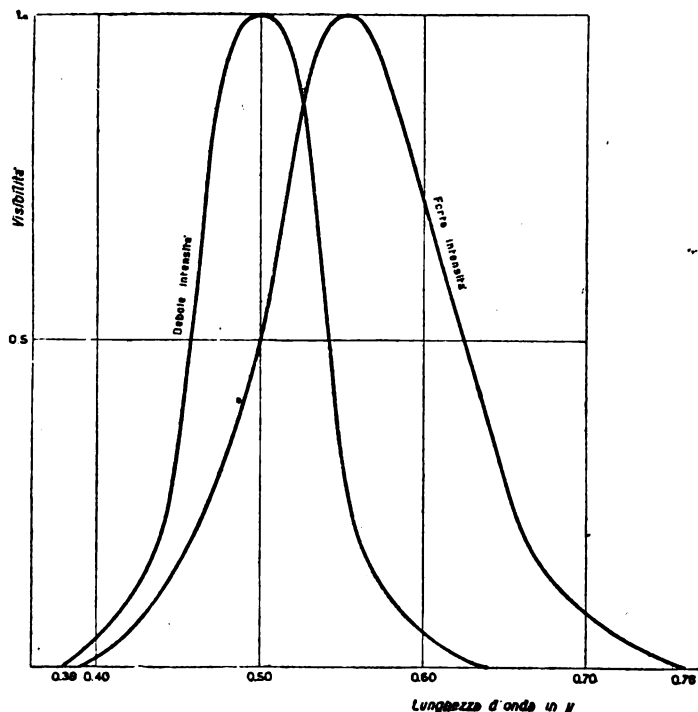


Fig. 5. — Diagramma della visibilità per l'occhio umano normale.

«Se, nel modo indicato più sopra, si misura l'energia corrispondente a un fascio sottilissimo dello spettro in corrispondenza alla lunghezza d'onda di $0,55 \mu$, si trova che essa corrisponde a 0,02 watt per candela (media sferica). Questo sarebbe quindi l'estremo limite teorico a cui si potrebbe arrivare, sempreché si potesse generare luce monocromatica di quella sola lunghezza d'onda. Il rendimento sarebbe per definizione del 100 %. Il consumo, come detto, sarebbe da $1/50$ di watt per candela.

«Se ci si arriverà, non sarà certo riscaldando un corpo solido il quale non può emettere una sola radiazione. Forse per luminescenza (gas o vapore incandescente). Resta poi la questione se una illuminazione di colore giallo-verde riuscirebbe pratica e gradita.

«Ad ogni modo è interessante osservare che una fonte di luce monocromatica con lunghezza d'onda di circa $0,55 \mu$ (più esattamente compresa fra $0,51$ e $0,67 \mu$), esiste in natura: si tratta della lucciola che è per conseguenza l'apparecchio di illuminazione più perfetto che esista. Il rendimento dell'organo della lucciola è del 96 % dato che essa emette principalmente con l'onda di lunghezza $0,57 \mu$. Come sempre, la perfezione si trova solo nei prodotti della natura.

«Se la tecnica umana potesse avvicinarsi al limite teorico sopra indicato, ($1/50$ di watt per candela) rimarrebbero soddisfatti, lo si può prevedere fin d'ora, anche gli utenti di luce più malcontenti».

Errata-corrige.

La *personalia* comparsa nel N. 10 si riferiva all'Ing. Brando anziché all'Ing. Brandi.

L'elenco dei Soci vitalizi o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.

(¹) Più esattamente si può dire: c'era, perché questa lacuna è stata colmata per merito dei due scienziati americani Nicols e Tear che sono riusciti recentemente (primavera 1923) a generare onde elettromagnetiche di 7 a $0,22$ mm. di lunghezza. E questo mediante un oscillatore tipo Hertz con piccoli cilindri di tungsteno: per ricevere queste onde serviva un radiometro opportunamente modificato.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La riorganizzazione dei Politecnici.

Il nostro recente invito ad estendere la discussione sulla organizzazione dell'insegnamento tecnico dal campo delle scuole professionali a quello delle scuole di Ingegneria, non è caduto nel vuoto e siamo lieti di poter pubblicare oggi un lucido e breve scritto del Prof. DE MARCHI il quale imposta assai chiaramente i termini del problema, allo scopo di inquadrare una eventuale discussione. Vogliamo augurarci che la discussione possa efficacemente svilupparsi perchè se è formalmente vero che, con la recente pubblicazione del regolamento ministeriale e con la deliberazione dei vari Consigli di Professori, il problema della riorganizzazione dei Politecnici imposta dalla riforma Gentile dovrebbe ritenersi esaurito, è altrettanto vero, sostanzialmente, che ad una riforma per più di un aspetto così radicale ed attuata così d'imperio (per il lo-devolissimo criterio che, diversamente, non si sarebbe forse attuata mai) deve necessariamente seguire un periodo di assestamento durante il quale molte cose si potranno ritoccare e migliorare. È pertanto assai utile che tutti coloro che amano la scuola, e si appassionano ai suoi problemi, espongano il loro modo di vedere; che la questione venga esaminata sotto tutti i suoi aspetti affinché si possa delineare sempre meglio il cammino verso ulteriori possibili perfezionamenti.

La microstruttura della porcellana per isolatori.

Nel corso delle recenti discussioni alla Sezione di Milano — delle quali continuiamo in questo numero a pubblicare i verbali — l'Ing. ALESSANDRI, prendendo lo spunto da alcuni rapporti presentati alla Conferenza di Parigi, ha tenuto la interessante comunicazione sulla microstruttura della porcellana riportata più avanti.

I lettori saranno, con noi, lieti di apprendere come gli interessanti studi microfotografici in argomento, dei quali così spesso si sono occupate specialmente le riviste tecniche Americane, siano stati da tempo e con successo affrontati anche dai tecnici nostri, in modo da assicurare sempre alla nostra industria degli isolatori quell'onorevolissimo posto che essa seppe da tempo conquistarsi nell'arringo internazionale.

Fattore di potenza nei circuiti trifasi squilibrati.

L'Ing. FOCACCIA espone oggi un nuovo interessante metodo per determinare il fattore di potenza e tutti gli altri elementi di un circuito trifase, simmetrico nelle tensioni, ma squilibrato nelle correnti. Mentre ci associamo al rinascimento ch'egli manifesta perchè le discussioni sull'argomento così felicemente iniziate molti anni or sono in seno alla nostra A. E. I. non siano giunte, ufficialmente almeno, ad una precisa conclusione, dobbiamo ricordare che, sostanzialmente, il problema della esatta definizione e misura del fattore di potenza nei circuiti trifasi comunque asimmetrici e squilibrati è stato da molto tempo definitivamente risolto, in gran parte per merito del Campos e di altri colleghi nostri ⁽¹⁾. Sono piuttosto la definizione e la misura del fattore di squilibrio, (che è indispensabile introdurre a fianco del fattore di potenza, per individuare completamente un circuito trifase squilibrato) che, nonostante i notevoli studi sviluppatasi in America ad iniziativa soprattutto del Fortescue, non sono ancora famigliari alla maggior parte dei nostri tecnici. Ma speriamo di poter aver presto occasione di ritornare ampiamente sull'argomento.

LA REDAZIONE.

⁽¹⁾ Si veda fra l'altro BARBAGELATA: «Macchine elettriche», Parte II, cap. IV.

□ COMPOSIZIONE, MICROSTRUTTURA E PROPRIETÀ DELLA PORCELLANA □

EUGENIO ALESSANDRI



Comunicazione alla Sezione di Milano, 25 febbraio 1924

In seguito ad una Comunicazione del Riddle alla recente Conferenza internazionale di Parigi, sulle reti ad alta tensione, vi fu chi si compiacque che i fabbricanti di isolatori si fossero « finalmente » decisi a portare in pubblico dati e notizie relative alla struttura ed alle proprietà della porcellana. L'osservazione mi incoraggia a far conoscere — riassumendo l'esposizione del Riddle — anche i risultati di ricerche iniziate già da alcuni anni insieme col collega Carini presso una grande Fabbrica ceramica italiana.

*

La porcellana è un agglomerato di argilla (o caolino) e di quarzo (o altro minerale refrattario non plastico) cementato da una massa vetrificata proveniente dalla fusione di feldspato o di simile silicato fusibile.

Si può dunque definire come una roccia ignea artificiale di materie totalmente anidre senza pori capillari continui.

La porcellana non è trasparente ed è anisotropa.

Nella massa vetrificata sono incluse parti cristalline, residue dei costituenti primitivi ed anche prodotte nel processo termico di fusione, e parti non cristalline, ma non vetrificate provenienti dalle sostanze argillose non entrate in combinazione coi fondenti: danno una idea della struttura suaccen-

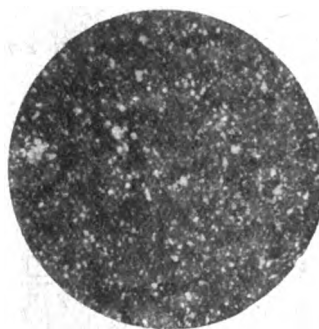


Fig. 1.

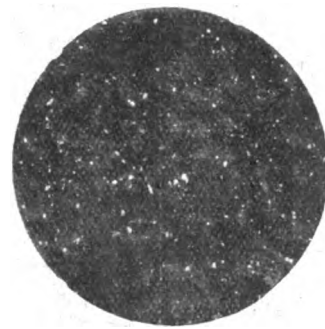


Fig. 2.

nata le microfotografie n. 1 e n. 2 della stessa lamina osservata con luce naturale e con luce polarizzata a nicol incrociati.

Notizie sommarie sui componenti della porcellana.

Le parti plastiche servono a legare la pasta durante la lavorazione ed a facilitare la formatura dei pezzi. Sono costituite normalmente da caolino (acido alluminico silicico del tipo $Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot 2H_2O$) che ha la qualità di essere esente da sali metallici e di cuocere perfettamente bianco.

Talora, specialmente in America, per facilitare la lavorazione, si usa mescolare al caolino dell'argilla, che ha la stessa composizione chimica, ma ha struttura più fine e più plastica, perchè prodotto secondario di trasporto idrico. Appunto per la loro origine, le argille sono però più inquinate da altri mi-

nerali e quindi danno una pasta meno bianca e meno omogenea. Il caolino e le argille, riscaldati, perdono l'acqua igrometrica sotto i 200°. A poco più di 500° la molecola di caolino si scinde perdendo l'acqua di combinazione ed il suo peso specifico, da 2,62 scende allora a 2,47. La sua porosità in questo momento è massima e minima è la sua resistenza meccanica.

A circa 800° nell'argilla s'inizia una nuova alterazione: la molecola si scinde lentamente in quarzo e monosilicato d'allumina (sillimanite amorfa) ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 = Al_2O_3 \cdot SiO + SiO$) ed il peso specifico aumenta a 2,70.

Nelle argille pure a 1400°, ed in quelle contenenti altre sostanze fondenti, a temperature inferiori, si inizia una contrazione di volume che progredisce colla temperatura.

A 1400° (ed anche a temperature inferiori se il riscaldamento è di lunga durata) si ha un processo di cristallizzazione acidulare di sillimanite entro la massa vetrosa.

Le proprietà fisiche del caolino variano in modo non lineare col cambiare della temperatura.

Il coefficiente di dilatazione aumenta colla temperatura sino a 1200°; per riscaldamento ulteriore diminuisce.

Il calore specifico (0,208 a temp. ordinaria) e la conducibilità calorifica (0,0025 unità C. G. S. a temp. ordinaria) aumentano colla temperatura.

La resistenza elettrica diminuisce rapidamente (per temperature elevate cioè superiori a 600°) col riscaldamento.

La conducibilità calorifica delle argille, cotte sino al massimo di contrazione, è maggiore (0,0031 unità C. G. S.) di quella del caolino calcinato.

Feldspati. — Tutti i vari feldspati, dall'ortoclasio all'albite ed ai diversi plagioclasii, possono essere impiegati, purché esenti da impurità coloranti, nella composizione della porcellana. Essi hanno funzione di fondenti, per loro fusibilità e per la energica azione solvente da essi esercitata, allo stato fuso, sul quarzo e sulle argille, formano la massa vetrosa che cementa il magma dalla porcellana.

La resistenza alla compressione dell'ortoclasio è 1700 kg per cm² ed il suo modulo d'elasticità è di 8120 kg per cm².

Il coefficiente di dilatazione (760×10^{-6} fra 10° e 500°) del feldspato potassico è intermedio tra quello del caolino e quello dell'argilla.

La resistenza elettrica dell'ortose vetrificato è grande, a temperatura ordinaria, ma a temperature elevate si abbassa con curva ripida, tanto che allo stato di fusione il feldspato può essere considerato come elettrolito.

Quarzo. — Serve a formare l'ossatura della pasta da porcellana e ad impedire che le deformazioni dei pezzi superino i limiti consentiti dalle tolleranze d'uso.

Esso deve essere macinato estremamente fine affinché i suoi cristalli non suscitino sforzi interni dannosi nel periodo di raffreddamento.

Infatti la silice, col variare della temperatura, è soggetta a diverse trasformazioni che portano impliciti bruschi cambiamenti di volume specifico e di coefficiente di dilatazione.

Per non dilungarmi eccessivamente, salto ogni dettaglio in proposito, rimandando chi s'interessa dell'argomento, alla monografia del Le Châtelier sulla « Silice et Silicates ».

Converrà però dare una rapida spiegazione dei diagrammi che riassumono il comportamento termico del quarzo cristallino e delle sue altre sette forme allotropiche.

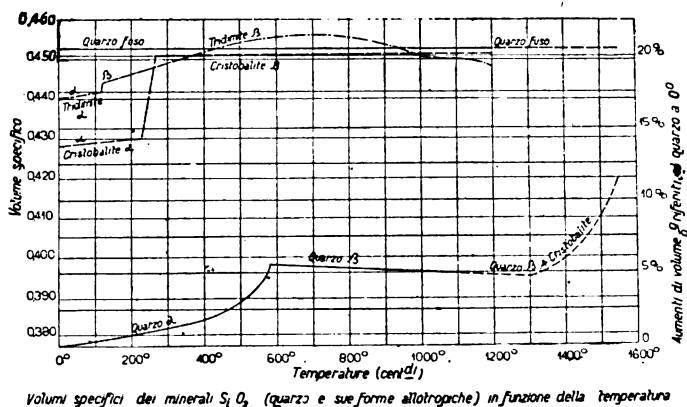


Fig. 3.

Dal diagramma di Mc. Dowel (fig. 3) risulta che il quarzo cristallino α , che è la varietà stabile a temperatura ordinaria, verso 575° subisce una trasformazione repentina in quar-

zo β , con aumento di volume del 5 %. Tale trasformazione è reversibile.

Da 600° a 1200° si osserva una leggiera diminuzione di volume.

A 1470° il quarzo β è soggetto ad un'altra trasformazione (questa graduale e non reversibile) in cristobalite β . Una volta formatasi la cristobalite β , essa raffreddandosi, a 230° passa un punto di trasformazione reversibile (con una diminuzione di volume del 2,6 %) diventando cristobalite α , stabile al di sotto di detta temperatura.

Vi è poi una terza forma cristallina della silice, la tridimite, che si produce lentissimamente a temperature molto elevate, ma questa forma (che si trova spesso nei mattoni refrattari silicei che abbiano funzionato a lungo come rivestimenti di forni siderurgici) non si osserva nella porcellana.

A 1625° finalmente la silice fonde in massa amorfa, che è la forma avente il massimo volume specifico e che non è più soggetta a nessuna trasformazione essendo stabile a tutte le temperature inferiori al punto di fusione.

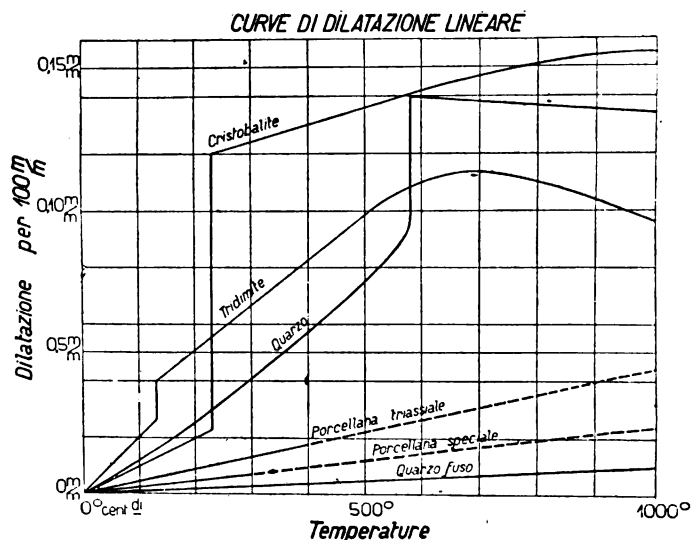


Fig. 4.

Il diagramma di Le Châtelier (fig. 4) dà, in funzione delle temperature, le dilatazioni lineari percentuali delle diverse forme di silice.

Anche da questo diagramma risultano i punti di trasformazione delle varie forme di silice.

Vi sono poi riportati per confronto i coefficienti di dilatazione della porcellana normale e di una porcellana per candele di motori a scoppio.

Come si vede il quarzo cristallino, durante le variazioni di temperatura, discorda sensibilmente dalla massa della porcellana e se non è in particelle molto fini, può dare degli sforzi interni notevoli.

Il quarzo ha una costante dielettrica di 4,6 parallelamente all'asse principale del cristallo e di 4,55 normalmente a questo asse.

La sua resistività elettrica, elevatissima a temperature normali, si abbassa rapidamente alle alte temperature.

*

Per porcellane speciali destinate a isolatori che devono avere elevata resistenza elettrica anche ad alte temperature (come sono le candele di accensione per motori a scoppio) si usano talora impasti nei quali entrano in composizione ossidi alcalini terrosi, ossido di berillio, borosilicati, andalusite, sillimanite (o i loro analoghi sintetici), ecc.

Composizione della porcellana.

Questa composizione può variare entro limiti estesi. Si può, modificando le proporzioni dei componenti essenziali ed il loro trattamento termico, variare le principali qualità fisiche richieste alla porcellana, che sono: resistenza elettrica, rigidità dielettrica, resistenza meccanica e resistenza agli sbalzi di temperatura.

Ognuna di queste qualità aumenta (entro dati limiti) a scapito delle altre. Si suole quindi scegliere una composizione che riunisca una media sufficiente dei diversi requisiti.

Essendo la porcellana una miscela ternaria, i diversi im-

pasti possono essere rappresentati dai punti di un diagramma triangolare equilatero (fig. 5) nel quale uno dei vertici rappresenta una pasta tutta di quarzo, un altro una pasta tutta di feldspato ed il terzo una pasta tutta di caolino. Dividendo le tre altezze del triangolo ciascuna in 100 segmenti uguali e tirando per tali divisioni delle parallele ai lati si ha un reticolato triangolare ciascun punto d'intersezione del quale rappresenta in percentuali una data composizione.

Il lato opposto al vertice che rappresenta il quarzo darà le miscele contenenti 0 % di quarzo, la prima parallela a tale lato, contando a partire dal lato stesso, indicherà tutte le composizioni contenenti il 10 % di quarzo e così via, per le altre parallele. Analogamente, il lato opposto al vertice che rappresenta il feldspato indicherà le miscele che non contengono feldspato e le successive parallele a partire da esso lato saranno ciascuna il luogo dei composti aventi uguale percento di feldspato e questo percento andrà gradualmente crescendo man mano che la parallela considerata è più vicina al vertice.

Lo stesso ragionamento vale per il vertice rappresentante il caolino e per le parallele al lato ad esso opposto.

Per ogni punto la somma delle tre percentuali è uguale a 100 perchè la somma delle tre normali abbassata da un punto qualunque interno ad un triangolo equilatero è costante ed è uguale all'altezza del triangolo.

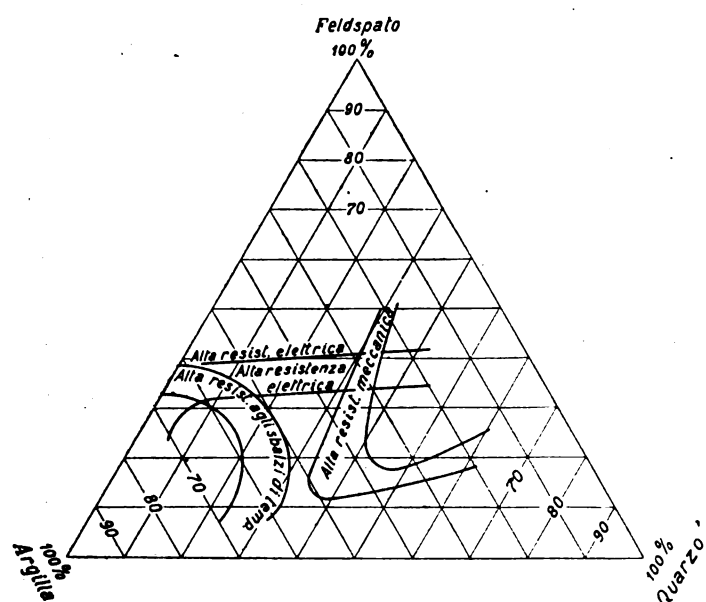


Fig. 5.

Naturalmente non tutti i punti del diagramma rappresentano composizioni di paste da porcellana realizzabili in pratica: alcuni danno impasti che vetrificano o scorificano, altri che sono eccessivamente refrattari, altri che non si possono lavorare perchè non plastici, ecc.

Lo studio in proposito non può essere che essenzialmente sperimentale ed è assai laborioso.

Esso porta alla conclusione che nel triangolo vi sono tre aree, non regolari nè simmetriche, nell'interno di ciascuna delle quali i punti rappresentano porcellane dotate al maximum ottenibile, d'una delle tre qualità essenziali: resistenza elettrica, resistenza meccanica e resistenza a sbalzi di temperatura.

Queste aree non si sovrappongono in nessun punto tutte tre.

Il ceramista quindi sceglie la sua pasta secondo una media, spostandola alquanto in un senso o nell'altro a seconda dei desiderata del mercato.

Fabbricazione.

Stabilita la dose e la qualità dei componenti, occorre manipolarli convenientemente.

La finezza di macinazione è una delle operazioni più importanti.

Dal diagramma (fig. 6) si può rilevare come, soltanto variando la finezza di macinazione, la stessa pasta può essere già cotta a 1290° e troppo cotta a 1350°, oppure non essere ancora cotta a 1380°.

Occorre poi che la lavorazione della pasta sia accuratissima, per non lasciarvi soffiature, che la prosciugazione sia fatta in modo da non suscitare tensioni interne in crudo, che potrebbero rompere il pezzo nel periodo critico della cottura.

nel quale l'argilla ha perduto gran parte del suo potere legante ed il feldspato non è ancora fuso e non possono quindi ancora avvenire assestamenti per viscosità.

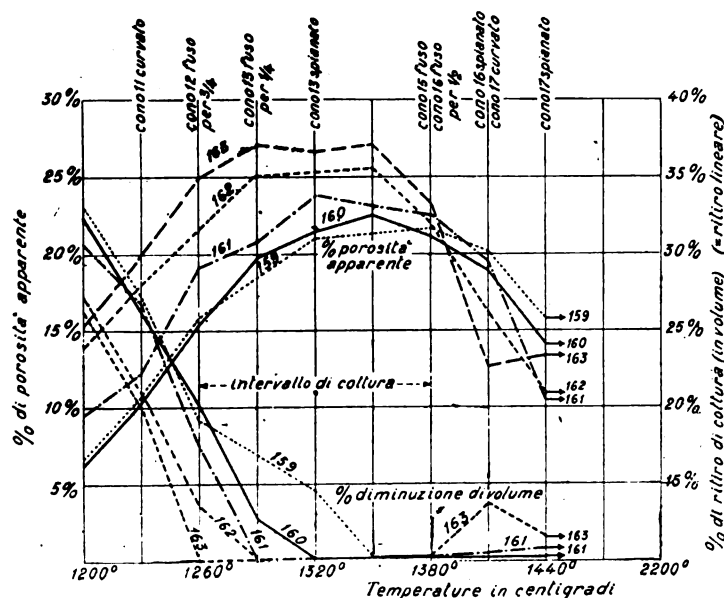


Fig. 6.

Non mi dilungo sui vari metodi di fabbricazione che non hanno interesse diretto per l'elettrotecnico.

Cottura.

Quando si riscalda la porcellana cruda, nel primo periodo si completa la eliminazione dell'acqua interstiziale e di quella igroscopica; poi si elimina l'acqua di combinazione e via via si sorpassano i diversi punti di trasformazione ai quali si è accennato parlando dei vari componenti.

Prima di arrivare all'inizio della fusione, occorre, con opportuna condotta del fuoco, dar modo e tempo a tutti i prodotti gassosi (che possono provenire da decomposizione termica dei carbonati, dei solfati e d'altri sali inclusi nella pasta) di essere eliminati prima che fonda la vernice perchè se rimangono imprigionati entro la massa la rendono spugnosa ed inutilizzabile.

Occorre altresì che nel periodo di iniziata fusione della massa vetrosa, questa, che ha viscosità notevole, abbia tempo di riempire completamente tutti i pori.

Anche da questo punto di vista non tutte le composizioni si comportano nello stesso modo: alcune si assestano prontamente altre lentamente.

Durante l'ultimo periodo della cottura la massa subisce una contrazione che raggiunge e supera linearmente il 17 % e che varia in modo notevole da pasta a pasta.

La porcellana si dice cotta quando ha raggiunto lo stato di porosità nulla.

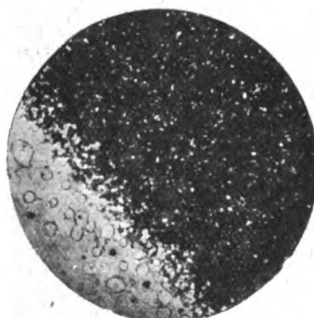


Fig. 7.



Fig. 8.

A questo punto si può continuare ad aumentare la temperatura entro un certo limite, più o meno esteso a seconda delle diverse composizioni, oltre il quale s'inizia un aumento di volume specifico e di porosità per sviluppo di bollicine gassose dovute a decomposizione dei silicati (vedi fig. 7 e 8).

Va notato che la misura della porosità col metodo di assorbimento di liquidi non è applicabile alla porcellana sovracotta, perchè le cavità racchiuse entro massa vetrificata non possono essere riempite dal liquido. Occorre invece determi-

nare il rapporto tra il peso specifico apparente ed il peso specifico assoluto.

Durante il periodo di parziale vetrificazione avviene, come si è detto, un processo di parziale soluzione dell'argilla e del quarzo. Più le particelle di quarzo saranno piccole e più facilmente e completamente avrà luogo la loro soluzione nel feldspato.

Però se la totalità del quarzo venisse disciolta sarebbe probabile un eccessivo rammollimento della porcellana, con relativa deformazione dei pezzi.

Nelle porcellane cotte a temperatura molto elevata si osserva talora un inizio di cristallizzazione, in forme aciculari, della sillimanite.

La presenza di fondenti alcalino-terrosi favorisce la formazione degli aghi di sillimanite.

Durante il raffreddamento occorrono notevoli precauzioni per evitare che si stabiliscano sforzi interni nella massa. In generale un raffreddamento assai lento diminuisce le probabilità di tensioni interne.

L'analisi microscopica è utilissima come verifica della struttura della porcellana ed è a desiderarsi che la tecnica di tale analisi possa perfezionarsi come ha fatto nel campo della metallurgia e diventi un normale metodo di controllo per la scelta delle materie prime e degli impasti, nonché per sorvegliare l'andamento della produzione.

Collegamento tra porcellana e vernice.

È indispensabile che la porcellana e la vernice che la ricopre abbiano coefficienti di dilatazione identici o quasi, per evitare notevoli sforzi reciproci presso la superficie di separazione.

Quando la porcellana ha coefficiente di dilatazione minore di quello della vernice, questa rimane in stato di tensione e la pasta si trova in compressione; si ha il fenomeno inverso coll'inversione del rapporto tra i due coefficienti di dilatazione.

Un cattivo collegamento tra pasta e vernice peggiora le qualità meccaniche della porcellana.

Talora avviene che le vernici che meglio si sposano alla pasta abbiano aspetto meno brillante ed esteticamente peggiore delle altre, perchè una parte dello spessore della vernice reagisce sulla pasta sciogliendone parzialmente gli elementi e quindi lo spessore della coperta vetrosa resta attenuato.

Proprietà e difetti della porcellana.

Porosità. — La porosità deve praticamente essere nulla. Si può constatarlo essiccando dei pezzi, pesandoli accuratamente tenendoli per lungo tempo entro ambiente di vapore d'acqua

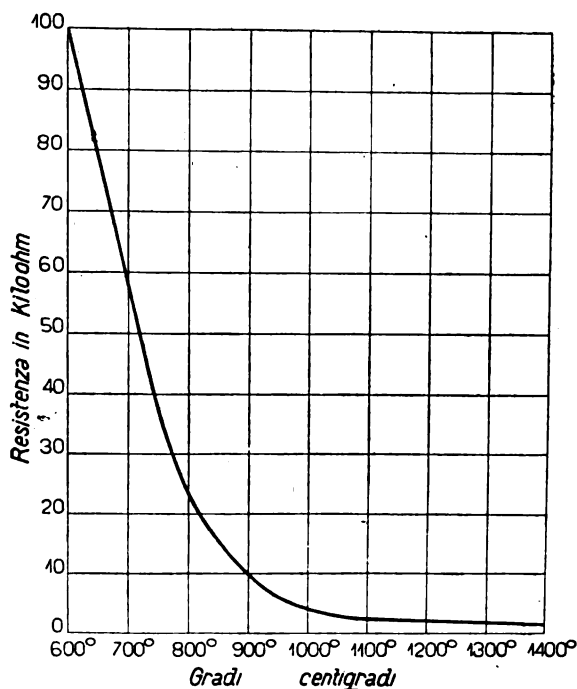


Fig. 9.

saturo e ripetendo la pesata poi. Il metodo più diffuso e più rapido è quello di mettere i pezzetti da analizzare, entro un recipiente che contenga soluzione alcoolica di fuxina, e sottoporre il liquido con entro i campioni ad una pressione di un centinaio di atmosfere prolungata per circa 24 ore.

La resistenza meccanica della porcellana, misurata sopra provini di piccole dimensioni, varia tra 200 ed 850 kg per cmq. alla tensione, e tra 3200 e 4600 alla compressione.

Il massimo di resistenza meccanica si ha dalle porcellane che contengono molto quarzo indissolto.

Il modulo di elasticità delle porcellane feldspatiche varia tra 54 000 e 71 000 kg per cmq.

Il coefficiente di dilatazione della porcellana, al disotto di 500° è compreso tra 250×10^{-6} e 650×10^{-6} .

Questo coefficiente è tanto più elevato quanto maggiore è la quantità di quarzo indissolto.

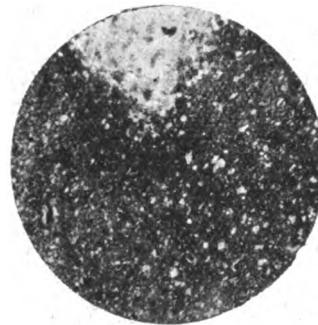


Fig. 10.

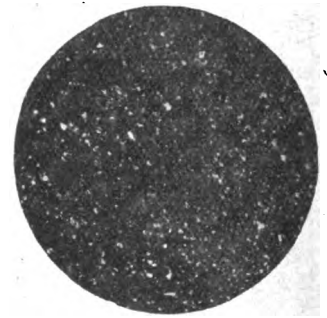


Fig. 11.

Il calore specifico della porcellana è 0,202 tra 0° e 200°. Aumenta poi colla temperatura.

La conduttività calorifica varia da 0.0024 a 0.0044 calorie per cmc tra 0° e 95°; anch'essa aumenta colla temperatura.

La resistenza elettrica della porcellana a temperatura ordinaria è assai elevata, ma offre da pasta a pasta variazioni assai vaste (da 3000 a 35.000 megaohm per cmc.). Tale resistenza decresce rapidissimamente colla temperatura, al disopra dei 500°.

Il diagramma (fig. 9) dà un'idea del fenomeno.

Come già si disse, per le candele d'accensione di motori a scoppio, furono studiate paste speciali che presentano in grado minore questa caduta di resistenza elettrica a temperature elevate.

La costante dielettrica della porcellana da isolatori va da 4,5 a 6,5.

La rigidità dielettrica (sensibilmente variabile anche per la stessa qualità di porcellana) misurata su spessori sottili, è compresa tra 5000 e 10 000 volt per mm di spessore.

Anche la rigidità dielettrica diminuisce rapidamente coll'elevarsi della temperatura: a 275° è stata trovata uguale ad 1/30 di quella osservata a 24°.

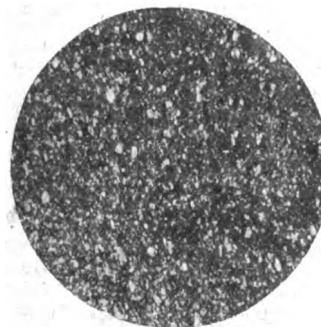


Fig. 12.

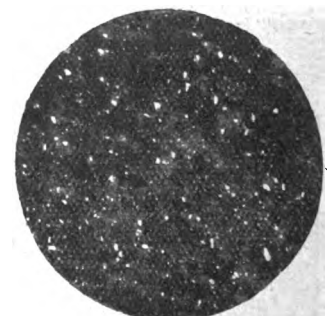


Fig. 13.

Il peso specifico assoluto della porcellana da isolatori oscilla tra 2,42 e 2,49 ed il peso specifico apparente tra 2,25 e 2,35.

Equilibrio chimico nelle paste da porcellana.

In una nota su tale argomento, l'Ing. F. Carini, ricorda le trasformazioni già accennate, che gli elementi costitutivi della porcellana subiscono per effetto del graduale riscaldamento. Conferma che per studiare una pasta da porcellana, il metodo migliore è quello di stabilire una serie organica di impasti distribuiti opportunamente nel diagramma triassico e per ciascuna composizione eseguire numerosi campioni da cuocersi a diverse temperature. Scelte, in seguito ai risultati delle prove di resistenza e di rigidità dielettrica, le paste che risultano migliori occorre fare uno studio analogo per trovare la vernice che si addatti ad esse.

Per confrontare tra loro i risultati delle prove di perforazione occorre ridurre la resistenza dielettrica di ogni campione di spessore x a quella che si avrebbe per uno spessore di 1 mm.

Dalla serie di numerose esperienze eseguite in Italia sino dal 1914 in collaborazione dagli Ingegneri Carini ed Alessandri, su provini di spessore non superiore a 5-6 mm. si è constatato che la resistenza alla perforazione aumenta collo spessore non già secondo una legge lineare ma con una legge che può essere espressa dalla formula:

$$R_x = R_l \cdot p^{(x-1)}$$

nella quale x è lo spessore del provino

R_l = è la rigidità dielettrica del 1° mm di spessore;

R_x = è la rigidità dielettrica del x ° mm di spessore;

p = è un coefficiente numerico che per le porcellane feldspatiche, come quelle sperimentate, risultò eguale a 0,83.

Si è osservato che ogni composizione presenta una rigidità dielettrica variabile col grado di cottura, in modo diverso da pasta a pasta, e che aumenta sino ad una certa temperatura, oltre la quale diminuisce.

Una temperatura vicina a quella di giusta vetrificazione mantenuta lungamente, permette di ottenere gli stessi risultati che una cottura più rapida a temperatura più alta.



Fig. 14.

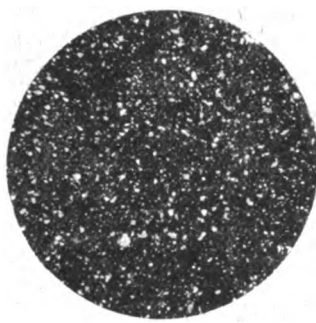


Fig. 15.

L'Ing. Carini sviluppa poi una teoria analitica delle reazioni chimiche che si ritiene avvengano successivamente nelle paste di porcellane col procedere del riscaldamento, analisi che non riporto perchè sarebbe seguita con interesse soltanto dai chimici e dai ceramisti specializzati.

Scopo principale di questo studio è di venire a concludere che per ogni tipo di pasta il maximum di rigidità dielettrica si ha quando la pasta è stata riscaldata sino al punto che tutta lo silice sia passata in soluzione. A questo punto la pasta sarebbe in equilibrio; se riscaldata ulteriormente l'allumina del caolino, non trovando più silice per saturarsi, avrebbe tendenza a decomporre il feldspato, spostandone gli alcali, che si svilupperebbero gasificati dando alla pasta lo stato bolloso (caratteristico delle vernici troppo cotte) che è l'inizio della scorificazione.

Osservazioni.

a) Quanto ho riassunto è per gran parte teoria, appoggiata più su esperienze di laboratorio che su prove industriali. La pratica non corrisponde in tutto alla teoria. Quando si passa da provini di dimensioni e spessori limitati e regolari, a grossi pezzi di spessori variabili e di forme complicate, intervengono fenomeni disturbatori che bastano talora a far sì che una pasta teoricamente ottima, dia in pratica risultati meno buoni di altre che stando alla teoria ed alle sole esperienze di laboratorio sarebbero classificate come mediocri. Elementi che, per esempio, possono falsare assai le previsioni di laboratorio, sono la più o meno facile lavorabilità e prosciugabilità dell'impasto.

Anche l'andamento delle reazioni reciproche tra i vari componenti della porcellana, pur corrispondendo in generale a quanto è stato detto, non credo che abbia, nè possa avere, la precisione e la regolarità che si ottiene nella metallurgia e nella industria vetraria.

Non bisogna dimenticare che in queste industrie, quando la fusione è effettuata, si ha una massa completamente liquida ed omogenea, alla quale è applicabile rigorosamente la teoria delle fasi, tanto utile nello studio e nelle previsioni dei composti che si vanno formando durante il raffreddamento; mentre la porcellana al momento di massima temperatura è costituita

da uno scheletro rigido non omogeneo, di silice e di ossidi d'allumina, gl'interstizi del quale sono riempiti da silicati fusi, di notevole viscosità, che reagiscono lentamente sullo scheletro che li contiene.

La legge delle fasi non può essere applicata che con molte riserve ad un sistema simile.

b) Sinora i fabbricanti americani avevano, in generale tendenza a cuocere scarsamente i loro prodotti mentre i fabbricanti europei (italiani, tedeschi e francesi), avevano tendenza a cuocere eccessivamente gli isolatori.

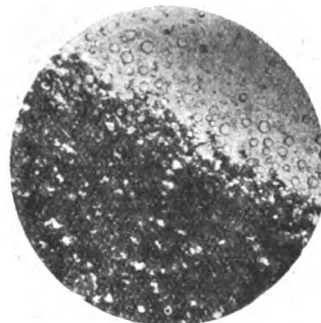


Fig. 16.

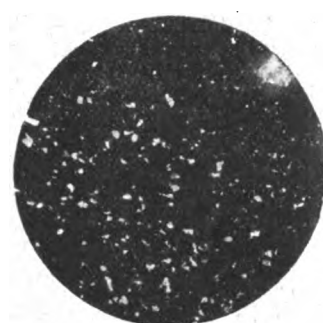


Fig. 17.

Da qualche tempo vi è una reazione tanto al di qua che al di là dell'Atlantico: al di qua si vetrifica meno, al di là si vetrifica più di prima.

c) Per quanto è stato detto riguardo alla resistenza meccanica della porcellana, occorre non dimenticare che le cifre esposte valgono per provini di piccolo diametro (non superiore a 25 mm) appositamente costruiti per avere omogeneità nella distribuzione degli sforzi in ogni punto della sezione.

Per diametri grandi, quei numeri diminuiscono assai perchè, data la grande rigidità della porcellana, il difetto di uniformità nella distribuzione degli sforzi ha influenza assai dannosa.

Per esempio, su isolatori a bastone costruiti da una Casa americana, la resistenza unitaria alla rottura per trazione risultò inferiore a 140 kg. per cmq.: i pezzi erano tubulari di circa 90 mm. di diam. esterno e vennero venduti, come aventi resistenza meccanica eccezionale, per amarraggio di stragli dei piloni di grandi antenne radiotelegrafiche.

d) Alcuni attribuiscono alla formazione più o meno abbondante di sillimanite cristallizzata, un'influenza favorevole di resistenza della porcellana; credo che ogni sostanza macrocristallina, aumentando l'anisotropia della massa, non migliori le condizioni statiche del sistema sotto nessun punto di vista, soprattutto se i cristalli sono grandi.



Fig. 18.

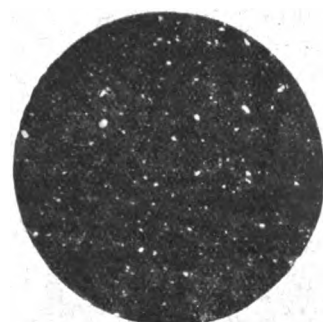


Fig. 19.

Del resto, nella discussione avvenuta in proposito a Parigi, il Sig. Saily, Direttore generale d'una Società produttrice d'isolatori, ebbe a dire esplicitamente che vi sono fabbriche le quali introducono nelle paste materie prime contenenti per se stesse sillimanite cristallina ed è naturale che allora la si ritrovi poi nella porcellana cotta senza che per questo si possa dedurre che la cottura sia stata fatta con procedimenti diversi, o più prolungata, o a temperatura più elevata, in confronto ad altre porcellane che non presentano cristallizzazione sillimanitica.

Io ho eseguito 150 sezioni sottili e microfotografie di porcellane provenienti da numerose manifatture europee ed americane: il quarzo cristallino rimane ancora abbondante entro la massa di tutte le più che mai di quelle che hanno tra i

loro tecnici chi sostiene che una buona porcellana di isolatori non deve contenere quarzo indissolto.

La sillimanite cristallizzata in aghi ben definiti si osserva (in pochi campioni) soltanto nella zona di passaggio tra la vernice e la pasta.

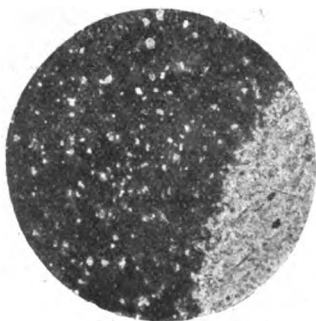


Fig. 20.

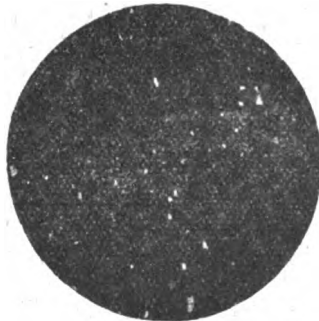


Fig. 21.

Le figure dal N. 10 al 23 rappresentano, accoppiate, microfotografie a luce normale ed a luce polarizzata con nicol incrociati, di sezioni sottili ricavate da campioni di porcellana delle principali fabbriche europee ed americane.

Conclusione.

Si può esigere che una fabbrica d'isolatori abbia una buona organizzazione di laboratorio sperimentale e tecnici competenti per lo studio ed il controllo fisico, chimico e microscopico della sua produzione, perchè tale controllo bene organizzato può segnalare magagne che altrimenti sfuggirebbero e perchè con buoni mezzi d'indagine adoperati bene e correntemente, la produzione può essere gradatamente migliorata.

Non bisogna però che l'acquirente diventi dogmatico e pretenda (come qualche volta avviene) di far rientrare, nei collaudi e nella scelta, dei criteri suoi personali circa la grana della porcellana, il grado di cottura, lo spessore della vernice, ecc.

Anche riguardo ai collaudi, tenendo presente che alcune qualità della porcellana si ottengono a scapito di altre qualità, sarebbe opportuno che si seguissero da tutti le norme consigliate dalla A.E.I. le quali sono appunto frutto della discussione di molti competenti e dell'esperienza di tutti.

Se alcuno credesse che le norme suddette in qualche loro parte possano essere modificate in meglio, potrebbe proporre i miglioramenti all'A.E.I. che ha modo di dar corso alle constatazioni e discussioni del caso, ma bisogna persuadersi che se non si viene ad una vera o propria normalizzazione delle prove di collaudo, non si saprà mai esattamente che cosa si compera ed avverrà talora che, portati in diretto confronto di prova due isolatori di provenienza diversa, si constati che dei due il peggiore è quello che sembrava, dalle garanzie date dai fornitori, dovesse essere il migliore.

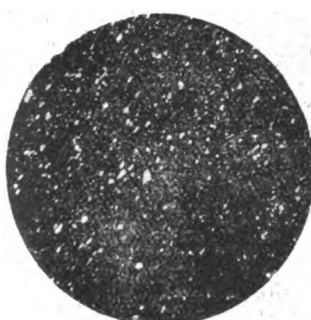


Fig. 22.

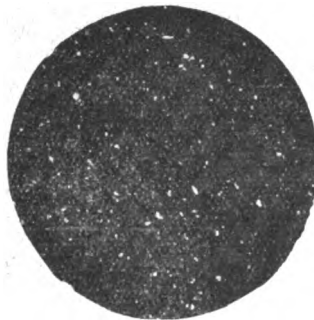


Fig. 23.

Giacchè siamo in argomento di norme di collaudo, io proporrei alla Commissione della A.E.I. di esaminare le seguenti modificazioni che mi sembrerebbero opportune:

1. - Per la prova di porosità, i pezzi immersi entro la soluzione alcoolica di fucsina, prima di essere messi sotto alta pressione, dovrebbero essere posti sotto la campana di una macchina pneumatica, per estrarre l'aria dai pori.

2. - Dovrebbero essere fissate le tolleranze, in più ed in meno, ammissibili sia per le dimensioni, sia per le altre

quantità menzionate nelle norme stesse, e che devono poi entrare a far parte delle condizioni contrattuali.

3. - Studiare meglio i coefficienti di sicurezza degli isolatori da interni e passanti, circa i quali non vi sono nelle norme attuali indicazioni sufficienti.

4. - Stabilire i coefficienti di correzione dei risultati di prova sotto pioggia da adottarsi quando, non avendosi a disposizione acqua della resistività prescritta dalle norme, si impieghi acqua di resistività minore.

La misura della resistività dell'acqua dovrebbe essere obbligatoria in ogni caso.

GLI STUDI TECNICI E L'APPLICAZIONE DELLA RIFORMA GENTILE □ □ □ □

GIULIO DE MARCHI

In questi ultimi mesi i Consigli delle Scuole d'Ingegneria hanno elaborato i nuovi Statuti, che ne definiranno i rispettivi ordinamenti in relazione con la recente riforma dell'Istruzione Superiore. Nota saliente di tale riforma è l'autonomia didattica concessa ai singoli Istituti, i quali sono ora liberi di preparare ed attuare quegli ordinamenti, che ritengano meglio rispondenti alle esigenze dell'insegnamento, nei limiti, ben s'intende, delle sempre scarse disponibilità economiche.

I vari schemi proposti si trovano ora al Ministero della Istruzione per l'esame da parte del Consiglio Superiore, e troveranno attuazione nel prossimo anno scolastico 1924-25. Nel Consiglio Superiore le Scuole di Ingegneria hanno un solo rappresentante, il Prof. Lori, direttore della Scuola di Padova; il suo passato scientifico e accademico, la sua qualità di ex presidente generale dell'A.E.I. e le opinioni da lui a varie riprese manifestate danno sicuro affidamento ai consoci del nostro Sodalizio che le esigenze dell'insegnamento tecnico saranno tenute nel debito conto e, ove occorra, difese nel supremo consenso dell'istruzione. Tuttavia la questione presenta tale importanza, e si collega a tanti gravissimi problemi, che sembra opportuno — per non dire necessario — di sottoporla all'esame ed alla discussione di tutti gli ingegneri che si interessano dell'avvenire degli studi tecnici italiani.

La riforma Gentile ha avuto il grande vantaggio di rimettere in discussione i problemi dell'istruzione, ed offre ora a tutte le Scuole una ottima occasione per rivedere ordinamenti e programmi, ed anche per effettuare innovazioni ed esperimenti, a cui prima non sarebbe stato possibile pensare. Sarebbe altresì il momento di attuare quelle riforme, di cui le discussioni precedenti (ricordiamo fra le altre quella assai ampia svoltasi nel 1914 in queste colonne e l'altra più recente avvenuta in seno alla Sezione di Torino della Associazione Nazionale degli Ingegneri in seguito alle comunicazioni del prof. Colonnetti, nel febbraio 1920) hanno già definito qualche linea fondamentale.

Ma Scuole di Ingegneria e Politecnici troveranno in sé medesimi la forza e l'iniziativa occorrenti per reagire contro consuetudini ormai inveterate? O lo spirito conservatore prevarrà un'altra volta, e l'occasione, che ora si presenta, andrà perduta?

D'altra parte, che il bisogno di una riforma sussista, è innegabile: i primi ad esserne convinti sono gli ingegneri che le scuole hanno licenziato negli ultimi lustri, specialmente nel dopo guerra: e ne sono convinti anche gli insegnanti che hanno avuta la ventura di arrivare all'insegnamento, non molti anni dopo la laurea, e con ricordi precisi degli studi compiuti.

Nelle presenti circostanze, una pubblica discussione, che è sempre utile, può diventare anche necessaria.

Sia permesso intanto, di richiamare alcuni punti che dovrebbero costituire altrettanti caposaldi dei nuovi ordinamenti. Dico richiamare, perchè effettivamente già se ne parlò a lungo, anche nell'*Elettrotecnica*: e poco resta da aggiungere di nuovo in materia.

Ci si limiterà ad accennare ad alcune esigenze caratteristiche dell'insegnamento tecnico: e al modo come vi si può far fronte. Tali esigenze possono essere raggruppate tutte in tre titoli seguenti che esamineremo successivamente:

- a) carattere professionale della preparazione;
- b) coordinamento degli insegnamenti;
- c) modalità degli insegnamenti.

a) Le nostre Università — dalle quali le Scuole di Applicazioni presero metodi e direttive di insegnamento — non hanno mai avuto carattere professionale: nemmeno in quei casi — di cui la medicina offre un esempio tipico — in cui l'esercizio della professione è la conclusione necessaria della carriera scolastica. In generale esse si limitarono a dare ai propri allievi delle indicazioni intorno al modo come si può studiare o lavorare sperimentalmente: in una parola, (e la frase in pratica è spesso eufemistica) a « formare la mente degli allievi ».

Tale sistema presuppone che l'allievo debba sottoporsi dopo la laurea ad altre prove, le quali diano adito a constatare che la sua mente si è formata. E infatti chi si dà alla carriera scientifica, deve affrontare e superare i vari concorsi, per arrivare ad una sistemazione definitiva.

Invece per chi si dà alla carriera professionale, nella gran maggioranza dei casi la laurea rappresenta la fine di ogni studio sistematico; nè probabilmente muteranno molto le cose con l'esame di Stato, che difficilmente potrà essere molto diverso da una ripetizione dell'esame di laurea. La preparazione scolastica, che per la carriera scientifica è un semplice coefficiente di riuscita, per la carriera professionale apre senz'altro la via all'esercizio della professione. Se, quindi, la preparazione generale dei laureati è insufficiente, o poco moderna, ne risentono inevitabilmente le conseguenze tutte le manifestazioni di una determinata attività nazionale. Le iniziative individuali dei singoli possono remediare solo in piccola parte: il livello della massa rimane ove lo hanno portato gli studi scolastici.

Perciò l'insegnamento professionale ha esigenze proprie e molto delicate. Anzitutto, esso deve procedere secondo un programma organico di corsi moderni e sintetici, che illustrino tutti i campi della tecnica, afferenti ai due grandi rami della ingegneria civile e della ingegneria industriale.

Non è, quindi, conciliabile con la vecchia tradizione universitaria della « libertà di insegnamento », intesa come libera scelta degli argomenti per i singoli corsi: e tanto meno sono ammissibili i corsi monografici, che illustrano un solo capitolo, lasciando all'allievo la facoltà di non studiare gli altri.

Ai Consigli delle Scuole il compito di definire anno per anno i programmi delle singole materie: agli insegnanti l'obbligo di attenersi a tale programma.

Ogni ingegnere ricorda indubbiamente le diverse e gravi lacune che gli insegnamenti — pure numerosissimi — impartiti durante i cinque anni universitari, lasciarono come angoli morti, nella sua cultura: e ricorda, in compenso, certi argomenti, che nel modo più impensato ricomparivano nei corsi più diversi. Queste ripetizioni, di solito discordi, sono fra gli inconvenienti più gravi della mancanza di un piano generale di studi: perchè raramente l'allievo è in grado di formarsi una opinione propria, e ne trae soltanto una dannosa impressione di sfiducia.

Che dire poi dell'altra consuetudine, pure ereditata dalle Università, che l'esame debba svolgersi soltanto nelle materie trattate dai professori nelle lezioni? Essa costituì indubbiamente il più efficace incitamento per quelle agitazioni studentesche, che furono non lieto privilegio delle Università nostre: e che per la massa degli studenti diventarono un mezzo comodissimo e sicuro per semplificare gli esami. Inefficace d'altra parte, la consueta minaccia delle Autorità accademiche, abbandonate a sé dal potere centrale, di prorogare la chiusura dei corsi, a giugno: chè le prime « vittime » ne erano i professori; e gli studenti, che ben lo sapevano, non la prendevano sul serio.

A tutto questo, nelle scuole di ingegneria occorre decisamente rinunciare: ogni scuola dovrebbe avere i propri testi — preparati dai singoli insegnanti e approvati dal Consiglio: — e la materia di questi dovrebbe essere per intero la materia di esame. Si avrebbe così la possibilità di rinunciare (sia pure con molta moderazione) allo svolgimento pedissequo nelle lezioni orali di talune parti dei corsi per illustrarne più minutamente quelle meno facilmente accessibili o assimilabili.

Non si deve temere, poi, che tale indirizzo — che chiameremmo professionale — escluda la possibilità che le Scuole diventino — come è necessario e desiderabile — vivaci centri di studio. L'insegnamento ben coordinato agli scopi della Scuola e la ricerca originale sono infatti due aspetti dell'attività dei singoli insegnanti che non si escludono, ma si completano. Ad ogni modo sotto questo riguardo riusciranno utilissimi quei corsi di perfezionamento, che si stanno preparando in quasi tutte le scuole.

b) Nel problema di coordinare i programmi la parte più delicata e più discussa è costituita dal problema di armonizzare gli insegnamenti di fisica e matematica, del primo biennio, con quelli più propriamente tecnici, dei tre anni successivi.

Per lunga tradizione, gli insegnamenti del primo biennio sono affidati dalle Scuole alle Facoltà di Scienze delle Università: soltanto Milano e Torino vi provvedono direttamente con insegnamenti propri. Le Facoltà di Scienze, poi, si limitano ad ammettere gli allievi ingegneri ai propri corsi, e a fornirli di quella licenza in fisico-matematica, che deve aprire le porte delle Scuole di Applicazione. Alla fine del biennio la preparazione degli allievi ingegneri, salvo particolari banali, e salvo un corso di disegno — sulla cui utilità in moltissimi casi si potrebbe discutere — è la stessa che per gli studenti di fisica e di matematica.

È possibile e utile che la collaborazione tra Facoltà e Scuole di Ingegneria continui? E continui su queste basi? Nel momento attuale non esiterei a rispondere affermativamente alla prima domanda, e ciò, anche senza tener conto del fatto che ora difficilmente le Scuole di Ingegneria potrebbero trovare quella decina di insegnanti di matematica, che loro occorrerebbero, se volessero procedere autonome. L'utilità di una buona preparazione matematica è infatti indiscutibile: e le Facoltà sono in grado di fornire una preparazione ottima.

Senonchè, è lontana dall'essere ottima la preparazione che — salvo poche eccezioni — le Facoltà forniscono di fatto attualmente. E la ragione è ovvia: i singoli insegnamenti, rivolti e preparati esclusivamente per gli studenti di matematica, riescono già di discutibile utilità per quelli di fisica, e sono in gran parte inadatti per quelli di ingegneria — che pure forniscono la grande maggioranza, e quasi la totalità degli allievi. Le Facoltà, finora, non hanno presa in seria considerazione le esigenze dell'insegnamento tecnico: al contrario, non è infrequente nei matematici puri un certo senso di compatimento per le materie applicate. Perciò gli argomenti più utili alle applicazioni ma che contaminano la pura astrazione col continuo riferimento alla realtà, sono spesso trascurati a vantaggio di questioni puramente astratte e formali: e più, che trascurate, mancano totalmente quelle esercitazioni numeriche che pur sarebbero indispensabili.

Illustri matematici ebbero ad esprimere il parere che la scienza italiana avrebbe assai da guadagnare da un indirizzo meno formale degli insegnamenti di matematica: secondo il mirabile esempio di qualche scuola straniera, specie di quella inglese, auspicci Kelvin e Rayleigh, alla quale da due decenni è venuta accostandosi la scuola tedesca. E ad ogni modo fuori di dubbio che per gli ingegneri l'indirizzo attuale non può essere mantenuto: ed ha fornito plausibilmente ragioni alle tendenze secessionistiche delle scuole di Ingegneria.

Gli effetti di tali tendenze furono finora assai scarsi, essenzialmente perchè i matematici, assai più numerosi, e avendo nelle loro file nomi gloriosi e autorevoli seppero far prevalere la loro volontà. Ma essi debbono rendersi conto che si impone un deciso mutamento: e che questo mutamento viene assumendo il carattere di una condizione necessaria perchè la collaborazione fra Scuole e Facoltà possa continuare.

E mutamento significa sfondare i corsi dalla trattazione particolareggiata di questioni di interesse specialmente astratto: e completarli invece con i molti argomenti, ora omessi, e che si richiedono per un serio sviluppo delle materie tecniche (per es., equazioni differenziali a derivate parziali, calcolo delle variazioni, ecc.). Soprattutto, occorrono frequenti applicazioni concrete ed esercitazioni numeriche.

Un mutamento di tal genere, con ogni probabilità, gioverebbe anche alla preparazione non solo dei fisici, ma degli stessi matematici: specie se si tenga presente che i corsi di matematica pura in realtà, danno adito quasi sempre all'insegnamento secondario.

Non meno importante è il problema dei corsi tecnici. Ivi, molto spesso, prevale l'empirismo: mentre raramente esiste un collegamento diretto fra essi e i corsi di fisica e di matematica. Non è facile, per es., trovare un corso di scienza delle costruzioni che conservi — non dirò i simboli — ma almeno le direttive che ispirarono il precedente corso di meccanica razionale.

In linea generale occorre elevare il tono degli insegnamenti tecnici, che — nei riguardi scientifici — spesso non sono all'altezza di quelli del biennio preparatorio. Anche sotto questo aspetto è sommamente desiderabile la riforma degli insegnamenti di matematica: se le Facoltà verranno incontro alla Scuola di Ingegneria col fornire ai giovani una preparazione più consona agli studi di applicazione e più aderente alle questioni che ivi si trattano, il livello degli insegnamenti appli-

cattivi dovrà necessariamente elevarsi. I professori di materie tecniche sentiranno meglio la necessità di tenersi al corrente dei nuovi concetti e dei nuovi metodi per evitare che nelle scuole di ingegneria gli allievi ritrovino principii non interamente esatti, e procedimenti ormai superati.

E accanto al rinnovamento è evidente la necessità del coordinamento a cui si è già accennato a proposito delle lacune e delle ripetizioni dei corsi attuali.

c) Un breve cenno sulle modalità di insegnamento. Cardine di questo sono attualmente le lezioni orali: nei corsi di applicazione, le lezioni sono completate dalle esercitazioni, che sono invece scarse, e spesso disertate nel biennio di avviamento.

Le lezioni — nel modo come vengono impartite nella grandissima maggioranza dei casi — sembrano di scarsa utilità: gli studenti le seguono saltuariamente e passivamente, piuttosto con lo scopo di rendere le proprie figure familiari all'insegnante — con la speranza che l'esame risulti agevolato — che con l'intenzione di trarre un effettivo giovamento da quello che l'insegnante viene dicendo. Salvo eccezioni, la preparazione si fa sulle dispense, nelle ultime settimane — quando non sono gli ultimi giorni — che precedono gli esami: e le ore passate nelle aule sono qualche volta tempo perduto per docenti e discenti. Un collega ingegnere mi diceva recentemente di aver ricercato una volta, tra circa centocinquanta allievi che riempivano un'aula di una scuola d'Italia uno studente — dico uno — che seguisse le parole dell'insegnante: che era un insegnante ottimo e ben voluto, ma aveva il torto di far lezione alle due pomeridiane, e di fare appelli frequenti: la sua ricerca fu vana. Quella massa di giovani aveva trovato le occupazioni più diverse: ma la parola del professore cadeva nel vuoto. Ora, un caso simile non è raro: anzi è relativamente frequente.

L'utilità della lezione cattedratica, a scolaresche numerosissime, come sono quelle di quasi tutte le nostre Scuole di Ingegneria pare del resto, difficile a sostenere: specialmente se si tratta di materie, oramai irrigidite in formulazioni poco variabili, che ogni anno debbono essere ripetute quasi identicamente.

Se, per tali materie, alle lezioni si sostituissero esercitazioni o discussioni fra professore ed allievi, i quali ultimi fossero tenuti a studiare in precedenza i singoli argomenti sul testo o sulle dispense, non risulterebbe assai meglio impiegato il tempo degli uni e degli altri?

Non si può dimenticare, d'altra parte, che l'assetto scolastico attuale rende spesso impossibile, anche agli allievi migliori, di seguire tutte le lezioni e le esercitazioni previste dagli ordinamenti: basta pensare che in una scuola del Regno, l'orario segna nove ore giornaliere, tra lezioni ed esercitazioni.

Gli orari dovrebbero in generale, essere semplificati e alleggeriti, così da lasciare almeno agli allievi diligenti quel minimo di tempo che è indispensabile per assimilare le materie, che i vari insegnanti vengono loro esponendo. E si potrebbero eliminare dalle lezioni quelle materie, che è facile studiare sui libri, perchè puramente espositive, o esenti da difficoltà concettuali.

Le Scuole dovrebbero, altresì, decidersi ad ammettere soltanto quel numero di allievi, che è compatibile con la capacità delle aule, e con la disponibilità dei laboratori: e dovrebbero sospendere definitivamente quella gara nelle agevolazioni, che, se non erriamo, fu iniziata alcuni lustri or sono, e certo non giovò alla serietà degli studi tecnici.

In questo campo, occorre tornare all'antico, e ristabilire quella disciplina, che fin ad un'epoca non troppo remota fu vanto delle Scuole di Ingegneria.

*

L'argomento richiederebbe una trattazione ben più vasta: ma sia lecito sperare che le presenti considerazioni valgano, almeno a richiamare l'attenzione e la discussione sulla necessità di adattare l'insegnamento tecnico alle esigenze della professione, impostandolo su basi più moderne e razionali. Il problema è troppo grave, perchè la classe degli ingegneri non abbia a prenderlo nel più serio esame.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

□ □ SULLA DETERMINAZIONE DEL FATTORE DI POTENZA NEI CIRCUITI TRIFASI SQUILIBRATI □ □ □ □ □

BASILIO FOCACCIA



:: :: :: Comunicazione alla Sezione di Napoli :: :: ::

1. — Ho avuto recentemente occasione di dovere determinare il fattore di potenza di un impianto trifase, i cui carichi erano notevolmente squilibrati. Nel caso in esame, sembra a me che la ragione dello squilibrio debba ricercarsi nel fatto che l'impianto, costituito esclusivamente da motori trifasi a induzione, era servito da trasformatori asimmetrici, i quali come è noto assorbono correnti magnetizzanti diverse per le singole fasi: mentre poi lo squilibrio fra tali correnti si rendeva particolarmente sensibile perchè il carico era circa la metà della potenza installata. Valga a conferma di ciò il fatto che, facendo ad arte diminuire il carico, si esaltava lo squilibrio percentuale fra le correnti di fase.

Prescindendo comunque dalle ragioni dello squilibrio, accertai notevoli sistematiche differenze fra il $\cos \varphi$ determinato col metodo comune dei due wattometri mediante la formula di Mac-Allister:

$$\tan \varphi = \sqrt{3} \frac{W_1 - W_2}{W_1 + W_2},$$

e quello denunciato da un fasometro di precisione. Quest'ultimo valore, al variare del carico, si manteneva costantemente superiore del 15% al 30%, e lo scarto non poteva attribuirsi ad imperfezioni degli strumenti di misura, all'uso scrupolosamente tarati, o ad anomalie di esecuzione della misura, all'uso più volte ripetuta.

Dovetti così, ancora una volta, riconoscere l'inapplicabilità del metodo suaccennato di misura, nel caso di circuiti trifasi squilibrati, e la necessità di invitare i competenti alla soluzione dell'annosa e controversa questione, tanto più che l'esempio citato dimostra come casi di squilibrio notevole possano manifestarsi effettivamente nella pratica, anche quando gli impianti sembrano per loro natura equilibrati.

Per vero il mio invito è stato preceduto già da altri, e la questione più volte negli ultimi decenni è stata discussa da tecnici valorosi, e sono comparse al riguardo pregevoli memorie dense di osservazioni preziose, e talvolta anche conclusive. Debbo, al riguardo, richiamare in particolar modo l'attenzione dei competenti sulle memorie dell'Ing. Campos ⁽¹⁾, del Dottor Lupi ⁽²⁾, dell'Ing. Norsa ⁽³⁾, degli Ingegneri Barbagelata e Guastalla ⁽⁴⁾ e su quelle recentemente comparse nelle riviste americane.

Nessuna conclusione è risultata però dalle discussioni fatte ⁽⁵⁾, anche perchè queste ultime furono purtroppo interrotte, e credo a torto dimenticate. Non sarà quindi inopportuno riprenderle nella speranza che esse riescano definitivamente feconde.

Io mi limito qui a richiamare il concetto, oramai pacifico, che il $\cos \varphi$, nella sua comune attuale definizione:

$$\cos \varphi = \frac{W_1 + W_2 + W_3}{E_1 I_1 + E_2 I_2 + E_3 I_3}$$

perde nel caso dei carichi squilibrati qualsiasi significato fisico, e perde del pari quel già modesto valore che, almeno nel campo economico, gli compete nel caso dei carichi equilibrati. Per questo motivo si è da più parti consigliato di determinare, nel caso di squilibri notevoli, separatamente i fattori di potenza $\cos \varphi_1$, $\cos \varphi_2$, e $\cos \varphi_3$, che competono alle singole fasi, salvo restando l'uso che di essi dovrebbe poi farsi per la determinazione di un parametro che, analogamente al $\cos \varphi$ degli impianti equilibrati, o eventualmente in modo migliore, possa

⁽¹⁾ Atti dell'A. E. I., Fasc. II, 1909.

⁽²⁾ Atti dell'A. E. I., Fasc. I, 1910.

⁽³⁾ Atti dell'A. E. I., Fasc. I, 1910.

⁽⁴⁾ L'Elettricità, Vol. XXXI, N. 23, Atti A. E. I. 1912, Fasc. 2, Rivista Tecnica di Elettrotecnica, gennaio 1910.

⁽⁵⁾ Atti A. E. I., Vol. XIII, 1909.

permettere un giudizio compendioso del comportamento dell'impianto.

Il consiglio sembra legittimo, poichè pare anche a me che la conoscenza dei tre fattori di potenza sia in ogni caso indispensabile per la determinazione di quel parametro. Ed è perciò che io propongo qui un metodo per la determinazione di essi in modo più semplice, e più rapido, di quello comunemente usato mediante l'impiego di tre wattometri, tre amperometri e tre voltometri, oppure di quello proposto dal Sauvage⁽⁶⁾.

*

2. — Ammettiamo per semplicità che la forma della tensione e della corrente, relative al sistema dei circuiti presi in esame, sia sinusoidale e che lo squilibrio delle correnti non produca squilibri apprezzabili fra le tensioni. La prima ipotesi è senz'altro accettabile, poichè nella generazione delle grandezze alternate si tende oggi nella pratica con ogni sforzo a realizzare la forma sinusoidale; d'altra parte è stato anche dimostrato che la presenza eventuale di armoniche superiori notevoli di tensione e di corrente influisce sul fattore di potenza in modo non apprezzabile praticamente⁽⁷⁾. La seconda ipotesi è invece meno accettabile della precedente, perchè in realtà, anche ammesso il caso di circuiti di potenza modesta rispetto a quella dei generatori che li alimentano, uno squilibrio delle tensioni di fase è inevitabile ogni volta che si manifesta uno squilibrio fra le correnti. Generalmente però allo squilibrio anche notevole dei valori delle tensioni corrisponde uno squilibrio trascurabile degli angoli di fase; e d'altra parte per squilibri anche notevoli delle tensioni di fase resta praticamente invariato il sistema delle tensioni concatenate.

Cosicchè basterà, per rendere accettabile l'ipotesi, riferirsi nel calcolo alle tensioni concatenate ed ammettere a 120° le tensioni di fase.

Ciò premesso, se indichiamo con $W_1 + W_2$ la potenza di un circuito, con I_1, I_2 e I_3 le correnti di fase, V la tensione concatenata, e con φ_1, φ_2 e φ_3 gli angoli di fase rispettivamente esistenti fra le correnti e le tensioni di fase, potremo scrivere per un circuito trifase senza neutro le relazioni seguenti:

$$\begin{aligned} W_1 - VI_1 \cos(30^\circ + \varphi_1) &= 0; \\ W_2 - VI_2 \cos(30^\circ - \varphi_2) &= 0; \\ I_3 e^{j\varphi_3} + I_1 e^{j(\varphi_1 + 120^\circ)} + I_2 e^{j(\varphi_2 + 240^\circ)} &= 0; \end{aligned}$$

le quali danno luogo al seguente sistema di quattro equazioni:

$$\begin{aligned} W_1 - VI_1 \cos(30^\circ + \varphi_1) &= 0; \\ W_2 - VI_2 \cos(30^\circ - \varphi_2) &= 0; \\ I_3 \sin \varphi_3 + I_1 \sin(\varphi_1 + 120^\circ) + I_2 \sin(\varphi_2 + 240^\circ) &= 0; \\ I_3 \cos \varphi_3 + I_1 \cos(\varphi_1 + 120^\circ) + I_2 \cos(\varphi_2 + 240^\circ) &= 0; \end{aligned} \quad (1)$$

sufficienti in ogni caso a determinare $\cos \varphi_1, \cos \varphi_2, \cos \varphi_3$, e I_3 in funzione di W_1, W_2, I_1, I_2 , e V .

Le prime due equazioni del sistema (1) si possono anche scrivere:

$$\begin{aligned} 4 \cos^2 \varphi_1 - 4 \sqrt{3} k_1 \cos \varphi_1 + (4 k_1^2 - 1) &= 0; \\ 4 \cos^2 \varphi_2 - 4 \sqrt{3} k_2 \cos \varphi_2 + (4 k_2^2 - 1) &= 0; \end{aligned} \quad (2)$$

dove si è posto:

$$k_1 = \frac{W_1}{VI_1}; \quad k_2 = \frac{W_2}{VI_2}.$$

Risolvendo il sistema delle (2) si ha:

$$\begin{aligned} \cos \varphi_1 &= \frac{\sqrt{3}}{2} k_1 \pm \frac{1}{2} \sqrt{1 - k_1^2}; \\ \cos \varphi_2 &= \frac{\sqrt{3}}{2} k_2 \pm \frac{1}{2} \sqrt{1 - k_2^2}. \end{aligned} \quad (3)$$

Dalla (3^a) e (4^a) equazione del sistema (1) si ricava invece:

$$\tan \varphi_3 = \frac{k_1 - k_2 \frac{I_2}{I_1}}{(\sqrt{3} k_1 - 2 \cos \varphi_1) + \frac{I_2}{I_1} (\sqrt{3} k_2 - 2 \cos \varphi_2)} \quad (4)$$

$$I_3 = \left\{ I_1^2 + I_2^2 + I_1 I_2 [\sqrt{3} \sin(\varphi_1 - \varphi_2) - \cos(\varphi_1 - \varphi_2)] \right\}^{\frac{1}{2}}. \quad (5)$$

D'altra parte possiamo sempre scrivere la relazione generale:

$$W_1 + W_2 - \frac{V}{\sqrt{3}} (I_1 \cos \varphi_1 + I_2 \cos \varphi_2 + I_3 \cos \varphi_3) = 0;$$

dalla quale si ricava:

$$I_3 \cos \varphi_3 = I_1 (\sqrt{3} k_1 - \cos \varphi_1) + I_2 (\sqrt{3} k_2 - \cos \varphi_2). \quad (6)$$

Paragonando ora la (6^a) alla (4^a) equazione del sistema (1) otteniamo:

$$\frac{I_3}{I_1} = \frac{3 \cos \varphi_1 - 2 \sqrt{3} k_1}{2 \sqrt{3} k_2 - 3 \cos \varphi_1}; \quad (7)$$

e se sostituiamo il valore di questo rapporto nella (4) otteniamo la tang φ_3 , esclusivamente in funzione di k_1 e k_2 , in quanto che per le (3) $\cos \varphi_1$ e $\cos \varphi_2$ sono stati anch'essi determinati come funzioni di k_1 e k_2 .

Per potere però calcolare gli angoli φ_1, φ_2 e φ_3 occorre stabilire il segno che nei singoli casi bisogna adottare nelle espressioni (3). Al riguardo però diciamo subito che questo segno è perfettamente determinato dal segno della fase delle correnti rispetto alle tensioni.

Supponiamo infatti, come accade generalmente negli impianti industriali che le correnti siano ritardate rispetto alle tensioni. In questo caso, essendo $k_1 = \cos(30^\circ + \varphi_1)$ e $k_2 = \cos(30^\circ - \varphi_2)$ sarà sempre $k_2 > k_1$. Inoltre per variazioni di φ_1 fra 0° e 90° si scorge, non con molta difficoltà, che le due equazioni:

$$\cos \varphi_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} k_1 \pm \frac{1}{2} \sqrt{1 - k_1^2}; \quad k_1 = \frac{W_1}{VI_1} = \cos(30^\circ + \varphi_1)$$

sono contemporaneamente soddisfatte solo per il segno positivo e per k_1 variabile fra $\frac{\sqrt{3}}{2}$ e $-\frac{1}{2}$.

Analogamente per φ_2 variabile fra 0° e $+90^\circ$ le due equazioni:

$$\cos \varphi_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} k_2 \pm \frac{1}{2} \sqrt{1 - k_2^2}; \quad k_2 = \frac{W_2}{VI_2} = \cos(30^\circ - \varphi_2)$$

saranno contemporaneamente soddisfatte per k_2 variabile fra $\frac{1}{2}$ e 1, e precisamente nell'intervallo $\left(\frac{1}{2}, \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$ verranno soddisfatte per il segno negativo, mentre nell'intervallo $\left(\frac{\sqrt{3}}{2}, 1\right)$

saranno soddisfatte indifferentemente per il segno positivo e il segno negativo. Pertanto mentre non v'è dubbio sulla scelta del segno di $\cos \varphi_1$, occorre per determinare in modo univoco il segno nell'espressione di $\cos \varphi_2$ un'altra condizione, che potremo facilmente ricavare considerando lo squilibrio delle correnti. Infatti dalla (7) ricaviamo:

$$\cos \varphi_3 = \frac{2}{\sqrt{3}} \left(k_2 + k_1 \frac{I_1}{I_2} \right) - \frac{I_1}{I_2} \cos \varphi_1;$$

e sostituendo i valori di $\cos \varphi_1$ e $\cos \varphi_2$ dati dalle (3) abbiamo ancora la relazione:

$$\pm \sqrt{1 - k_1^2} = \frac{1}{\sqrt{3}} k_2 + \frac{I_1}{I_2} \left(\frac{1}{\sqrt{3}} k_1 - \sqrt{1 - k_1^2} \right);$$

la quale dice che il segno cercato sarà positivo o negativo secondo che il secondo membro di essa sarà maggiore o minore di zero, ovvero secondo che:

$$\frac{I_1}{I_2} < \frac{k_1}{\sqrt{3 - 3k_1^2 - k_1}}.$$

In definitiva quindi se le correnti sono ritardate rispetto alle tensioni, dovremo sempre assumere il segno positivo nell'espressione di $\cos \varphi_1$, mentre nell'espressione di $\cos \varphi_2$ assumeremo il segno positivo se:

$$\frac{\sqrt{3}}{2} \leq k_1 \leq 1, \text{ ed } \frac{I_1}{I_2} < \frac{k_1}{\sqrt{3 - 3k_1^2 - k_1}}; \quad (8)$$

⁽⁶⁾ E. T. Z., pag. 712, 1913.

⁽⁷⁾ BOWIE, *Electr. World*, 1899 9, XII.

— BLOCH, E. T. Z., XII, 1903.

ed il segno negativo se:

$$\frac{1}{2} \leq k_1 \leq \frac{\sqrt{3}}{2};$$

oppure:

$$\frac{\sqrt{3}}{2} \leq k_1 \leq 1, \text{ ed } \frac{I_1}{I_2} > \frac{k_1}{\sqrt{3-3k_1^2}-k_1} \quad (9)$$

Corrispondentemente avremo per la condizione (8):

$$\begin{aligned} \cos \varphi_1 &= \frac{1}{2} (\sqrt{3} k_1 + \sqrt{1-k_1^2}); \\ \cos \varphi_2 &= \frac{1}{2} (\sqrt{3} k_1 + \sqrt{1-k_1^2}); \\ \cos \varphi_3 &= \frac{1-ab}{\sqrt{(1+ab)^2 + (\sqrt{3} + \sqrt{3}ab - 2a)^2}}; \end{aligned} \quad (10)$$

e per le condizioni (9):

$$\begin{aligned} \cos \varphi_1 &= \frac{1}{2} (\sqrt{3} k_1 + \sqrt{1-k_1^2}); \\ \cos \varphi_2 &= \frac{1}{2} (\sqrt{3} k_2 + \sqrt{1-k_2^2}); \\ \cos \varphi_3 &= \frac{1+ab}{\sqrt{(1+ab)^2 + (\sqrt{3} - \sqrt{3}ab - 2a)^2}}; \end{aligned} \quad (10')$$

dove:

$$a = \frac{k_1}{\sqrt{1-k_1^2}}; \quad b = \frac{\sqrt{1-k_1^2}}{k_1}.$$

In questo modo risulta chiaramente determinata la ricerca dei tre fattori di potenza, ed il problema è analiticamente risolto. Si potrebbe però obiettare che le espressioni (10) e (10'), quantunque possano calcolarsi con poca difficoltà, sono tuttavia relativamente complesse, ed in pratica il loro impiego potrebbe essere limitato a casi affatto speciali.

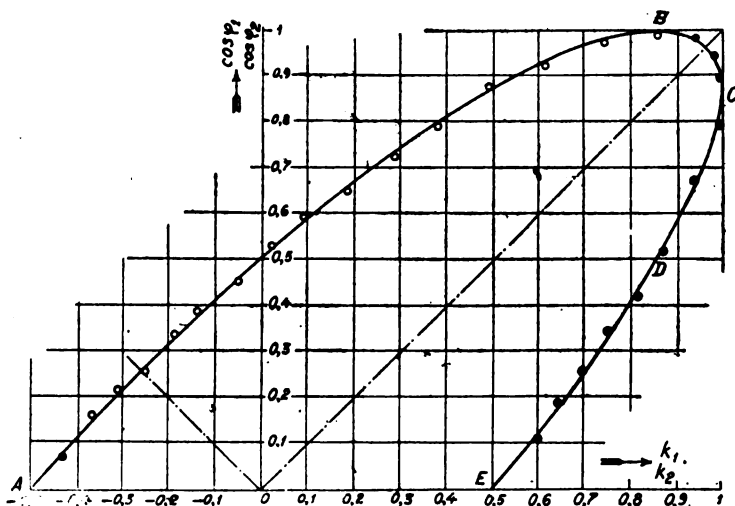


Fig. 1.

Conviene quindi semplificare il calcolo mediante operazioni grafiche, che si deducono facilmente dalla interpretazione geometrica delle (10) e (10'). Infatti le equazioni (2) rappresentano una medesima ellisse riferita a due diametri ortogonali. Se perciò portiamo rispettivamente i valori k_1 , o k_2 sull'asse delle ascisse, ed i valori $\cos \varphi_1$, o $\cos \varphi_2$ sull'asse delle ordinate, potremo immediatamente costruire l'ellisse, della quale gli assi sono dati, nel caso particolare, dall'equazione:

$$k^2 - \cos^2 \varphi = 0;$$

e sono quindi le rette bisettrici degli assi coordinati (fig. 1). Le coordinate dei fuochi reali sono poi date da:

$$k_f = \cos \varphi_f = \pm \sqrt{\frac{3}{4}}.$$

L'ellisse così costruita rappresenta dunque in modo univoco la legge di variazione di $\cos \varphi_1$ e $\cos \varphi_2$ nell'intervallo di varia-

zione di k_1 e k_2 , cioè per tutti i possibili squilibri, cosicchè basta servirsi di essa per evitare il calcolo di $\cos \varphi_1$ e $\cos \varphi_2$.

Emerge poi chiaramente dalla discussione fatta in precedenza che il ramo AB dell'ellisse dà i valori di $\cos \varphi_1$ univocamente in funzione di k_1 ; il ramo ED dà i valori di $\cos \varphi_2$ univocamente in funzione di k_2 ; il ramo BCD dà infine per ogni valore di k_2 due valori di $\cos \varphi_2$ fra i quali dovremo scegliere il maggiore o il minore a seconda che:

$$\frac{I_1}{I_2} < \frac{k_1}{\sqrt{3-3k_1^2}-k_1}.$$

Tutto si riduce quindi a calcolare il rapporto $\frac{k_1}{\sqrt{3-3k_1^2}-k_1}$ per i valori di k_2 compresi fra $\frac{\sqrt{3}}{2}$ e 1.

Si potrebbe obiettare che nell'intorno del punto B la lettura è un po' incerta corrispondendo piccole variazioni dei coseni a variazioni notevoli dei rapporti k_1 e k_2 ; però l'inconveniente, ed il conseguente errore di lettura può ridursi quanto si voglia piccolo adoperando nei casi pratici una parte sola del diagramma tracciato in scala opportuna. E d'altra parte non si richiede di solito nelle misure industriali una precisione maggiore di quella che può essere permessa dall'impiego del diagramma; ma se in casi affatto particolari occorresse una precisione maggiore nulla impedisce di conseguirla mediante il calcolo delle (10) e (10'). Anche $\cos \varphi_3$ può determinarsi graficamente evitando di calcolare le corrispondenti espressioni (10) e (10').

Infatti l'equazione (4) dà luogo rispettivamente per $\cos \varphi_2$ $\geq \frac{\sqrt{3}}{2}$ alle equazioni:

$$x(\sqrt{3} + \tan \varphi_3) + 2y + \tan \varphi_3 - \sqrt{3} = 0; \quad (11)$$

$$x(\sqrt{3} + \tan \varphi_3) - 2y - \tan \varphi_3 + \sqrt{3} = 0; \quad (11')$$

dove:

$$x = y \sqrt{\frac{1-k_1^2}{k_2}}; \quad y = \frac{k_1}{\sqrt{1-k_1^2}}.$$

La equazione (11) per ogni valore di $\cos \varphi_3$ e quindi di $\tan \varphi_3$ rappresenta rette diverse, tutte passanti però per uno stesso punto, poichè il determinante generico fra i coefficienti è costantemente nullo.

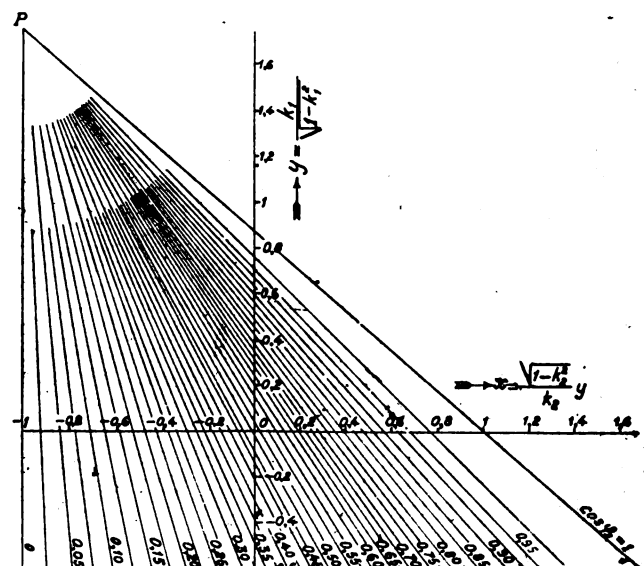


Fig. 2.

È chiaro dunque che il sistema di quelle rette, che chiameremo *isocosene*, perchè ciascuna relativa ad un unico $\cos \varphi_3$, deve essere un fascio di rette, il cui polo per la equazione (11) avrà le coordinate

$$x'_0 = -1; \quad y'_0 = \sqrt{3}.$$

Analogamente si vede che la equazione (11') rappresenta un fascio di rette isocosene il cui polo ha le coordinate (fig. 2):

$$x''_0 = +1; \quad y''_0 = \sqrt{3}.$$

Un medesimo abbaco può quindi servire per la ricerca di $\cos \varphi_3$ in ogni caso, bastando semplicemente invertire il segno dell'asse delle ascisse se $\cos \varphi_2 > \frac{\sqrt{3}}{2}$. L'abbaco stesso si

traccia poi con pochissimo lavoro poichè, noto il polo, basta trovare per ogni coseno, solo un altro punto della retta, punto che per semplicità può essere quella corrispondente a $x = 0$, o $y = 0$. Anche nel caso meno frequente per impianti industriali di correnti anticipate di fase rispetto alle tensioni, si perviene ad espressioni della stessa forma delle (10) e (10') salvo il cambiamento dei segni; ed anche allora naturalmente si perviene a diagrammi analoghi ai precedenti che permettono la determinazione immediata di $\cos \varphi_1$, $\cos \varphi_2$, e $\cos \varphi_3$.

Il metodo appare dunque generale ed è particolarmente vantaggioso, bastando la determinazione diretta di W_1 , W_2 , I_1 , I_2 e V , ciò che si fa agevolmente con l'impiego di due wattometri inseriti come per le comuni misure di potenza, di due amperometri e di un voltmetro. Il numero limitato di apparecchi, e la possibilità di leggerli tutti contemporaneamente, evita che la misura sia affetta da errori dipendenti dalle variazioni di carico; mentre l'impiego di quattro soli trasformatori di misura, nel caso che si tratti di alte tensioni, permette la determinazione dei fattori di potenza con la stessa facilità con la quale si determina la potenza dei circuiti trifasi senza neutro.

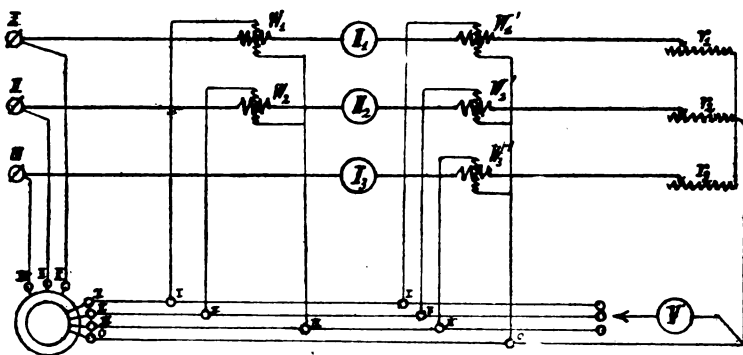


Fig. 3.

Rilevati dunque W_1 , W_2 , I_1 , I_2 e V si calcolano col regolo i rapporti $k_1 = \frac{W_1}{V I_1}$ e $k_2 = \frac{W_2}{V I_2}$, in corrispondenza si ricercano nel diagramma ellittico $\cos \varphi_1$ relativo al k minore, nel tratto AB; e $\cos \varphi_2$, relativo al k maggiore, nel tratto BCDE, avvertendo che, quando fosse $k_2 > \frac{\sqrt{3}}{2} \cos \varphi_2$ si dovrà leggere nel tratto BC, se:

$$\frac{I_1}{I_2} < \frac{k_1}{\sqrt{3 - 3k_1^2 - k_1}},$$

e nel tratto CD se:

$$\frac{I_1}{I_2} > \frac{k_2}{\sqrt{3 - 3k_1^2 - k_1}}.$$

Si calcolano poi i valori:

$$x = y \frac{\sqrt{1 - k_2^2}}{k_2};$$

$$y = \frac{k_1}{\sqrt{1 - k_1^2}};$$

e si individua nel piano dell'abbaco rettilineo il punto corrispondente per il quale passerà la retta del $\cos \varphi_3$, osservando

che se $\cos \varphi_2 < \frac{\sqrt{3}}{2}$ è positivo il semiasse destro delle ascisse,

se $\cos \varphi_2 > \frac{\sqrt{3}}{2}$ è positivo il semiasse sinistro.

*

3. — Quantunque il ragionamento che presiede al metodo innanzi indicato sia molto semplice, si è creduto opportuno di ricercare la conferma sperimentale dei risultati forniti dal calcolo. All'uopo fu predisposto un circuito trifase come nello schema della figura 3, alimentandolo con un gruppo con-

vertitore il quale forniva tensione costante, in modo da poter eliminare per quanto possibile l'errore dipendente dalla difficoltà di poter eseguire contemporaneamente le 11 letture occorrenti.

I wattometri W_1 e W_2 insieme con gli amperometri I_1 e I_2 e il voltmetro V , permettevano la determinazione di k_1 e k_2 , e quindi la determinazione dei tre fattori di potenza col metodo proposto. I wattometri W_1' , W_2' e W_3' insieme con i tre amperometri I_1 , I_2 , e I_3 e il voltmetro V permettevano invece di determinare i tre fattori di potenza col metodo comune.

Le voltmetriche dei 5 wattometri furono alimentate dal secondario di un variatore di fase, in modo da poter avere in corrispondenza di ciascuno degli squilibri, ottenuti variando le resistenze r_1 , r_2 , r_3 , tutti i possibili valori degli angoli di fase in ritardo ed in anticipo, senza alterare notevolmente la simmetria delle tensioni. E nonostante che le alterazioni di quella simmetria non fossero trascurabili, poichè la potenza del gruppo convertitore era dell'ordine di quella del carico, e nonostante tutti gli errori sistematici ed accidentali inevitabili in un'esperienza compiuta con 11 apparecchi, risultò affatto soddisfacente la concordanza fra i risultati forniti dai due metodi, come si può vedere dai punti segnati nel diagramma ellittico.

Napoli, Istituto Elettrotecnico del R. Politecnico
Febbraio 1924.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sulle targhe dei trasformatori

Riceviamo:

Milano, 18 aprile 1924.

Mi sia permesso portare il mio contributo alla questione, in questi giorni sollevata, delle targhe dei trasformatori, e precisamente nei riguardi della corrente primaria.

Dirò subito che io non ritengo nè agevole per il costruttore nè utile per l'acquirente il comprendere fra i dati da imprimere sulle targhe anche la corrente primaria.

Non agevole per il costruttore, data la complessa costituzione di tale corrente, che non può essere determinata con sicurezza se non dopo raccolti i risultati di Sala Prove, e il cui calcolo non è certo dei più semplici.

Non utile per il compratore, costituendo essa solo un indice globale delle caratteristiche della macchina (perdite, caduta di tensione, corrente magnetizzante), e non potendo quindi, come ad esempio interpreta l'Ing. Cagli nella sua lettera pubblicata nel numero del 5 aprile, essere chiamata a rappresentare il rendimento.

A questo proposito mi sembra utile precisare.

La corrente primaria, quale il trasformatore assorbirebbe effettivamente durante una prova a pieno carico, col $\cos \varphi$ contrattuale e tensione primaria normale, è data dalla risultante (somma vettoriale) delle seguenti correnti:

A) corrente secondaria moltiplicata per il rapporto spire, ed avente la stessa fase, che si attribuisce al carico, rispetto alla tensione secondaria a carico;

B) componente wattata della corrente a vuoto (rappresenta le perdite ferro) in fase con la f. e. m. indotta;

C) corrente magnetizzante (è la componente swattata della corrente a vuoto) in quadratura rispetto alla f. e. m. indotta.

La loro risultante è in generale notevolmente superiore a quella che volesse rappresentare il rendimento: quest'ultima si dovrebbe calcolare partendo da una corrente primaria corrispondente alla potenza di targa, e aumentandola di un certo %, uguale alla perdita totale per cento del trasformatore funzionante nelle condizioni di $\cos \varphi$ contrattuale.

Così facendo, delle tre componenti sopra elencate:

— la prima viene valutata in difetto, poichè non si tien conto dell'aumento di spire che si dà al secondario per compensare la caduta di tensione: questo errore diventa notevole quando il trasformatore ha una forte caduta induttiva. A parziale compensazione si valutano le perdite rame come aventi l'effetto di produrre un maggior assorbimento di corrente mentre esse non danno luogo che a una caduta di tensione; il maggior assorbimento di corrente è un effetto fittizio e indiretto. Comunque, nella gran maggioranza dei casi, la prima componente verrebbe a valutarsi in difetto, essendo la caduta di tensione %, con carico induttivo e con gli sfasamenti normali, superiore alle perdite rame %, nonostante che queste ultime, riferite alla potenza trasformata (in kW) siano maggiori della caduta ohmica %; esse stanno nel rapporto $\frac{1}{\cos \varphi}$;

— la seconda viene valutata in eccesso, in quanto che la si deve assumere aumentata nel rapporto $\frac{1}{\cos \varphi}$ e la si somma numericamente e non vettorialmente;

— la terza viene completamente trascurata.

Il risultato di un calcolo così condotto non può evidentemente rappresentare la corrente primaria, e giunge in generale, come già ho accennato, a risultati inferiori al vero.

A titolo d'esempio applicherò quanto esposto a una macchina di tipo normale, desumendone le caratteristiche dal listino di una delle migliori Case.

Dati :

perdite ferro = 0,7 % dei kVA di targa
 perdite rame = 2,0 % dei kVA di targa
 corrente a vuoto = 5 %
 (componente in fase = 0,7 %
 componente in quadratura = 4,95 %)
 tensione di corto circuito = 3,8 %
 (RI = 2 % XI = 3,24 %)

Designerò con 100 il valore della corrente primaria, dedotto dai kVA di targa.

Passando al calcolo della corrente primaria a pieno carico e $\cos \varphi = 0,8$, si procederà così:

— la caduta di tensione è $= 0,8 \times 2 + 0,6 \times 3,24 = 3,54$ %;

— le spire secondarie verranno aumentate del 3,54 %, e di altrettanto aumenterà la componente A della corrente primaria. Essa avrà così il valore 103,54 e un $\cos \varphi = 0,8$ rispetto alla tensione secondaria a carico, ossia un $\cos \varphi = 0,796$ rispetto alla f. e. m. indotta.

— Per le componenti B e C si hanno i seguenti valori, e spostamenti di fase rispetto alla f. e. m. indotta:

B = 0,7 $\cos \varphi = 1$
 C = 4,95 $\cos \varphi = 0$

— La risultante delle tre vale 107,1 con $\cos \varphi = 0,776$ rispetto alla f. e. m. indotta e con $\cos \varphi = 0,772$ rispetto alla tensione primaria.

Calcolando in base al rendimento si arriverebbe a:

$$100 + \frac{0,7}{0,8} + \frac{2}{0,8} = 103,4$$

La ragione della divergenza sta in ciò, che quest'ultimo modo di calcolo suppone che sul primario si abbia lo stesso $\cos \varphi$ che sul secondario, mentre è noto, e risulta anche dal calcolo qui eseguito, che lo spostamento di fase sul primario è maggiore che sul secondario (parlo sempre della enorme maggioranza dei casi).

Resta sempre vero che i kW assorbiti sono uguali ai resi più le perdite, ma non si può dire la stessa cosa dei kVA e quindi delle correnti.

Credo di aver giustificato il mio punto di vista e di poter con ragione consigliare che, in una prossima edizione delle Norme, la corrente primaria non venga compresa fra i dati da imprimere sulla targa, mantenendo quindi la dizione attuale.

Mi voglio anche augurare di aver contribuito a far sì che cessi la consuetudine, purtroppo molto diffusa, di valutare la corrente primaria col criterio del rendimento, e per conseguenza di dedurre questo da quella. Nel caso del calcolo qui riportato, si giungerebbe ad attribuire al trasformatore un rendimento del 93,35 %, in luogo del suo, vero, uguale al 96,7 %.

Ringraziando dell'ospitalità, con distinti saluti.

Ing. F. CORREGGIARI.

Publicazioni dell'A. E. I.

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:

Vol. I. - II^a Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Province redente

• 20, —
 • 2, —

Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia

• 20, —
 • 3, —

Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).

L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - suo avvenire (broch.)

• 2,50
 • 0,80

CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia

• 1, —
 • 0,50

NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici

• 3, —
 • 1, —

NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche

• 4, —
 • 1, —

SUNTI E SOMMARI

ELETTROFISICA.

K. B. MC EACHRON — Due metodi fotografici per studiare le scariche ad alta tensione. (J. A. I. E. E., ottobre 1923, p. 1045).

L'A. descrive due metodi per studiare le così dette scariche silenziose, ad elevate tensioni, adottati alla Purdue University, in occasione di ricerche sulla fissazione dell'azoto atmosferico.

Metodo dell'elettrodo rotante. — Se si fa ruotare una punta in sincronismo coll'alternatore che genera la tensione destinata a produrre la scarica è chiaro che le successive scariche di ciascuna inversione di potenziale appariranno come stazionarie; esse potranno quindi, con opportuna esposizione, essere fissate sulla lastra fotografica anche se all'occhio sono appena appariscenti.

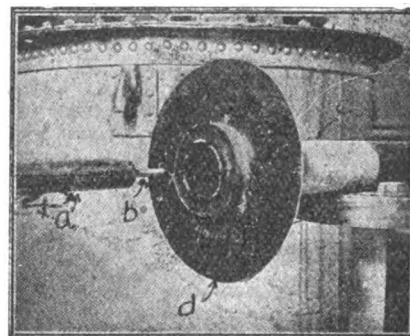


Fig. 1. — Dispositivo a elettrodo rotante per lo studio della scarica silenziosa.

a) albero di legno collegato all'asse dell'alternatore;

b) morsetto e elettrodo a punta;

c) rivestimento in stagnola del tubo di porcellana.

d) disco isolante per impedire l'arco fra punta e stagnola.

Il dispositivo usato è rappresentato in figura 1. L'albero a di legno è connesso direttamente all'asse di un alternatore a otto poli da 10 kVA. L'alternatore alimenta un trasformatore da 50 kVA atto a dare sul secondario una tensione di 100 kV contro terra o 200 kV fra i due conduttori.

L'albero di legno porta all'estremità un morsetto aggiustabile b al quale viene fissato un filo di ferro piegato ad angolo retto come si vede in figura 1. Quando l'alternatore gira, la punta del filo di ferro traccia un circolo di 4,52 cm di diametro. Il piano di rotazione della punta coincide col piano della bocca di un tubo di porcellana di 7,62 cm di diametro interno e 10,15 cm di diametro esterno, e lungo oltre un metro. Parte della superficie esterna del tubo è rivestita con

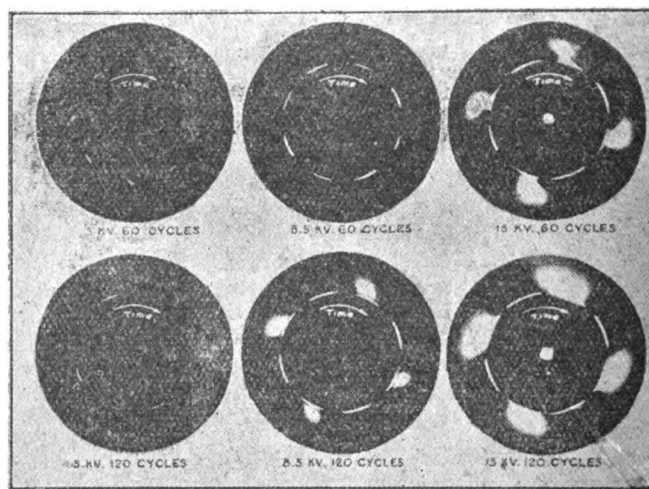


Fig. 2. — Fotografie a scariche alla punta ruotante

stagnola in comunicazione colla terra. Per impedire la scarica diretta superficiale fra punta e stagnola, si è fissato alla bocca del tubo un largo disco isolante d. La punta mobile è connessa al secondario del trasformatore mediante un filo che abbraccia, come un largo anello, il morsetto girevole.

A tensione sufficientemente alta si potevano nettamente distinguere otto scariche sulla circonferenza tracciata dalla punta; esse corrispondevano agli otto poli dell'alternatore ed erano alternativamente positive e negative. Per distinguere la posizione delle scariche positive e di quelle negative, si fece girare lentamente a mano l'alternatore prendendo nota delle posizioni dell'albero che davano deviazioni

positive o negative a un voltmetro a magnete permanente da 750 V connesso fra la punta e la terra.

Le fotografie venivano prese dalla bocca opposta del tubo, in camera oscura, con esposizione di 60 minuti.

Cambiando la velocità del motore primo si poteva variare la frequenza; si presero fotografie a 15, 30, 60 e 120 periodi, adottando per ogni frequenza tre diverse tensioni di 5, 8,5, 15 kV. La figura 2 riproduce alcune fotografie alle frequenze di 60 e 120 periodi.

La tensione trasmessa dal trasformatore alla punta veniva misurata mediante una bobina terziaria precedentemente calibrata.

La differenza fra le scariche negative e quelle positive è evidente sulle fotografie; quando la punta è positiva la scarica è più o meno fioccosa, mentre quando la punta è negativa essa lascia sulla lastra una traccia sottile e netta. È interessante osservare come si formi talvolta uno spazio oscuro fra la punta e il fiocco della scarica.

L'A. ricorda le seguenti anomalie di cui non fu riconosciuta la causa. A 15 kV e 15 periodi la scarica era di dimensioni eguali a quella con 120 periodi, mentre a 30 periodi non si formava alcun fiocco; anche a 8 kV e 60 periodi non si verificava scarica fioccosa.

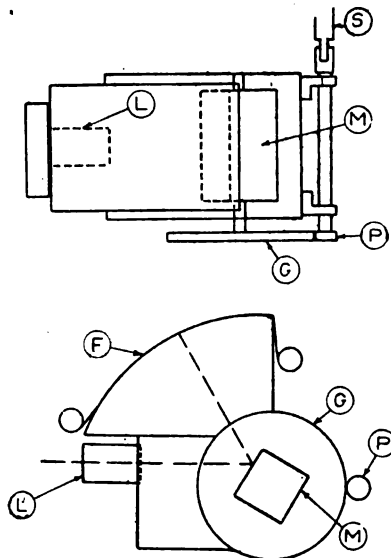


Fig. 3. — Schema del dispositivo a specchi ruotanti.

L lente; F pellicola sensibile; G ruota dentata; P pignone; S albero dell'alternatore; U specchi.

Metodo dello specchio ruotante. — Il dispositivo è indicato in figura 3. Quattro specchi M sono fatti ruotare intorno ad un asse, dalla ruota dentata G che prende il movimento, con rapporto 8 a 1, dal pignone P mosso a sua volta dall'asse dell'alternatore, al quale è riunito mediante un giunto universale. Il raggio luminoso proveniente dalla scarica giunge, attraverso la lente L, agli specchi ruotanti e viene riflesso sulla pellicola sensibilizzata stesa sulla superficie F, profilata in modo che l'immagine vi si delinea nettamente per qualunque angolo di inclinazione degli specchi. Ogni precauzione veniva presa per evitare scuotimenti o filtrazioni di luce; a tale scopo si operava generalmente di notte oppure in camera oscura.

Per le scariche si usavano due punte affacciate, formate di filo d'acciaio da 3 mm, disposte accuratamente allineate fra loro e perpendicolari ad un dielettrico costituito da due lastre parallele di vetro da 3 mm di spessore fra le quali si faceva circolare dell'acqua; il dispositivo è indicato in figura 4. Le due punte erano direttamente col-



Fig. 4. — Dispositivo per la scarica con dielettrico di vetro a raffreddamento ad acqua.

legate ai morsetti del secondario di un trasformatore il cui primario era alimentato da un alternatore a 8 poli. La resistenza del secondario del trasformatore era di 33 390 ohm, e l'induttanza di 1920 henry. Il punto di mezzo dell'avvolgimento ad alta tensione, l'alternatore, e l'apparecchio di registrazione, erano messi a terra.

Il tempo di esposizione necessario per ottenere una buona immagine della scarica silenziosa alle tensioni più basse, risultò di 45 minuti. Le esperienze non si limitarono alle scariche silenziose, ma in

alcuni casi si elevò la tensione fino ad ottenere la scintilla, ciò che, grazie all'elevata resistenza e reattanza del trasformatore, si poteva eseguire senza pericolo della formazione di archi.

Come si vede in figura 5, riappaiono gli aspetti caratteristici delle due scariche, positiva e negativa: la prima fioccosa; la seconda ri-

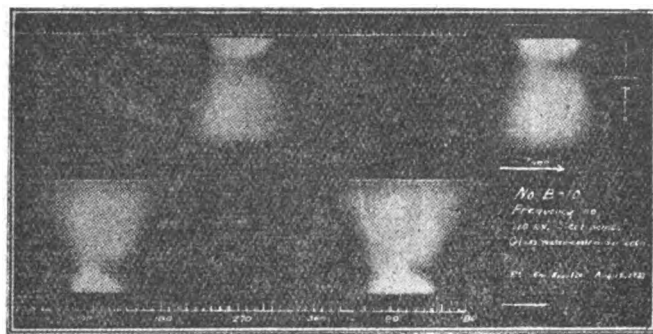


Fig. 5. — Scarica fra due punte a 11 kV e 60 periodi, colle ascisse in gradi di rotazione (un periodo = 180 gradi); distanza 15 cm.

dotta ad una linea, traccia della punta luminosa. Siccome la scarica negativa dura per l'intero semi periodo, si può sulla pellicola tracciare una verticale dalla fine di una scarica negativa a una punta, al principio di quella all'altra punta, e si ha così il modo di tracciare una scala di ascisse in gradi a cui riferire le immagini ottenute.

La scarica positiva presenta lo spazio oscuro alla base del fiocco; a 120 periodi appare la traccia di un secondo spazio oscuro. All'inizio e alla fine di ogni scarica positiva vi è la traccia di una scarica puntiforme come quella negativa.

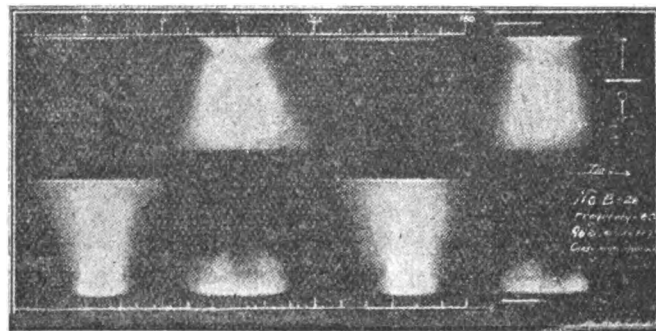


Fig. 6. — Scarica fra punta (superiormente) e sfera (inferiormente); a 96 kV e 60 periodi; distanza 15 cm.

La figura 6 fu presa sostituendo alla punta inferiore una sfera di ottone di 24 mm di diametro. Le scariche della punta non cambiano. Quelle della sfera presentano qualche caratteristica interessante: le positive non hanno più spazio oscuro né traccia di scarica puntiforme; le negative assumono aspetto fioccoso a due punte di cui la prima presenta (sull'originale) un distinto spazio oscuro mentre la seconda ne è priva.

Tagliando le lastre di vetro e lasciando come dielettrico fra le due punte soltanto l'aria, le scariche assumono l'aspetto di figura 7.

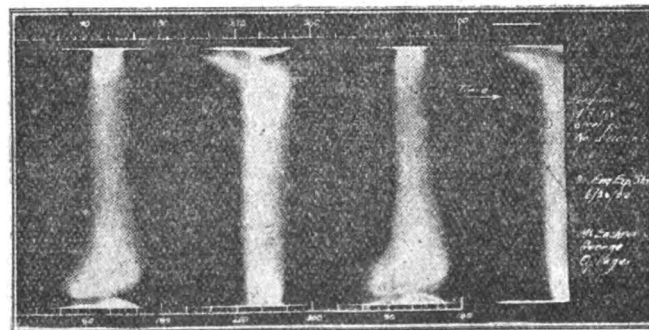


Fig. 7. — Scarica fra due punte con sola aria interposta a 43 kV e 120 periodi; distanza 15 cm.

La scarica positiva si estende fino a raggiungere quella negativa di contro; lo spazio oscuro si fa più evidente; il fiocco si forma al medesimo istante in cui comincia la luminosità alla punta positiva, ma il prolungamento si forma solo dopo trascorso un quarto di periodo (90°).

La figura 8 rappresenta fotografie di scintille ottenute colle punte e vetro interposto. Le scariche positive che sul principio sono dirette si fanno poi irregolari deviando alquanto dall'allineamento delle due punte. Quelle negative si mantengono per lo più diritte fino presso alle lastre di vetro, per poi deviare bruscamente prima di toccare il dielettrico.

Immergendo nell'acqua scorrente fra i due vetri una lastra conduttrice messa direttamente a terra, si riscontrò che non è più possibile ottenere la scarica silenziosa senza che si formino scintille. Ciò porta a ritenere che quando un dielettrico è fra due punte, se avviene una scarica il dielettrico non sarà al potenziale della terra ma avrà

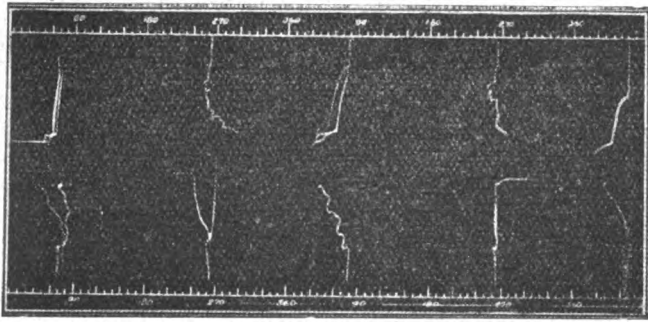


Fig. 8. — Scintille fra punte con vetro interposto, a 116 kV e 60 periodi; distanza 15 cm.

un potenziale più vicino al punto positivo che a quello negativo. L'effetto è sensibile perchè alla piastra messa a terra bastano 68 kV per ottenere le scintille, mentre senza di essa occorrono 115 kV (distanza delle punte 15 cm). Ciò può avere importanza in qualche applicazione. Per esempio in un ozonizzatore la massima scarica si ottiene quando il dielettrico non è in contatto con nessuno dei due elettrodi.

R. S. N.

* *

GENERATORI ELETTRICI

REINHOLD RÜDENBERG — Perdite aggiuntive nelle macchine sincrone, e loro misura. (Riassunto da E. T. Z., 17-1-1924, pag. 37, e 24-1-24, pag. 59).

Le perdite nelle macchine elettriche sono costituite dalle perdite meccaniche, nel ferro e nel rame, oltre ad altre perdite non facili a localizzare, dette brevemente «perdite aggiuntive». L'importanza pratica di queste perdite è notevole, sia per l'energia per esse dissipata, sia soprattutto per il riscaldamento della macchina, e conseguente limitazione del carico.

Mentre le precedenti norme tedesche — e parecchie di altri Stati — non consideravano le perdite aggiuntive, le nuove norme tedesche prescrivono di conteggiare nel calcolo del rendimento le perdite aggiuntive nella misura di 1/2 a 1 % della potenza nominale per macchine a corrente continua, convertitrici, e motori asincroni. Per macchine sincrone debbono le perdite aggiuntive essere misurate caso per caso, e ciò per il loro elevato valore assoluto, specie per i generatori oggi in uso da 1000 a 60 000 kVA, per la loro facile misura, e per spingere i costruttori a migliorare, sotto questo punto di vista, il loro macchinario (¹).

a) Origini delle perdite aggiuntive.

Le perdite nel ferro, che hanno luogo per la magnetizzazione ciclica del ferro attivo, sono effetto della isteresi magnetica e delle correnti parassite, che dipendono dall'intensità del campo magnetico nel ferro statorico, campo che aumenta da vuoto a carico per vincere la caduta di tensione interna del generatore.

Questa caduta si può scindere in tre parti dovute: al flusso disperso nelle cave, al flusso disperso nelle teste di matassa (flusso disperso frontale), e all'aumento del flusso disperso nel rotore.

L'aumento del flusso disperso nel rotore non dà aumento del campo nel ferro statorico; così pure il flusso disperso nelle cave dà luogo solo ad un parziale aumento del campo nei denti dello stator, ma a nessun aumento nel pacco dello stator. Solo la caduta di tensione dovuta al flusso disperso frontale deve essere vinta da un maggior campo nel ferro.

Le perdite nel ferro da vuoto a carico non aumentano quindi in relazione alla caduta di tensione totale, ma solo in relazione alla caduta di tensione per flusso disperso frontale. Data la difficoltà di separare sperimentalmente le diverse cadute di tensione, non si può calcolare con certezza l'aumento delle perdite nel ferro da vuoto a carico, che può, secondo le norme tedesche, essere trascurato.

Quando la macchina lavora con buon fattore di potenza il trascurare questo aumento non ha alcuna importanza; solo quando il fattore di potenza è molto basso può valere la spesa di apportare la correzione relativa.

Le perdite nel rame nei due avvolgimenti statorico e rotorico sono proporzionali alla resistenza degli avvolgimenti, e al quadrato della corrente che li percorre. Però con grandi sezioni dei conduttori la resistenza con corrente alternata può essere notevolmente maggiore di quella con corrente continua per effetto delle correnti parassite dovute al flusso disperso nelle cave. Questa maggior perdita

nel rame si può facilmente calcolare in base agli studi del Field (Proc. A. I. E., 1905, pag. 659); e viene per lo più considerata come la più importante delle perdite aggiuntive.

Il flusso disperso nelle cave è generato dalla corrente di ogni cava come è indicato in fig. 1. Esso attraversa i conduttori della cava e fa nascere in queste correnti parassite che si sovrappongono alla corrente di carico, dando luogo in ogni conduttore ad una maggior corrente nel lato verso l'apertura della cava; per certi conduttori il lato verso l'interno può essere percorso da corrente opposta a quella di carico.

Poichè le perdite in ogni elemento di volume del conduttore sono proporzionali al quadrato della densità di corrente, si hanno, per effetto della disuniforme distribuzione della corrente, perdite aggiuntive proporzionali al quadrato del flusso disperso. Il valore massimo del flusso disperso nelle cave attraverso il rame, spesso notevole, è:

$$B_c = \frac{2\pi\sqrt{2}}{5} \frac{d_c}{b_c} A_s \quad (1)$$

dove b_c è la larghezza della cava, d_c il passo dei denti, e A_s gli ampere fili per centimetro di stator.

Si possono rendere piccole le perdite con una opportuna suddivisione del conduttore in ogni cava, non offrendo così ampie sezioni alle correnti parassite. L'altezza dei singoli elementi del conduttore, che debbono essere sufficientemente isolati fra di loro, deve

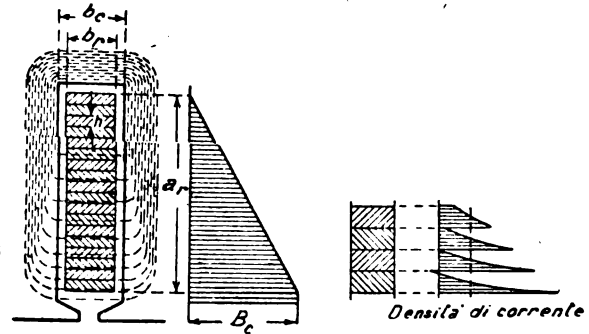


Fig. 1.

essere — colle indicazioni di fig. 1 — per corrente alternata a 50 periodi:

$$h \leq \frac{b_c}{b_r} \frac{\sqrt{3}}{a_r} \quad (2)$$

Ne risulta che per cave profonde si debbono impiegare piattine di pochi millimetri di spessore.

Il flusso disperso frontale è generato dalla corrente nelle teste di matassa, ed ha l'andamento indicato in fig. 2. Esso taglia i con-

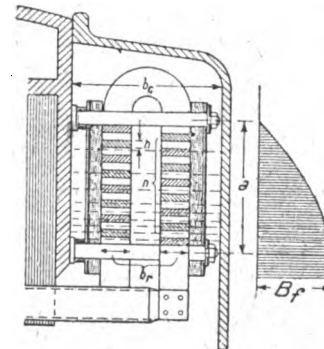


Fig. 2.

duttori come il flusso disperso nelle cave; il suo valore massimo è verso l'interno dello stator, ed è all'incirca

$$B_f = \frac{3\sqrt{2}}{5} \sqrt{1 + \left(\frac{\tau}{2a}\right)^2} A_s \quad (3)$$

dove τ è il passo polare, laddove non sia rinforzato per la presenza di parti di ferro. È in genere minore del flusso nelle cave.

Questo flusso può essere sperimentalmente rilevato alimentando lo stator con corrente alternata normale, ponendo presso le teste una bobinetta, e misurando la f. e. m. in essa generata.

Se si considera lo spazio fra lo scudo frontale e il pacco dello stator come una gran cava, ciò che è lecito con buona approssimazione dato l'andamento del flusso disperso, lo spessore delle piattine di collegamento con corrente di 50 periodi si deve tenere:

$$h \leq \sqrt{\frac{b_c}{b_r} \frac{V\sqrt{3}}{n}} \quad (4)$$

dove n è il numero delle piattine di collegamento sovrapposte in un ordine. Le piattine non debbono inoltre essere molto larghe perchè

(¹) Ricordiamo che nella 1ª edizione delle Norme Italiane v'era un'analoga disposizione che fu abolita, nella 2ª edizione, per analogia colle Norme degli altri Paesi. (N. d. R.).

le linee di flusso si curvano anche entro il conduttore generando correnti parassite.

Il flusso disperso frontale attraversa anche gli amarraggi delle teste, che debbono avere sezioni ridotte; poichè è più intenso verso l'interno dello stator, occorre spostare gli amarraggi radialmente verso l'esterno. Detto flusso si chiude poi nelle parti in ferro della carcassa dello stator e dello scudo, generando in queste correnti parassite, che sono intense negli spigoli dove si ammassano le linee di flusso. Il riscaldamento che ne nasce spiega l'alta temperatura che si riscontra talvolta alle testate sui lamierini statorici e sulla carcassa. Occorre quindi, là dove sianvi flussi dispersi, arrondire con ampi raggi di curvatura tutti gli spigoli di ferro massiccio.

Altre perdite addizionali sono dovute ai *campi nocivi rotorici*, che si manifestano nel traferro sovrapponendosi al campo sinusoidale fondamentale anche a vuoto, ma soprattutto a carico, specie nei rotor dei turbo generatori, che si considereranno qui.

Sebbene si procuri di avere un campo sinusoidale nel traferro di un turbo generatore, in realtà l'avvolgimento rotorico, che è posto in un numero discreto di cave, lasciando una notevole espansione polare, dà luogo ad un campo a gradini, come è rappresentato in fig.

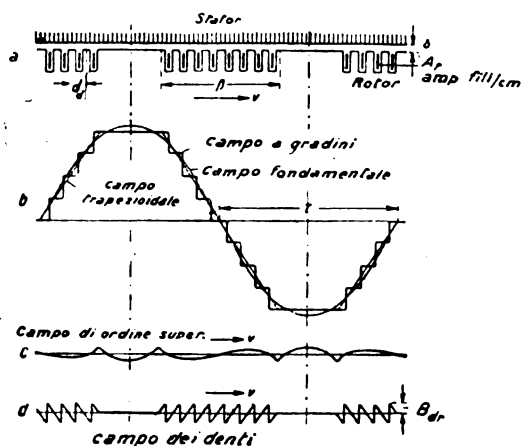


Fig. 3.

gura 3. Si può sostituire a questo campo un campo trapezoidale smussando gli scalini, e successivamente al campo trapezoidale un campo sinusoidale, in base al quale si calcolano le tensioni generate e le perdite nel ferro.

Considerato il campo sinusoidale quale *campo fondamentale*, si hanno oltre a questo nel traferro un *campo di ordine superiore*, come differenza fra i campi trapezoidale e fondamentale, e un *campo dei denti*, come differenza fra il campo a gradini e quello trapezoidale. Questi campi ruotano assieme al rotor.

Come risulta dalla figura, il campo di ordine superiore ha per componente principale una sinusoide di quinto ordine; però con differente scanalatura del rotor l'ordine può essere diverso. La frequenza di questi campi è sempre 3, 5, 7, ecc., volte la frequenza fondamentale. L'intensità del campo nel caso di sinusoide di quinto ordine è:

$$B_s = \frac{6}{5\pi} \frac{\tau}{\delta} \frac{A_r}{5^2} \quad (5)$$

Il campo dei denti è di frequenza notevolmente alta, e precisamente.

$$f_{dr} = \frac{2\tau}{d_d} f \quad (6)$$

il suo valore massimo è:

$$B_{dr} = \frac{\pi}{5} \frac{d_d}{\delta} \frac{\tau}{\beta} A_r \quad (7)$$

ed è notevole quando il passo dei denti del rotor è molto più grande del traferro, come avviene per la maggior parte dei turbo generatori.

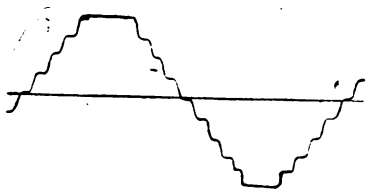


Fig. 4.

Il campo dei denti ha luogo siano i denti chiusi od aperti, perchè dipende dalla distribuzione della corrente lungo il rotor. I denti aperti, dando luogo a resistenza magnetica disuniforme, generano altri campi, che hanno però poca importanza.

Entrambi i campi nocivi danno luogo nel ferro statorico ad oscillazioni magnetiche di alta frequenza, e quindi a notevoli tensioni, che nel pacco dei lamierini si equilibrano, mentre nei denti generano intense correnti parassite. Queste tensioni si rilevano sperimentalmente a vuoto con bobine applicate sullo stator; se la bobina ha la larghezza di un passo polare si ha la curva di tensione di fig. 4; con una bobina larga quanto un dente dello stator, si ha curva di figura 5, che è la curva delle f.e.m. delle correnti parassite nel dente.



Fig. 5.

Lavorando la macchina a carico, la corrente di eccitazione viene aumentata per compensare il campo antagonista dello stator; ma siccome si compensano solo i campi fondamentali, i campi nocivi aumentano. I loro valori possono, con macchine a piccolo traferro e forte reazione d'armatura, raggiungere l'ordine di grandezza del campo fondamentale. La curva di fig. 6, rilevata come quella di fig. 4, con carico sfasato mostra chiaramente la cosa.

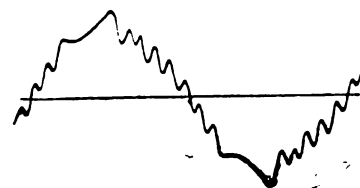


Fig. 6.

L'effetto dei campi suddetti è poi soprattutto notevole nel funzionamento in corto circuito quando il campo fondamentale risultante è piccolo; allora il campo è costituito quasi dai soli campi nocivi; fig. 7.

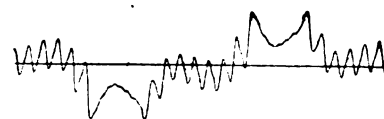


Fig. 7.

Gli avvolgimenti statorici generano un campo scorrente che è solo prossimamente sinusoidale, ma realmente varia tra i limiti di due linee spezzate, come è indicato in fig. 8; si può far corrispon-

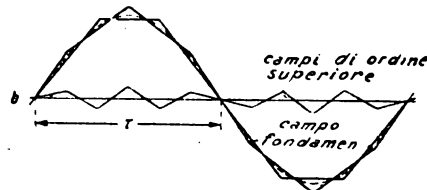


Fig. 8.

dere al campo effettivo un campo fondamentale sinusoidale, e due campi di ordine superiore statorici, la cui somma è indicata in figura. Solo il campo fondamentale viene compensato dalla maggior eccitazione del rotor; i campi di ordine superiore invece rimangono, e scorrono, essendo di frequenza maggiore della fondamentale, lungo la superficie del rotor. Questi campi sono di quinto e settimo ordine; il primo scorre in senso opposto al verso di rotazione; il secondo nel

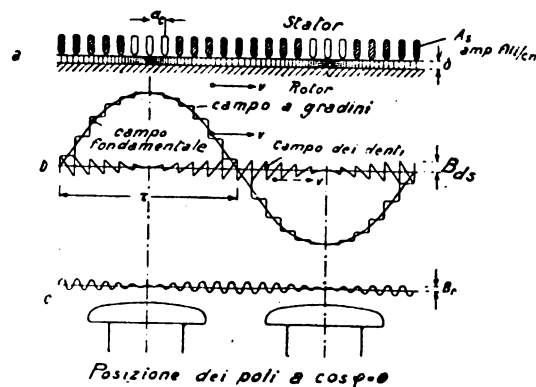


Fig. 9.

senso di rotazione, per cui entrambi rispetto al rotor hanno frequenza 6f. L'intensità del campo di quinto ordine è:

$$B_s = \frac{6\sqrt{2}}{5\pi} \frac{\tau}{\delta} \frac{A_s}{5^2} \quad (8)$$

e quella del campo di settimo ordine :

$$B_7 = \frac{25}{49} B_1 \approx \frac{1}{2} B_1 \quad (9)$$

Poiché questi valori dipendono solo dal rapporto tra passo polare e traferro, essi possono venir ridotti solo aumentando il traferro. Se si pensa che i campi suddetti scorrono sul rotor con grande velocità, si vede come essi generano nel ferro rotorico forti correnti parassite, e quindi notevole riscaldamento.

Pel fatto che la corrente statorica non è uniformemente distribuita lungo la periferia, ma concentrata in un numero discreto di cave, quand'anche la corrente potesse generare un campo puro, si avrebbe ugualmente una distribuzione non uniforme per la presenza di cave e di denti, e quindi un campo a gradini. Al campo fondamentale si sovrappone quindi anche un campo dei denti statorico (fig. 9), dalla forma di denti di sega; questa dentatura è fissa nello spazio, e legata ai denti statorici, mentre l'ampiezza varia periodicamente secondo la frequenza fondamentale. L'ampiezza massima del campo dei denti può valutarsi :

$$B_{ds} = \frac{\pi \sqrt{2}}{5} \frac{d_c}{\delta} A_s \quad (10)$$

Questo valore si ha presso lo stator; colla disposizione dei poli a cos $\varphi = 0$ il suo valore massimo si trova nella zona neutra, e il minimo sull'asse dei poli. Allontanandosi dallo stator, se il traferro è grande, il campo diminuisce; sul rotor diviene :

$$B_r = \frac{4 \pi \sqrt{2}}{5} \frac{A_s}{Sh 2 \pi \frac{\delta}{d_c}} \quad (11)$$

Il campo dei denti dà luogo sulla superficie del rotor a correnti parassite di frequenza

$$f_{ds} = \frac{2 \tau}{d_c} f \quad (12)$$

che può raggiungere alcune migliaia di periodi. Le perdite variano col quadrato dell'intensità del campo, e quindi inversamente al $Sh 2 \pi \frac{\delta}{d_c}$; per contenerle entro valori limitati, il traferro deve essere almeno il 40 % del passo delle cave statoriche. Se ciò non può aversi, le espansioni polari debbono essere laminate per evitare riscaldamenti eccessivi.

Si possono rilevare le f. e. m. generate dai campi nocivi statorici nel rotor con oscillogrammi della tensione agli estremi di bobine di prova disposte sul rotor. Questi oscillogrammi sono più puri quando la macchina funziona in corto circuito. Ing. fig. 10 sono riprodotti due oscillogrammi; dato il forte sfasamento al corto circuito (cos $\varphi \approx 0$), come è indicato in figura 9, il campo dei denti è piccolo sull'asse dei poli, dove predominano i campi di sesto ordine, e massimo nella zona neutra.

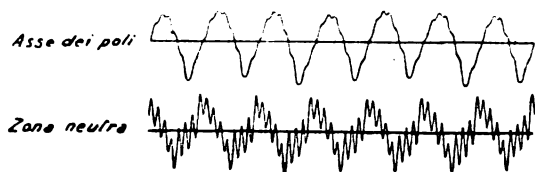


Fig. 10.

Con avvolgimenti a quattro fori per fase le perdite per ciascuno dei due campi nocivi, in un rotor a superficie uniforme e massiccio, sono uguali. Con maggior numero di fori le perdite per i campi di ordine superiore predominano. Colla lamellazione del rotor, spinta a sufficiente profondità, le perdite per campo dei denti diminuiscono, se non vi sono anelli di smorzamento.

Se i denti dello stator sono aperti si hanno inoltre vibrazioni del campo risultante fondamentale dovute alla disuniforme permeabilità alla superficie dello stator. Esse hanno luogo anche a vuoto, e generano perdite e riscaldamento alla superficie del rotor, che possono essere notevoli con traferro piccolo in confronto al passo dei denti.

Quando la macchina funziona con carico tutti i campi nocivi studiati si sovrappongono. I campi statorici generano perdite nel rotor, e dipendono solo, a meno della saturazione del ferro, dalla corrente statorica; hanno quindi lo stesso valore anche nel funzionamento in corto circuito. I campi rotorici generano perdite nello stator, e il valore delle perdite per campi nocivi è press'a poco uguale a funzionamento normale che in corto circuito.

Si può concludere che le perdite addizionali a carico normale sono pressoché uguali a quelle di corto circuito, a pari corrente. Si possono quindi valutare togliendo dalle perdite totali di corto circuito le perdite meccaniche e quelle di riscaldamento del rame.

Riguardo al tipo di macchina, le perdite per campi nocivi statorici sono maggiori nelle macchine veloci dove il passo polare è più gran-

de che non nelle macchine lente (formule 5, 7, 8, 9, 12). Anche le perdite per flusso disperso frontale sono maggiori nelle macchine veloci, causa il gran numero di conduttori in una sezione. E siccome le perdite regolari nel rame si tengono più basse nelle macchine più veloci, le perdite addizionali predominano nella determinazione della disposizione del raffreddamento nella costruzione della macchina.

b) Misura delle perdite addizionali.

Si può con facili misure separare le varie perdite addizionali. A controllo dell'esattezza dell'avvolgimento statorico, e per misurare la caduta di tensione della macchina, valore che ha grande importanza nella determinazione del colpo di corrente di corto circuito, si fa una prova di dispersione, togliendo il rotor dalla macchina, alimentando lo stator con corrente normale, e misurando la tensione di alimentazione e la potenza assorbita.

Durante la prova si hanno i flussi dispersi nelle cave e frontale, oltre al flusso attraverso il vano rotorico, cosicché si misurano le perdite dovute ai flussi dispersi, oltre alle perdite nel rame dovute alla corrente; il flusso del vano rotorico non dà perdite apprezzabili. Esso è, in rapporto al flusso fondamentale :

$$\frac{\Phi_v}{\Phi_n} = \frac{6 \sqrt{2}}{5} \frac{A_s}{B} \quad (13)$$

dove B è l'ampiezza del flusso normale della macchina.

Nelle macchine grandi detto rapporto è circa 10 %, e poichè le perdite sono proporzionali al quadrato del flusso, quelle dovute al flusso del vano rotorico risultano l'1 % delle perdite nel ferro normali.

Per l'assie delle perdite addizionali si fa la misura della potenza assorbita nel funzionamento in corto circuito a corrente normale, azionando la macchina con motore tarato, come già si è detto. Durante il funzionamento in corto circuito si ha solo un debole campo fondamentale, quale necessita per generare una f. e. m. uguale alla caduta di tensione interna della macchina. Esso sta al campo normale come la caduta di tensione interna, che è la tensione della prova di dispersione E_d meno la tensione del campo del vano rotorico, sta alla tensione normale. Perciò il rapporto tra campo di corto circuito e campo normale è :

$$\frac{\Phi_{cc}}{\Phi_n} = \frac{E_d}{E} - \frac{\Phi_v}{\Phi_n} \quad (14)$$

e per grandi macchine circa il 10 %. Le perdite dovute al campo fondamentale sono perciò trascurabili.

Dalle due prove si ottengono quindi separatamente le perdite dovute ai flussi dispersi, e quelle dovute ai campi nocivi sia statorici che rotorici.

Una separazione delle perdite dovute ai flussi dispersi nelle due parti date dal flusso delle cave e flusso frontale si può avere quando

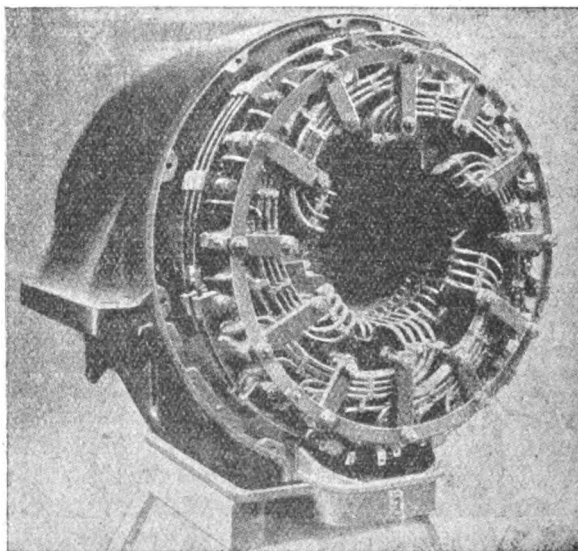


Fig. 11.

sia possibile collegare per la prova gli elementi dell'avvolgimento in modo che le correnti in due cave vicine risultino di senso opposto, cosicché il flusso frontale può ritenersi praticamente nullo, mentre resta invariato il flusso delle cave che si chiude intorno ad ogni singolo conduttore.

Da misure così condotte su di un turbo alternatore da 4000 kVA e 3000 giri risultò una caduta di tensione del 17,2 %, della quale solo il 3,3 % dovuta al flusso nelle cave; perdite dovute ai flussi dispersi uguali a 3,2 volte le perdite nel rame, dovute al 90 % al flusso disperso frontale.

Si vede da qui quanta strada ancora da percorrere per diminuire queste perdite. Lo studio riguarda soprattutto gli amarraggi, che è preferibile siano fatti in legno o altro materiale isolante resistente a pressione. La fig. 11 mostra uno stator con amarraggio non metallico.

Mentre le perdite nel rame crescono notevolmente colla tempe-

ratura, le perdite addizionali variano poco con questa, e diminuiscono leggermente per la maggior resistenza dei circuiti delle correnti parassite. Ne risulta che la variazione delle perdite totali colla temperatura è trascurabile anche in un campo da 0° a 100°.

La diminuzione delle perdite coll'aumentare del traferro è molto forte. Per le perdite addizionali misurate in corto circuito cioè risultate dalle formule viste; anche le perdite a vuoto diminuiscono notevolmente perchè coll'aumentare del traferro diminuiscono i campi nocivi rotorici più di quanto diminuisca il campo fondamentale. Siccome le perdite in corto circuito e le perdite a vuoto costituiscono la maggior parte delle perdite totali, così si vede quanto sia importante un'opportuna scelta del traferro nel dimensionare la macchina. Si può affermare che talvolta un aumento del traferro fa diminuire anche le perdite nel rotor, ad onta della maggior corrente di eccitazione necessaria. Un maggior traferro è inoltre vantaggioso per la ventilazione. Per diminuire le perdite per campi nocivi statorici si deve curare la disposizione dei conduttori lungo lo stator, in modo che il campo d'armatura riesca il più possibile privo di campi d'ordine superiore.

Furono fatte presso la Siemens Schuckert prove su macchine diverse che presentavano perdite addizionali notevoli, che vennero misurate coi metodi predetti; dedotte così per via indiretta le perdite totali, queste per controllo furono misurate col metodo di circolazione, con buon accordo, salvo che per macchine avvolte a triangolo, in alcune delle quali furono constatate alla misura diretta maggiori perdite dovute probabilmente alle armoniche triple.

Numerose misure di perdite addizionali su turbo generatori diedero come media che le perdite addizionali sono l'1,5 % della potenza nominale in kVA, con forti variazioni in più o in meno in modo che la tolleranza (definita come il doppio dello scarto medio) risulta di + 50 %. Non venne notata alcuna differenza tra i diversi tipi di avvolgimento.

Per macchine a poli salienti le perdite addizionali si aggirano intorno al 0,6 % con una tolleranza di + 105 %. Non venne notata differenza per macchine a diversa velocità; solo si osservò che con poli massicci le perdite tendono ad essere più elevate che con poli lamellati.

Si vede da questi dati come per le macchine sincrone non si possa dare un valore medio per le perdite addizionali, ma sia più opportuno misurarle esattamente colla prova di corto circuito.

t. a.

* *

IMPIANTI.

La valutazione del fattore di potenza nei contratti di fornitura di energia. (Electrical World, 1 dicembre 1923, pag. 1105).

La questione del fattore di potenza va acquistando un interesse sempre maggiore nei rapporti fra distributori di energia elettrica ed utenti. Da molte parti si invocano provvedimenti che valgano a migliorarne il valore sulle reti di distribuzione, ma, per quanto distributori ed utenti vadano persuadendosi che un basso f. d. p. significa perdite sensibili per entrambi tanto sulle spese di impianto quanto sulle spese di esercizio, pure non si è ancora trovata la formula ideale la quale, contemperando gli interessi delle due parti, le spinga ad adottare provvedimenti adeguati allo scopo.

La questione è, invero, assai complessa perchè non si limita al solo produttore od al solo distributore, ma si estende a tutti gli utenti, e la pratica ha dimostrato che una semplice prescrizione formale introdotta fra le clausole del contratto di fornitura di energia, non è sufficiente a smuovere questi ultimi dalla loro passività. Occorre, da parte delle società, un lavoro assiduo e paziente di educazione tecnica e di persuasione verso i propri utenti; occorre che le società stesse si interessino di studiare la soluzione più conveniente da proporre caso per caso ed occorre, infine, che gli utenti siano interessati direttamente alla sua applicazione.

Allo scopo di raccogliere i dati dell'esperienza acquisita in proposito dalle diverse società, l'«Electrical World» ha condotta una inchiesta molto interessante presso un certo numero di esse, e ne riferisce i risultati.

Tutte le società riconoscono l'importanza del f. d. p. sull'economia dell'esercizio ed, in generale, si nota una tendenza ad agire presso gli utenti nel senso di interessarli al miglioramento del f. d. p. dei propri impianti. La via seguita, non è naturalmente la stessa per tutte le società e vi sono ancora molti punti da definire. Ad esempio, la clausola del f. d. p. non si può applicare indistintamente a tutti gli utenti perchè, richiedendo maggiori spese per gli strumenti di misura e per la contabilità, sarà opportuno scartare a priori tutti gli utenti per i quali tali spese non troverebbero compenso nel maggior utile. Gli strumenti di misura disponibili al giorno d'oggi per queste determinazioni, non rappresentano ancora la soluzione ideale dal punto di vista della semplicità.

Infine, la clausola del f. d. p. riesce ostica a molti utenti i quali non ne comprendono nè il significato nè il valore e, d'altra parte, è assai difficile trovare una formula che si adatti equamente a tutti gli impianti.

Ciò non ostante, diverse Società hanno affrontato, come si è detto, queste difficoltà cercando di risolverle nel modo migliore. Ne sono derivate diverse formule empiriche le quali stabiliscono premi o penalità sulla tariffa base a seconda del valore del f. d. p. La doppia tariffa, molto diffusa in America, in base alla quale il canone del-

l'utente è composto di una aliquota A proporzionale alla potenza impegnata e di una aliquota B proporzionale all'energia assorbita, si presta molto bene allo scopo.

Accenniamo alle formule principali:

1) quando il f. d. p. scende al di sotto di 0,8 per una durata di tempo apprezzabile, la quota A viene computata sull'80 per cento dei kVA anzichè sui kW effettivamente assorbiti.

2) quando il fattore di potenza risulta inferiore a 0,8, la potenza assorbita viene determinata in base al rapporto $\frac{kVA \times 0,8}{\cos \varphi}$ dove $\cos \varphi$ rappresenta il f. d. p. esistente al momento della misura dei kVA assorbiti.

3) la determinazione del f. d. p. viene fatta mensilmente e nei mesi nei quali esso risulti inferiore a 0,75 il canone corrispondente alla quota A viene aumentato in ragione di L. 1 (5 cent. di dollaro) per kW e per ogni 0,01 di differenza fra il f. d. p. misurato e 0,75.

4) formula analoga alla precedente, ma partente da un valore base del f. d. p. di 0,85.

5) la potenza assorbita viene misurata a mezzo di wattometro registratore e la potenza impegnata viene determinata dividendo per 0,9 le indicazioni dell'istrumento.

Questo nell'ipotesi che l'impianto abbia un f. d. p. medio di 0,8 e nell'intesa che il maggior onere rispetto ad un f. d. p. eguale all'unità debba ripartirsi in parti eguali tra fornitore ed utente.

Negli impianti per i quali invece sia presumibile un f. d. p. inferiore a 0,8 è stabilito che la determinazione della potenza assorbita sia fatta a mezzo di Wrigt moltiplicando per 0,9 i kVA risultanti.

6) sono stabiliti aumenti percentuali sul prezzo unitario della potenza impegnata variabili col f. d. p. e precisamente:

| | | |
|-----------------------------------|-------------|-------|
| per $\cos \varphi$ da 0,75 a 0,79 | aumento del | 7,5 % |
| » » » 0,71 a 0,75 | » » | 15 % |
| » » » 0,61 a 0,70 | » » | 30 % |
| » » » 0,51 a 0,60 | » » | 60 % |
| » » » 50 in giù | » » | 100 % |

7) vengono misurati i due valori $E I \cos \varphi$ ed $E I \sin \varphi$ e mensilmente si calcola il rapporto $\frac{kVA\text{-ora reattivi}}{kW\text{-ora}}$; a seconda che

questo risulti minore o maggiore dell'unità viene concesso uno sconto od applicata una penale dell'1 % per ogni 0,1 di differenza con uno sconto massimo dell'8,72 %.

8) sono stabiliti i valori minimi del f. d. p. a seconda della potenza impegnata e precisamente:

| | |
|-------------------|-----------------------------|
| fino a 10 HP | $\cos \varphi$ minimo = 0,8 |
| da 10 HP a 100 HP | » » = 0,85 |
| oltre i 100 HP | » » = 0,95 |

Ad intervalli di 6 mesi la Società provvede alla verifica del f. d. p. presso i propri utenti e dove trova valori inferiori a quelli stabiliti aumenta l'impegnativo per i sei mesi successivi nel rapporto f. d. p. stabilito

f. d. p. misurato

9) è ammessa una tolleranza nel f. d. p. da 0,75 a 0,85. Per gli impianti con f. d. p. superiore a 0,85 l'aliquota A corrispondente alla potenza impegnata viene ridotta nel rapporto $\frac{0,85}{f. d. p. effettivo}$;

viceversa per gli impianti con f. d. p. inferiore a 0,75 la stessa aliquota viene aumentata nel rapporto $\frac{0,75}{f. d. p. effettivo}$.

10) formula analoga alla 6); variano solo i limiti di tolleranza e gli aumenti percentuali:

| | | |
|-----------------------------------|-------------|------|
| per $\cos \varphi$ da 0,70 a 0,80 | aumento del | 5 % |
| » » » 0,60 a 0,70 | » » | 15 % |
| » » » 0,50 a 0,60 | » » | 25 % |
| » » » 0,50 in giù | » » | 50 % |

L'applicazione di queste formule porta, in pratica, le diverse società ad esporre nelle proprie fatture cifre molto diverse, in corrispondenza alle stesse condizioni di carico ed è questa una conseguenza dell'empirismo sul quale le formule stesse sono basate e dell'esperienza ancora limitata che le Società hanno in materia.

Le formule 2 ed 1, nell'ordine, sono le più diffuse, e sono infatti quelle che si presentano di più facile applicazione pratica. Come conclusione della sua inchiesta il giornale stabilisce:

1) Le tariffe devono essere semplici e chiare. La questione del f. d. p. deve trovarsi posto senza fare assegnamento su una speciale cultura tecnica dell'utente; meglio se vi può essere inclusa senza che al f. d. p. sia fatto cenno esplicitamente.

2) Gli strumenti ed i sistemi di misura oggi disponibili permettono di applicare le clausole relative al miglioramento del f. d. p. ad un gran numero di utenti.

3) La tariffa che meglio si presta a tener conto del f. d. p. è quella che tassa l'utente in base alla potenza assorbita in kVA ed all'energia consumata in kW-ore. L'unico suo punto debole sta nella insufficienza e nel costo elevato degli attuali strumenti di misura della potenza in kVA; la sua applicazione potrebbe diffondersi rapidamente il giorno che la tecnica riuscisse a darci un contatore di kVA-ora semplice, sicuro ed economico come il contatore di kW-ora.

4) La soluzione della questione del f. d. p. dipende e dalle Società distributrici e dagli utenti: questi ultimi possono contribuirvi con una scelta ed un impiego razionale dei propri motori; quelle accordando in corrispondenza ai valori elevati del f. d. p. equi premi sulle tariffe; entrambi installando gli appositi apparecchi per il miglioramento del f. d. p. dovunque le condizioni dell'impianto lo richiedano.

(g. a. r.).

* *

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

ROY WILKINS — Uno studio dell'irregolarità della reazione nelle turbine Francis. (J. A. I. E. E., novembre 1923, pag. 1141).

L'A. descrive un dispositivo impiegato per lo studio delle condizioni idrauliche che producono talora delle vibrazioni nelle turbine Francis.

Si riconobbe anzitutto che tali vibrazioni hanno periodo dello stesso ordine di grandezza delle correnti elettriche industriali. Il dispositivo fu studiato in modo da riuscire praticamente applicabile con facilità a turbine esistenti; esso si basa sul principio di trasformare le variazioni di pressione in oscillazioni di corrente elettrica da registrare con un oscillografo.

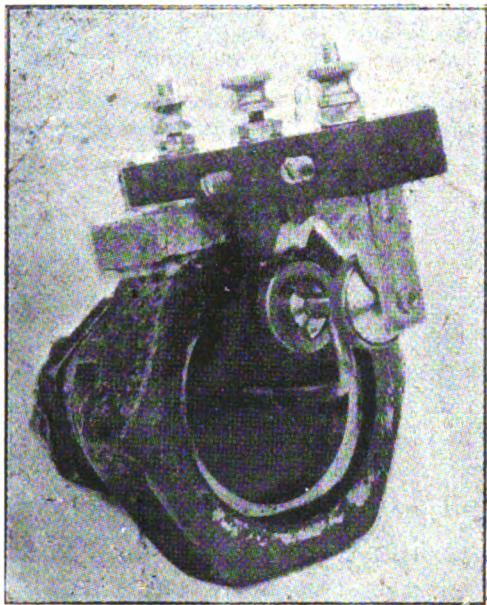


Fig. 1. — Apparecchio a diaframma montato in posto.

L'apparecchio, che è rappresentato in figura 1, consiste essenzialmente in un diaframma di lamiera d'acciaio da molle di spessore tale che alla pressione più alta le sue deformazioni sieno ancora sensibilmente proporzionali alle pressioni stesse. Il diaframma è disposto a chiusura di un tubo da 1 pollice o 1 pollice e mezzo comunicante con uno più sottile innestato sulla cassa della turbina.

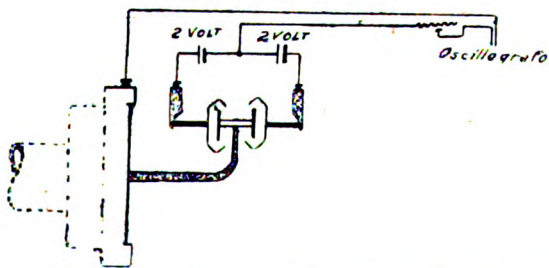


Fig. 2. — Diagramma dei collegamenti pel dispositivo a diaframma.

Lo schema generale del dispositivo è indicato in fig. 2. Il diaframma porta rigidamente attaccato al suo centro un braccio portante all'altro estremo l'elemento centrale di due microfoni del tipo usato nei comuni apparecchi da dilettanti per radiotelegrafia.

Gli elementi esterni dei microfoni sono connessi, come si vede, a due batterie da 2 V disposte in opposizione.

L'insieme costituisce così una sorta di ponte in cui i microfoni e le batterie sono i lati, mentre in diagonale è inserito un oscillografo.

Essendo le due batterie disposte in opposizione, le oscillazioni del diaframma si traducono in oscillazioni di corrente nell'oscillografo il quale può così tracciare su una pellicola sensibilizzata una curva di corrente alternata proporzionale ed in fase colle oscillazioni della pressione.

Per esplorare l'interno della ruota si fece uso di un tubo di Pitot ruotante insieme alla ruota, passante per l'asse del tubo di scarico e comunicante mediante un collegamento mobile a tenuta, all'esterno

dove veniva inserito l'apparecchio prima descritto. Il dispositivo è chiaramente indicato in fig. 3. Per ridurre al minimo l'effetto della forza centrifuga il tubo esploratore veniva empito d'aria compressa che vi rimaneva sotto la chiusura idraulica all'estremità libera del tubo entro la ruota. Si poté così esplorare tutti i punti dell'interno della ruota nelle normali condizioni di funzionamento.

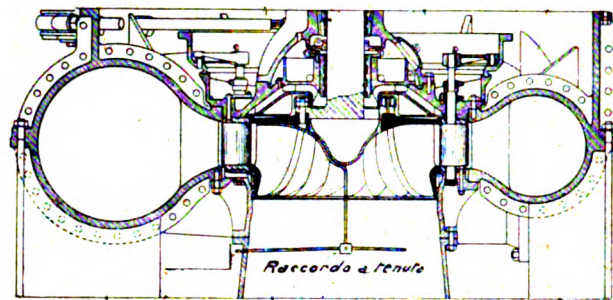


Fig. 3. — Modo di inserimento del tubo di Pitot per l'esplorazione delle pressioni entro la ruota mobile.

Si riconobbe che vi sono differenze di pressione nell'acqua all'entrata della ruota mobile e ciò diede la spiegazione delle variazioni di pressione nella camera a spirale e nella tubazione. Infatti se un'area di bassa pressione nella ruota si presenta davanti alla bocca di uno dei canali elementari fra le palette del distributore, la velocità dell'acqua viene aumentata, mentre se si presenta una zona di pressione forte la velocità d'entrata viene ridotta.

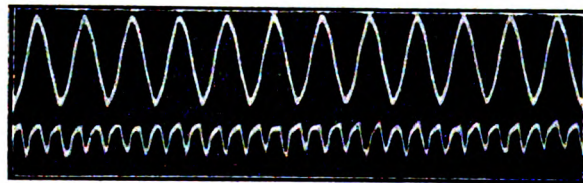


Fig. 4. — Oscillogramma di una turbina da 5000 kW a 450 giri con 19 pale alla ruota e 20 pale al distributore (Onda di riferimento a 60 periodi).

Se si ha quindi una turbina in cui i canali della ruota mobile siano $(n-1)$ ossia uno meno degli n canali del distributore, due canali si troveranno affacciati ogni $1 : (n-1)$ giri; vi corrisponderà un impulso il quale andrà spostandosi intorno alla camera a spirale in direzione inversa a quella del moto. Si avranno così $(n-1)$ impulsi ogni giro.

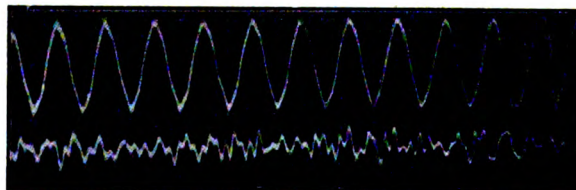


Fig. 5. — Oscillogramma di una turbina da 5000 kW a 450 giri con 17 pale alla ruota e 20 pale al distributore. (Onda di riferimento a 60 periodi).

Una differenza di due nel numero dei canali della ruota e del distributore darebbe due impulsi spostandosi a velocità metà di quella della ruota, intorno alla camera a spirale; invece una combinazione come 20 e 17 darebbe degli impulsi irregolari.

La fig. 4 è un oscillogramma preso da una turbina con 20 palette al distributore e 19 alla ruota mobile. La macchina presenta una vi-

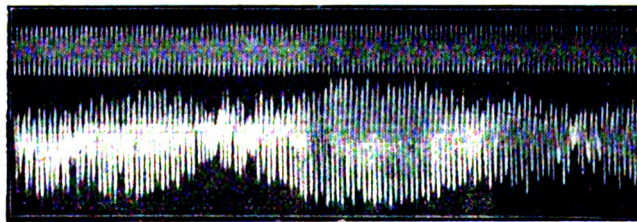


Fig. 6. — Oscillogramma di una tubazione. (Onda di riferimento a 60 periodi).

brazione che persiste nella tubazione fino a 1200 metri di distanza; essa produceva un sensibile ronzio. Si noti che nella figura, la curva riferentesi alla turbina è quella piccola inferiore, mentre superiormente è segnata un'onda da 60 periodi come riferimento per i tempi.

La fig. 5 si riferisce a una turbina identica alla precedente una con 17 pale alla ruota mobile. Le variazioni di pressione non sono mi-

norì che nel caso precedente, ma non essendo regolari, la macchina non rivela il tremito ed il ronzio dell'altra.

La fig. 6 mostra le condizioni in una grande tubazione alquanto elastica, connessa a una turbina avente una uniforme vibrazione. Qui le onde di pressione sono influenzate dalla riflessione e dal periodo proprio del tubo.

L'articolo originale è illustrato da parecchi altri oscillogrammi che dimostrano l'influenza delle diverse condizioni di carico e di funzionamento della turbina sull'andamento delle vibrazioni. R. S. N.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

La "Kelvin's lecture", dell'Ing. Semenza.

Come preannunciammo a suo tempo, il 24 Aprile u. s. l'Ingegnere Semenza tenne alla R. Institution of Electrical Engineers di Londra, per invito della Associazione stessa, il discorso annuale in Commemorazione di Lord Kelvin. Egli trattò particolarmente della famosa legge della densità più economica, stabilita dal Kelvin nel 1881 quando l'elettrotecnica era ancora bambina, facendone rilevare la grande portata pratica e scientifica sia nella sua forma originale che negli innumerevoli casi derivati. Conchiuse con un felice parallelo per la personalità di Lord Kelvin e quella di Leonardo da Vinci. Pubblicheremo in un prossimo numero il testo completo del discorso che fu salutato alla fine da un grande applauso dell'imponente assemblea di oltre cinquecento membri ed invitati.

DECRETI, LEGGI, NORME, REGOLAMENTI.

Nuovo regime delle acque in Romania. — L'Addetto Commerciale della Legazione d'Italia in Romania, ci comunica lo schema del progetto per il regime delle acque che è in discussione alla Camera romana.

Per esso lo Stato diverrà amministratore delle acque, di cui regolerà e coordinerà l'utilizzazione; diverrà solo proprietario di quelle utilizzazioni, come la forza motrice, che costituirebbero un monopolio per rivieraschi.

La proprietà privata è riconosciuta solo per le acque di pioggia, dei fiumi più piccoli e non navigabili.

Le concessioni di utilizzazione attuali, autorizzate regolarmente, saranno rispettate. Le nuove concessioni verranno date dal Ministero dei LL. PP., sentito il parere di altri Dicasteri interessati, solo ad imprese di carattere prevalentemente nazionale.

Gli organi predisposti all'applicazione delle disposizioni delle leggi sono: il Consiglio Superiore delle acque e la Direzione delle Acque presso il Ministero dei LL. PP.

È intenzione del Ministero dei LL. PP. di devolvere i prodotti dello sfruttamento delle acque ad opere di regolazione e navigabilità dei corsi d'acqua, rendendo disponibili nuovi terreni coltivabili. Il Ministero calcola che la Romania potrà sfruttare l'energia idraulica per una potenza di un milione e mezzo di cavalli.

Sembra che il Ministero ricorrerà alla collaborazione straniera per attuare il programma derivante dal nuovo regime, istituendo una Commissione di tecnici specialisti, uno per ogni Nazione che si distingue per importanza di lavori idraulici (Italia, Francia, Stati Uniti, ecc.). t. a.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Politica delle radiocomunicazioni in Inghilterra. — La Commissione, incaricata dal Governo Inglese di « studiare e proporre la linea di condotta da adottare nei riguardi dei servizi radio dell'Impero Britannico » ha, ad unanimità, presentato le seguenti proposte:

1) Tenuto conto che l'esercizio delle stazioni radiotelegrafiche, pur dovendo in primo luogo rispondere alle necessità del traffico commerciale, non può prescindere da considerazioni di carattere imperiale, nazionale e strategico, conviene che lo Stato sia l'effettivo possessore di tutte le stazioni radio della Madre Patria, destinate ad assicurare le comunicazioni oltre oceano coi Dominions, colle Colonie, e coi Protettorati dell'Impero; ed è opportuno che lo Stato stesso le esercisca direttamente, valendosi dell'organizzazione amministrativa del Ministero delle Poste.

2) Per i servizi radio coll'estero la Commissione raccomanda che si stimolino le iniziative private e si diano ad esse le opportune facilitazioni, lasciando però che si esplichi la libera concorrenza, e col'espressa riserva, che, in caso di bisogno, lo Stato debba venire immediatamente in possesso delle stazioni stesse.

3) La Commissione propone inoltre che le stazioni della rete imperiale siano del tipo ultrapotente e dotate degli apparati fra i più recenti: ed in relazione a ciò consiglia che la stazione di Leafeld sia senza indugio ingrandita: che quella in costruzione a Rugby sia ampliata, sino a portare a 16 il numero dei suoi alberi: e che una seconda stazione di questo tipo sia messa subito in costruzione.

4) In relazione alla proposta costruzione di una nuova stazione, da adibire specialmente alle trasmissioni radiotelefoniche dell'Impero, e del costo di Lst. 250.000, la Commissione ritiene preferibile che essa sia differita fino a che non siano noti i risultati delle esperienze di radiotelegrafia transatlantica in corso. Fe Vi.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Consoci onorevoli

Come certo i nostri lettori già avranno notato, con le ultime elezioni generali è aumentato il numero dei nostri Consoci entrati in Parlamento.

Infatti ai Colleghi Benni, Netti e Tofani che già appartenevano alla precedente legislatura e che furono rieletti, si sono aggiunti il Prof. Giacinto Motta e il Prof. G. G. Ponti, autorevolissimi esponenti di due grandi Gruppi di Società elettriche italiane ed il Prof. Belluzzo, che pure esercitando la sua maggiore attività in un campo collaterale dell'elettrotecnica, è sempre stato un autorevole ed attivo membro del nostro Sodalizio.

Non possiamo che compiacerci del fatto (si potrebbe se mai, deplorare che gli ingegneri in Parlamento siano ancora troppo pochi) certi che l'entrata in Parlamento di personalità così giustamente eminenti nel campo nostro non potrà che giovare al Paese ed allo sviluppo della nostra tecnica.

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

Sugli impianti ad altissima tensione

Relazione e discussione sulle memorie presentate alla Conferenza Internazionale di Parigi.

Verbale della 2ª seduta (15 febbraio 1924)

Semenza: Dò la parola al collega Norsa perchè ci esponga la sua relazione sulla costruzione delle linee aeree.

Norsa: Fra le memorie presentate a Parigi, ve ne è una dei signori Darriens e Desbarres su un nuovo tipo di sostegno per condutture elettriche.

Gli autori si sono proposti di raggiungere, nella costruzione dei sostegni destinati alle grandi condutture, una notevole economia mediante una estensione del ben noto principio dei supporti elastici.

I sostegni ideati dagli autori sono destinati soltanto a resistere agli sforzi trasversali (vento) e agli sforzi verticali (peso dei conduttori e degli isolatori). Gli sforzi longitudinali sono riportati per intero sui sostegni di amarraggio.

I supporti di sospensione intermedi sono costituiti da un cavalletto a due gambe o montanti. Ciascun montante, a forma di fuso, è collegato in basso ad un blocco di fondazione mediante un opportuno snodo sferico. In alto i due montanti reggono una traversa orizzontale e a tale traversa sono collegati pure a mezzo di snodi e di cerniere. Inoltre i montanti sono collegati fra loro mediante opportuni tiranti.

Il sostegno, quando è montato, non ha bisogno di venti poichè allora si può dire che esso è sorretto dagli stessi conduttori di linea. Durante il montaggio invece occorre applicare temporaneamente al sostegno dei venti sino a che i conduttori non siano stati tesati.

Nel caso di rottura di un filo il sostegno è ancora stabile.

Per tre conduttori misti tipo alluminio-acciaio da 355 mmq (pari a 173 mmq di rame) e con campate di 400 metri, gli autori sono arrivati a un peso di ciascun supporto di 2800 kg mentre il peso dei corrispondenti supporti di tipo normale sarebbe di 4300 kg. Alla conferenza gli autori hanno però presentato anche un disegno di un supporto adatto per gli stessi conduttori e per la stessa campata, ma assai più leggero (900 kg).

Lo studio è dedicato ai sostegni intermedi che solitamente si chiamano di sospensione.

Quanto ai sostegni di amarraggio essi o devono essere di tipo normale oppure, volendo adottare un tipo analogo a quello ora descritto diventa indispensabile l'uso di opportuni controventi.

La memoria presentata dai signori Borgquits e Nordell sulla resistenza meccanica dei supporti di sospensione rispetto agli sforzi in direzione della linea, espone concetti assai diversi da quelli della memoria precedente.

Gli autori notano che, nel calcolo dei sostegni, mentre gli sforzi normali alla linea vengono valutati con una certa uniformità di criteri — salvo naturalmente le differenze dovute alla diversità di regione e di clima — vi è invece molta incertezza e molta diversità di opinioni nell'apprezzare gli sforzi nel senso della linea.

Tali sforzi longitudinali sono dovuti, oltre che alla spinta del vento soffiante nel senso della linea, anche agli squilibri di tensione e particolarmente a quelli che possono aversi nel caso di rottura di qualche filo.

Fra le cause di rottura di conduttori, gli autori ritengono che la più probabile sia l'eventuale contatto. Pertanto essi sono d'avviso che

si debba considerare l'eventualità della rottura di un conduttore quando non vi è possibilità di contatto fra due fili, ossia quando i fili sono in un piano orizzontale e a sufficiente distanza fra loro, e di due conduttori quando tale possibilità non è esclusa.

Premesse queste considerazioni, gli Autori esaminano le diverse modalità costruttive che si possono prevedere per i sostegni. O si potranno addirittura costruire tutti i sostegni in guisa da resistere agli sforzi longitudinali, come dianzi previsto, oppure si potrà affidarsi a sostegni intermedi leggeri facendo assegnamento sull'azione di collegamento del filo di guardia, o infine si potrà cercare di attenuare gli sforzi derivanti dalla rottura di un conduttore fissando le catene di isolatori alle mensole per mezzo di cosiddetti *occhi di sicurezza*, i quali cedano se sollecitati al di sopra di un determinato carico.

La conclusione degli Autori è contraria all'impiego di sostegni flessibili, soprattutto per le grandi condutture. L'economia non è molto elevata (gli Autori l'hanno valutata dell'8%) e contro di essa sta naturalmente la minor sicurezza di esercizio.

Il Sig. Duval, direttore dei servizi elettrici della Société Generale d'Entreprises, ha presentato una nota sulle fondazioni dei sostegni. In tale nota l'autore passa in rassegna le prescrizioni che sulle fondazioni vengono date in alcuni paesi, riporta il metodo di calcolo seguito in Francia, e si estende particolarmente sugli studi fatti in Germania dal Froelich.

Circa le *norme francesi* l'Autore ricorda l'arresté del 30 luglio 1921, che però non è molto esplicito e soggiunge che in un nuovo arresté, il quale si riferisce particolarmente alle linee con isolatori sospesi, è prescritto per le fondazioni un coefficiente di sicurezza 1,5 (tenendo conto degli eventuali controventi, ma trascurando la spinta delle terre). Nel caso di rottura di tutti i conduttori il coefficiente di sicurezza suddetto è ridotto ad 1.

Il *metodo di calcolo seguito in Francia*, che consiste nel valutare la resistenza del terreno laterale in base alle differenze fra le così dette spinte *passiva* ed *attiva*, è stato da me già altra volta discusso in una nota pubblicata sull'Elettrotecnica e pertanto mi riferisco a quanto ho avuto allora occasione di dire.

Anche degli *studi del Froelich* mi sono occupato abbastanza diffusamente nella mia nota dianzi citata, ed ho ivi dimostrato che il Froelich è caduto nell'errore opposto a quello dei suoi predecessori in queste ricerche, ossia ha tenuto conto, in modo per altro discutibile, della resistenza del terreno laterale, ed ha invece più o meno trascurata la resistenza del terreno sottostante alle fondazioni. Ed altre obiezioni ancora si possono muovere agli studi e alle formule del Froelich, obiezioni sulle quali non è però il caso di intrattenersi qui.

Una pregevole soluzione del problema delle fondazioni è stata data dall'Andrée, soluzione della quale mi sono diffusamente occupato nella mia nota dianzi citata ove al metodo dell'Andrée ho fatto seguire altre proposte e altri studi miei personali.

E può essere interessante rilevare che le mie conclusioni concordano con quelle alle quali successivamente per altra via sono giunti due ingegneri svizzeri, il Perrochet e il Bauer, e che da essi sono stati riferiti in una memoria pure presentata a Parigi e sulla quale qui non mi trattengo perchè sarà riassunta da altro collega.

Semenza: Il collega Norsa non ci ha parlato della sua memoria sull'attraversamento del Po con tesata di 900 m che ha suscitato molto interesse a Parigi.

Norsa: Dà delle spiegazioni mostrando delle diapositive.

Semenza: Le relazioni ora riassunte hanno mostrato tipi di palficazioni diametralmente opposte. Credo utile soffermarci su questo fatto su cui non v'è accordo, cioè se tre fili posti in uno stesso piano orizzontale si toccano più facilmente che se sono posti in piani orizzontali diversi.

Norsa: Sembra probabile che il contatto fra due fili posti in uno stesso piano verticale sia ritenuto dagli autori più frequente per la possibilità dell'improvviso scaricarsi della neve da uno dei conduttori, mentre meno frequente sarebbe il contatto dovuto al vento, per il fatto che le oscillazioni sono generalmente isocrone.

Semenza: Uno degli autori delle memorie ha parlato di palo elastico con isolatori sospesi, e con filo di guardia fissato rigidamente al palo, ciò che tende a mantenerlo fisso. Ciò è un controsenso perchè rompendosi i conduttori il palo tende a piegarsi e facilmente spezza il filo di guardia. Credo che anche questo debba essere sostenuto in modo analogo agli altri conduttori.

Norsa: Già nel 1921 il Borgquist aveva manifestato dei dubbi sull'impiego di pali elastici con isolatori sospesi, mentre ritiene preferibile l'impiego di pali elastici con isolatori rigidi.

Nonostante le critiche che possono farsi al palo dei signori Dariens e Desbarres, bisogna rendere omaggio al loro studio che rappresenta in questo campo un tentativo di ardita innovazione.

Semenza: Con i pali snodati può presentarsi il pericolo che il vento produca delle onde longitudinali lungo la linea, ciò che può dar luogo a gravi inconvenienti.

Manfredi: Condivido questa preoccupazione. Bisogna però tenere conto della grande lunghezza delle campate, la quale può rendere meno sentita la formazione di queste onde, almeno per quanto ha rapporto alla deformabilità ed alla elasticità dei supporti.

Altro rilievo sul tipo dei pali in questione è, a mio avviso, il notevole ingombro. I pali hanno una base molto larga (m 16 circa), ciò che ne rende difficile, se non impossibile, l'uso in terreni montuosi a declivio trasversale molto sentito.

Noto infine che la costruzione risulta bensì leggera, ma è costosa e l'economia effettiva non è certamente in proporzione col minor peso dei pali. Se poi la costruzione è fatta con tubi, come ebbe già a rilevare il collega Norsa, l'ulteriore economia può essere del

tutto illusoria, dato l'elevato prezzo dei materiali, le difficoltà delle giunzioni, ecc.

In via generale, l'idea del palo leggero snodato, che si regge coll'aiuto dei fili che deve portare, è interessante, ma assai ardua.

Semenza: Passiamo ora all'esame delle fondazioni.

Manfredi: Avrò occasione di ritornare sulla questione delle fondazioni, in rapporto alle reazioni del terreno, riassumendo la memoria del Perrochet e Bauer. Rilevasi da detta memoria che i risultati ai quali si pervenne in Svizzera, con una serie di interessanti esperimenti pratici, coincidono con quelli ai quali il collega Norsa, partendo dagli studi fatti in proposito dall'Andrée, era arrivato col calcolo.

Aggiungerò anche che le esperienze suddette hanno dimostrato la convenienza di usare fondazioni profonde.

Norsa: I Signori Wedmore e Woodhouse hanno riferito su alcune esperienze eseguite in Inghilterra dalla Electrical Research Association e dal National Physical Laboratory, e riguardanti prove di resistenza di pali in legno e loro fondazioni, prove meccaniche su fili e corde, ricerche sull'azione del vento e ricerche sulla porcellana.

Per quanto riguarda i pali di legno, gli autori hanno sperimentato su pali abbinati, del tipo che gli inglesi indicano colle lettere A e H, rappresentando colla prima l'insieme di due pali inclinati e collegati alla sommità, colla seconda l'insieme di due pali disposti parallelamente e collegati in alto dalle traverse e a metà altezza da opportune crociere.

Nelle prove eseguite su pali di *abete* opportunamente interrati, la fondazione ha ceduto per prima, poi ha ceduto il palo in vicinanza del collegamento a metà altezza. Gli autori hanno cercato pertanto di migliorare le condizioni delle fondazioni distribuendo meglio la pressione sul terreno per mezzo di traverse applicate alla parte interrata dei pali.

Per migliorare il collegamento fra i due pali, hanno trovato poi che è preferibile avvicinare senz'altro i due pali colla interposizione eventuale di opportuni distanziatori di legno disposti ad altezza conveniente.

Riguardo alle prove meccaniche su fili e corde, gli autori hanno studiato il fenomeno ben noto dell'aumento nel valore del limite di proporzionalità e nel valore del modulo di elasticità che si ottiene sollecitando i materiali al di sopra dello stesso limite di proporzionalità.

È un fenomeno di cui si trae vantaggio in pratica durante la tatura delle linee.

Le ricerche sull'azione del vento non presentano particolare interesse. Oltre alla nota dipendenza delle pressioni del quadrato delle velocità, dalla temperatura e pressione dell'aria e dalla forma dell'oggetto, è stato riconosciuto che il coefficiente della espressione

$$P = k A V^2$$

è, nel caso dei fili, funzione del prodotto del diametro per la velocità.

Quanto alle ricerche sulla porcellana, si tratta particolarmente di studi fatti sulla resistività della porcellana e sulla f. e. m. di polarizzazione che si sviluppa quando un campione di porcellana è sottoposto al passaggio di una corrente continua.

Semenza: Prego l'Ing. Soldini di esporre la sua relazione sulla proprietà meccaniche dei fili e delle corde metalliche.

Soldini: I Signori Borgquist e Nordell della Delegazione Svedese hanno presentato alla Conferenza di Parigi un rapporto sulle proprietà meccaniche dei fili e delle funi di rame e di acciaio sottoposti a sforzi superiori al limite di elasticità.

Sono esposti i risultati di speciali esperienze eseguite in Svezia per iniziativa della « Direzione reale delle forze idrauliche ».

Se si considera una linea di trasmissione calcolata solo tenendo conto del peso e degli sforzi dovuti al vento, per esempio, per un carico del rame di 12 kg/mm², è possibile che in seguito al depositarsi di neve o ghiaccio sui conduttori, si presentino sia pure per brevi periodi di tempo ed a lunghi intervalli, sollecitazioni assai maggiori e tali da superare in certe condizioni anche il limite di elasticità.

Esperienze fatte su linee in tali condizioni hanno dimostrato che non ne risultano allungamenti permanenti tali da rendere necessario di modificare le tesate, ma nondimeno è senza dubbio molto interessante studiare come si comportano i fili o le funi di rame o di acciaio soggetti a determinate sollecitazioni in seguito a sforzi di breve durata che oltrepassano il limite di elasticità.

Furono pertanto fatte prove su fili di rame e di acciaio e su funi di rame con anima sia di rame ricotto sia di canape. Per avvicinarsi quanto più possibile alle condizioni reali, furono usati per le prove conduttori di 15 fino a 22 metri di lunghezza, cioè assai più lunghi degli ordinari campioni di prova alla trazione, e allo stesso scopo gli sforzi vennero applicati per notevoli periodi di tempo.

Per le prove furono adoperati fili di acciaio di 7,5 mm² di sezione, fili di rame di 9,85 mm², e funi di rame di 15,68 a 23,76 mm² di sezione, con anima di rame e di canape.

Gli sforzi vennero applicati in modi svariati, caricando e scaricando ripetutamente i campioni e giungendo fino alla rottura alla fine della prova.

I risultati di queste ricerche mostrano chiaramente che uno sforzo eccezionale di tensione considerabilmente superiore al limite di elasticità, produce certamente un allungamento permanente del conduttore, ma ha anche per effetto di elevare considerevolmente il limite per il quale gli allungamenti sono proporzionali agli sforzi di trazione ed inoltre di aumentare seppure lievemente il carico di rottura. Il modulo di elasticità non subisce una influenza altrettanto sensibile, ma risulta talvolta aumentato.

Nei conduttori di rame il limite per il quale gli allungamenti restano proporzionali agli sforzi può essere aumentato per effetto di uno sforzo eccezionale da 18 kg./mm² fino a 32 kg./mm². È notevole che lo stesso fenomeno è stato riscontrato anche per l'acciaio.

Si può dedurre da queste esperienze che uno sforzo momentaneo di tensione superiore al limite di elasticità, non produce alcun peggioramento delle qualità del materiale, ma anzi piuttosto un miglioramento. La causa di questo può forse essere ricercata in una modificazione nella struttura molecolare del materiale, che ha luogo durante l'applicazione dello sforzo eccezionalmente e che, sebbene di gran lunga più notevole, può senza dubbio essere paragonata a quella che si verifica nel trattamento a freddo del materiale stesso.

I risultati delle prove eseguite hanno messo quindi in evidenza una proprietà importante dei conduttori di rame, che può essere considerata nello studio delle sollecitazioni ammissibili nelle linee di trasmissione.

Semenza: La questione del sovraccarico che aumenta la resistenza meccanica è molto interessante, tanto nel caso delle corde che in quello dei fili, benché il comportamento sia diverso nei due casi.

Norsa: Nei riguardi delle corde vi è anche da osservare che per esse non si conosce ancora esattamente il valore del modulo di elasticità. Sono interessanti a questo riguardo gli studi fatti dall'ingegner Sesini.

Sesini: Mi sono un poco interessato dell'argomento del modulo di elasticità delle funi, piuttosto in base a considerazioni teoriche. Occorre tener conto del modo di costituzione della fune. Per funi soggette a sforzi di trazione i vari strati non devono essere avvolti con uguali passi, ma con angoli di inclinazione uguali. In questo caso la formula che dà come modulo di elasticità risultante quello del singolo filo moltiplicato per la terza potenza del coseno dell'angolo di inclinazione, è abbastanza bene approssimata specie se gli angoli di inclinazione sono piccoli.

Necessiterebbe poi, per una maggiore approssimazione, tener conto delle reciproche compressioni tra i fili sotto lo sforzo di trazione, le quali si verificano in differenti modi a seconda dei valori degli angoli di inclinazione.

Norsa: È importante notare che alcuni dati determinati praticamente dal Bureau of Standards concordano con quelli teorici dell'Ing. Sesini.

La conclusione di quanto si è detto può essere questa: data la incertezza che vi è nei dati delle corde, può essere superfluo l'impiego di metodi troppo elaborati per il calcolo delle frecce.

Semenza: Interesserebbe conoscere a che punto è in Italia l'adozione dei conduttori di alluminio con anima d'acciaio per linee ad altissima tensione.

Giorgi: Per gli Impianti della Sila verrà adottata una treccia di 188 mm² a 37 fili di acciaio-alluminio perchè l'effetto corona alla tensione di 150 kV con conduttori di rame avrebbe dato perdite assai elevate.

L'alluminio è certamente caro e si era tentato di ottenere il desiderato aumento di diametro nei conduttori di rame interponendo a guisa di anima una spirale di acciaio, ma i risultati di questo esperimento non sono stati conclusivi, temendosi in special modo che la spirale potesse tagliare i fili di rame. Epperò l'industria italiana si è preparata ed è pronta a risolvere il problema col cavo di alluminio armato in acciaio, avendo studiato oltre alla fabbricazione di questo anche le morsetterie ed i giunti, che sono pur sempre la parte più delicata delle linee bimetalliche.

L'Impianto della Sila avrà per 75 km di tratto montuoso tre conduttori del tipo accennato ed uno di riserva; in piano si adotterà ancora il rame.

Semenza: In America si sono avute noie a causa dell'ossidazione dell'alluminio nel giunto, ciò che in caso di corto circuito porta alla fusione del conduttore.

Giorgi: Il carico di rottura e l'allungamento dei due metalli differiscono notevolmente, e ciò darebbe luogo ad imperfetta continuità nei giunti se non si prendessero speciali precauzioni, come è stato fatto per i tipi studiati per la Sila; in essi sono ritenuti separatamente l'acciaio e l'alluminio, con dispositivi molto semplici e sicuri e che alle prove di trazione hanno dato esito soddisfacente; ed il sistema risulta anche abbastanza stagno. Per quanto a questo riguardo non debbesi nutrire soverchia preoccupazione perchè la zincatura dei fili di acciaio d'anima viene preservata dalla distruzione, che nascerebbe dalla coppia elettrolitica di contatto fra i due metalli, da quello speciale composto molto stabile che risulta dalla allumina e dal grasso che viene usato molto abbondantemente durante la cordatura e che, rivestendo l'anima di acciaio zincato, la separa dagli strati di alluminio. Del resto l'esperienza americana e francese a questo riguardo è pienamente conclusiva e tranquillante, come non ha dato preoccupazione di sorta l'adozione della morsetteria di acciaio zincato che ritiene la corda di alluminio e per la quale si ha esperienza in America da lunghissimi anni.

Manfredi: L'adozione della treccia bimetallica va considerata pure sotto il punto di vista economico.

Nelle linee dove l'effetto corona obbliga all'adozione di grandi diametri, le treccie bimetalliche (alluminio-acciaio) non presentavano rispetto alla treccia di rame, a parità di diametro esterno, e, per lo meno, coi prezzi di circa due anni or sono, un sensibile vantaggio. Tenendo poi conto della minor resistenza ohmica della treccia di rame rispetto alla treccia bimetallica, a parità di diametro esterno, nonché delle minori incertezze e difficoltà di messa in opera della prima, la scelta del conduttore di rame appariva allora la migliore.

Non so se attualmente le cose siano cambiate. L'estendersi delle

linee in treccie bimetalliche in America ed altrove, e delle linee in treccia di rame in Italia, lascerebbe supporre che notevoli differenze di natura economica più che tecnica, e cioè di costo, vi siano fra noi e gli altri Paesi.

Semenza: L'esistenza di questi dubbi è confermata dal fatto che anche la Sila adotta il conduttore bimetallico solo nella zona montuosa.

Chiudo la discussione ricordando che la volta ventura l'Ing. Soleri ci farà un'interessante comunicazione sui cavi ad altissima tensione.

*

Verbale della 3ª seduta (20 febbraio 1924)

Semenza: Stasera abbiamo la fortuna d'avere tra di noi il collega Ing. Prof. Soleri che riferirà sui cavi ad alta tensione e sulla trasmissione per onde convogliate. Lo ringrazio a vostro nome d'aver voluto assumere questo incarico.

Soleri: Ringrazio il Presidente delle parole cortesi e dell'invito avuto. Spero che gli argomenti su cui riferisco avranno qui una discussione più esauriente che a Parigi, dove furono trattati un po' di sfuggita, mentre sono molto importanti dato che per entrambi si stanno ora determinando nuove direttive.

Per i cavi ad alta tensione con isolamento di carta impregnata siamo nel momento in cui stanno per entrare nell'uso corrente le prove delle perdite nel dielettrico. La tecnica delle prove dei cavi ha subito varie fasi: da prima si esigevano altissime resistenze di isolamento, ciò che implicava una eccessiva rigidità meccanica che risultava dannosa. In seguito la resistenza d'isolamento venne limitata e le prove di rigidità vennero eseguite a parte su piccoli campioni. Questo sistema lasciava sempre delle incertezze per cui si passò successivamente a sottoporre tutto il cavo ad alte tensioni di prova, ma anche questo fu riconosciuto nocivo perchè a volte provocava alterazioni nel dielettrico.

Oggi si considerano specialmente le perdite nel dielettrico. Queste erano state già molto studiate dal nostro Ing. Emanuelli, ma non erano ancora entrate nella tecnica corrente delle prove. Ora la tecnica americana è orientata in questo senso anche perchè i loro cavi sono normalmente in condizioni di riscaldarsi più dei nostri, e si era notato che le perforazioni si avevano nei punti sovrariscaldati in causa di una localizzazione delle perdite del dielettrico. Nei cavi in questione il fattore di potenza invece che dell'ordine del millesimo come è negli ordinari condensatori sale al 30 e al 40 %. Attualmente ci si sforza di ridurre queste perdite a valori tali che non facciano più temere sovrariscaldamenti, e in questo modo si son migliorati i cavi perchè si son resi più omogenei gli isolanti e quindi anche la rigidità dielettrica è aumentata (si è passati dai 30 ai 50 kV, per mm per la carta impregnata).

Gli olandesi, Signori Kleine, Proos, Staveren, hanno portato delle proposte pel collaudo dei cavi che conviene discutere. Essi osservano che se si portano in un diagramma le tensioni in kV sull'asse delle ascisse e sull'asse delle ordinate il valore delle perdite diviso per il quadrato delle tensioni cioè un valore proporzionale al cos ϕ , fino ad un certo valore della tensione la linea è parallela all'asse delle ascisse: al di là di questo punto la curva si inflette e sale più rapidamente per poi piegare di nuovo e proseguire con una pendenza minore. Questo fenomeno dipende dalla presenza di aria nel dielettrico, la quale fino a un certo valore della tensione non è ionizzata, al di là di questo valore incomincia la ionizzazione e le scariche danno in principio fortissime perdite, mentre in seguito assumendo la forma di scintilla, si riportano nel diagramma col tratto di curva di nuovo pianeggiante, ed è naturale che l'aria si perfori facilmente data la sua bassa costante dielettrica e la sua limitata rigidità.

La tensione critica di ionizzazione è quella corrispondente al punto di prima inflessione della curva: essa è molto variabile colla durata della elettrificazione perchè col trascorrere del tempo le perdite crescono sino ad un certo limite (circa mezz'ora) per poi ridiventare costanti. Ciò non si verifica in tutti i punti della curva, e di più la prova dà risultati molto diversi a seconda del modo come viene applicata la tensione.

Il riscaldamento del cavo influisce pure con legge molto complessa, perchè fino a un certo punto coll'aumentare della temperatura le perdite diminuiscono; dopo crescono di nuovo. Misurando le perdite nel periodo di riscaldamento a una data temperatura e poi ripetendo la misura nel periodo di raffreddamento, si trova che il cavo è peggiorato, ciò che mostra che il ciclo delle temperature ha grande influenza. Col riposo il cavo tende a ritornare alle pristina condizioni.

La tensione di ionizzazione cresce colla temperatura ma durante il raffreddamento la curva non ripassa per gli stessi valori e precisamente il valore della tensione di ionizzazione è diminuito rispetto a quello che si era trovato precedentemente. Si hanno quindi curve diverse a seconda della temperatura da cui si parte e bisogna tener conto anche del fatto che col riposo il cavo migliora.

Non si può affermare quindi che le perdite nel dielettrico crescano col quadrato della tensione, ma esse dipendono dal modo di costruzione del cavo e dai cicli di temperatura e di elettrificazione cui fu precedentemente sottoposto.

Gli olandesi propongono di misurare le perdite nel dielettrico tenendo conto di questi fenomeni e basandosi sul concetto che durante il servizio l'ionizzazione debba essere nulla. Una prescrizione di questo genere mi sembra assai gravosa, perchè vi sono cavi che presentano buon servizio da molti anni benché ionizzati. Faccio poi notare che le proposte olandesi riguarderebbero semplicemente cavi

per tensioni fino a 10 kV, per i quali, in verità, non si hanno da avere preoccupazioni tali da giustificare le prove proposte.

Ecco le norme proposte:

« Il cavo verrà sottoposto ad una tensione di circa 5 kV alla frequenza normale ed alla temperatura della sala di prova. A questa tensione si misureranno le perdite nel dielettrico p. e. le perdite tra un conduttore e la guaina di piombo collegando gli altri due alla guaina stessa.

Si aumenterà poi la tensione rapidamente ma per gradi e in otto incrementi presso a poco eguali, fino a 25 kV. Ad ogni valore della tensione si misureranno le perdite nel dielettrico. I valori delle perdite saranno divisi per il quadrato della tensione e si porterà su di un grafico il valore di questi quozienti in funzione della tensione. La tensione fino alla quale le perdite dovranno essere proporzionali al quadrato della tensione dovrà essere di 14 kV almeno. Il cavo sarà poi riscaldato uniformemente, per mezzo della corrente, e la temperatura del rame, determinata con misure di resistenza verrà portata fino a 40° C. Si manterrà il cavo a questa temperatura per una mezz'ora dopo di che si ripeteranno le misure indicate più sopra. Il quoziente delle perdite per il quadrato della tensione, per valori inferiori a 14 kV non dovrà risultare maggiore del doppio del valore trovato prima del riscaldamento. Di più, questo quoziente non dovrà essere maggiore di $0,001 \left(\frac{\text{watt}}{\text{KV}^2} \right)$ per metro.

Dopo aver raffreddato il cavo fino ad una temperatura compresa tra 10° e 15° C si ripeteranno nuovamente le stesse misure. I risultati ottenuti dovranno indicare che le perdite si mantengono proporzionali al quadrato della tensione, almeno fino alla tensione di kV 12,5 ».

Queste prove richiedono circa due giorni di esperimenti per ogni tratto di cavo ed una serie di misure oltremodo laboriosa.

Un altro olandese il Bruckmann misura la resistenza di isolamento sotto una forte tensione continua, e tracciando la curva della resistenza d'isolamento in funzione della sollecitazione del dielettrico, trova che segue la legge logaritmica fino a un certo punto che si può ritenere corrispondente circa al doppio della tensione normale; quindi subisce una brusca variazione, e procede in seguito ancora con legge logaritmica, ma diversa dalla prima finché si raggiunge la perforazione. Una parte delle perdite è dovuta alla conduttanza del dielettrico, un'altra è funzione dell'isteresi del dielettrico stesso, ed è quindi naturale che la curva sia logaritmica per un conduttore unipolare.

Che al di là di un certo valore della sollecitazione la resistenza di isolamento diminuisca forse dipende dall'effetto corona che rende conduttrice la zona di dielettrico aderente al metallo, aumentando il diametro del conduttore e riducendo lo spessore dell'isolamento. Per queste prove è sconsigliabile l'uso dei kenotron essendo necessario l'uso di una tensione ben costante.

Le perdite nel dielettrico sono certamente un mezzo ottimo per l'esame dei cavi, ma richiedono grande diligenza e abilità sperimentale: la prova è quindi più utile per i costruttori onde indagare i metodi di fabbricazione che non nei collaudi ordinari. Anche i francesi sono stati di questo parere.

Al Congresso furono anche presentati dei campioni interessanti di cavi trifasi di tipo schermato, nei quali ogni conduttore è racchiuso in una guaina metallica. Nei vari punti della periferia dei conduttori isolati dei cavi trifasi si hanno differenze di tensioni che causano scariche sulla superficie dell'isolante, dannose per il dielettrico. Anche la sollecitazione del dielettrico risulta minore con l'impiego di questi schermi, ed inoltre, secondo l'autore, il riscaldamento dovrebbe risultare minore per la funzione termo-eguagliatrice delle armature metalliche.

Fu presentato un cavo, da 150 mmq. per 60 kV con gli schermi metallici e una guaina esterna di piombo. Il sistema è buono per gli impianti col neutro a terra, altrimenti porta uno spreco di isolante. È probabile che con questo metodo le perdite nel dielettrico diminuiscono, perché nei cavi trifasi ordinari è difficile ottenere un tutto compatto, e le discontinuità danno luogo a ionizzazioni.

La diminuzione delle perdite nel dielettrico col riscaldamento è spiegabile col fatto che la pressione dell'aria racchiusa aumenta colla temperatura, ed è noto che la rigidità elettrica dell'aria cresce colla pressione.

Col raffreddamento la pressione interna diminuisce notevolmente perché una parte dell'aria è stata assorbita dalle pareti, ed è perciò naturale che col tempo tutto ritorni allo stato iniziale.

I cavi trifasi schermati provengono dall'unione di tre cavi monofasi separati ed hanno il vantaggio di potersi armare: è però da ritenere migliore la soluzione dei cavi separati più facili a posare ed anche dal punto di vista della riserva che si può ottenere con un quarto cavo.

Al Congresso di Parigi le proposte olandesi non furono accettate non parendo il problema maturo; ritengo perciò utilissima una discussione in proposito.

Semenza: Ringrazio vivamente il collega Soleri d'averci parlato di questo argomento poco conosciuto.

Chi chiede di parlare?

Emanuelli: È da molti anni che si parla di perdite nel dielettrico dei cavi, ed esistono innumerevoli pubblicazioni in merito. Si è incominciato però a dare importanza a questo fenomeno solo da quando si riscontrò che parte delle perdite erano dovute ad occlusioni gassose e che inoltre poteva esservi un effetto cumulativo tale da condurre, in determinate condizioni, alla distruzione del cavo.

Già fin dal 1910 Höchstädter aveva anche cercato di tracciare dei cicli d'isteresi dielettrica nei cavi ed ottenne infatti dei cicli di forma appuntiti assai simili a quelli d'isteresi magnetica.

Proprio in quell'epoca io avevo cercato di tracciare gli stessi cicli, ma non ho condotto a termine il lavoro, perché mi accorsi della importanza che sulla forma del ciclo aveva la quantità d'aria o di gas occlusi nel dielettrico del cavo, mentre se il dielettrico era assolutamente privo di bolle gassose il ciclo restava ellittico, il che coincide con la variazione delle perdite in proporzione al quadrato della tensione e quindi con un coseno ϕ costante in funzione della tensione stessa.

Dovendo appunto in quei tempi occuparmi del rimaneggiamento dell'impianto d'impregnamento cavi della Ditta Pirelli, cercai tutti i mezzi possibili di ridurre l'occlusione gassosa, e subito pensai ad un metodo elettrico che potesse mettere in evidenza l'entità della quantità di gas rimasto nel dielettrico a cavo ultimato. Immaginai così quel metodo di misurazione delle perdite nel dielettrico che ho poi pubblicato in una memoria scritta in unione col Prof. Barbagelata e che trattava in generale della misura dei carichi con coseno ϕ assai bassi (1).

Il metodo di esame dei cavi consiste nel misurare il coseno ϕ presentando alla corrente di capacità alle varie tensioni. Ad un certo punto l'aumento del coseno ϕ indica la ionizzazione delle bolle gassose contenute nel cavo e dall'entità di tale aumento è possibile giudicare della bontà dell'impregnamento.

Per ragioni ovvie la cosa fu tenuta riservata, e nessuno parlò di comportamento del dielettrico di un cavo in funzione delle occlusioni gassose fino al 1916, nel quale anno in America apparvero tre o quattro pubblicazioni in argomento. Gli americani decretarono anzi addirittura che i cavi non avrebbero dovuto funzionare al disopra della tensione di ionizzazione. Ma altri allora misero in evidenza il fatto che molti cavi funzionano invece con perfetta soddisfazione da parecchi anni ad una tensione superiore a quella di ionizzazione.

In realtà, non è tanto pericoloso il fatto che l'ionizzazione esista, quanto ha importanza l'entità delle perdite d'energia che sono attribuibili a questa parte delle perdite nel dielettrico. Bisogna subito dire che questo valore è abbastanza instabile a causa della influenza delle variazioni di temperatura. Infatti, ad un aumento di temperatura corrisponde un maggior volume della miscela impregnante e quindi un aumento di pressione nei velli gassosi: sia il valore della tensione di ionizzazione che l'entità delle perdite di energia variano di conseguenza. In seguito alle variazioni di volume nelle bolle gassose per effetto dei cambiamenti di temperatura del cavo, la pressione del gas nelle bolle gassose stesse non assume un valore definito, ma continua a variare anche dopo cessato il cambiamento di volume, perché parte del gas entra in soluzione nella miscela e l'equilibrio non è rapidamente raggiungibile. Questo spiega in parte come il coseno ϕ presentato dal cavo non segua immediatamente le variazioni di temperatura. Inoltre la scarica entro le bolle gassose può essere dapprima uniformemente distribuita e poi concentrarsi in punti determinati dopo un certo periodo di applicazione della tensione. Tutto questo conduce a piccole variazioni nel valore del coseno ϕ misurato.

Nello scorso novembre a New York ho suggerito di introdurre in un capitolato, che una certa Commissione stava allora elaborando, di prescrivere un valore per la variazione del coseno ϕ in funzione della tensione; e precisamente ho indicato che una formula di tali prescrizioni potrebbe essere la seguente:

La variazione del coseno ϕ fra il valore misurato a una tensione di 800 volt per mm dello spessore isolante e quello misurato a una tensione di 4000 volt per mm non deve essere maggiore di 0,02 per i cavi trifasi e di 0,01 per i cavi monofasi.

Riguardo alle variazioni delle perdite nel dielettrico in funzione della temperatura ed all'effetto cumulativo che ne deriva, faccio notare in primo luogo che, piuttosto che il valore assoluto del coseno ϕ nel cavo, ha importanza la sua variazione in funzione della temperatura. Un cavo può essere quindi ritenuto buono anche sotto questo punto di vista se il coseno ϕ , per quanto alto, non cresce troppo coll'aumento di temperatura.

Il fenomeno cumulativo è da noi poco noto. Nella mia esperienza di circa 17 anni non ricordo che un caso solo, nel quale forse si poteva ritenere che la perforazione del cavo fosse dovuta a tale fenomeno. In realtà le condizioni di posa in Europa ed in America sono notevolmente diverse. In America i cavi sono quasi sempre tirati in condotti ed hanno quindi delle condizioni assai cattive di dispersione termica. Non è anzi infrequente di trovare cavi posati in condotti assai vicini a tubazioni di vapore. Da qualche anno in America si stanno studiando miglioramenti in proposito, ed è probabile che anche là le bruciature dovute al fatto cumulativo diventeranno assai rare. Va osservato anche che i cavi costruiti in America fino a qualche anno fa avevano perdite nel dielettrico che, in funzione della temperatura, crescevano assai più rapidamente di quanto si riscontrava sui cavi costruiti in Europa. Oggi in America a questo riguardo si va forse all'effetto opposto, poiché si usano miscele impregnanti costituite unicamente da olio minerale, con viscosità quindi assai basse alle temperature elevate alle quali il cavo può funzionare. La formazione di spazi di gas nella massa del cavo, è quindi assai più probabile.

A proposito di queste occlusioni gassose io credo che esse non siano da temere per quanto riguarda la formazione di una scarica tra una parete e l'altra dello spazio gassoso. È assai difficile infatti che vi sia energia sufficiente a carbonizzare in tal modo, o ad alterare comunque, le pareti tra le quali è compresa la bolla. Io credo piuttosto che sia da temere il fatto che questi velli gassosi che si vengono a formare nei diversi punti del cavo, a causa della ionizzazione divengono conduttori, e quindi possono portare in contatto dei punti del

dieletrico con differenze di potenziale anche notevoli, provocando così scariche che conducono a carbonizzazioni. Certo molte delle difficoltà che si incontrano nella costruzione dei giunti e delle teste terminali sono dovute a questo fenomeno.

Chiuderò facendo osservare che se la misura delle perdite nel dielettrico, e le prescrizioni che in proposito si possono formulare in capitolati per la fornitura di cavi, hanno certamente una importanza per cavi ad altissima tensione, è fuori di posto dare loro qualsiasi importanza per i cavi a bassa e media tensione; io credo che, fino alle tensioni di 20 mila volt ed anche più, le specificazioni attuali che si basano specialmente su prove ad una tensione di un certo numero di volte quella di esercizio, prove di rigidità dielettrica su uno spezzone, prove di piegatura, ecc., siano sufficienti a garantire il compratore della bontà dei cavi offerti.

Semenza: Ringrazio il collega Emanueli e sono lieto dell'occasione che ci si presenta di avere fra noi questi due valentissimi tecnici che sono gli esponenti tecnici di un'industria che fa grande onore all'Italia.

Soleri: Vengo alla seconda delle relazioni affidatemi: l'argomento in discussione a Parigi riguardava le comunicazioni di servizio tra le imprese elettriche.

Unanimente è stata riconosciuta l'impossibilità di servirsi della rete di Stato a questo scopo, e questo in tutti i Paesi indistintamente. Le comunicazioni più perfette sarebbero quelle ottenibili con installazioni in cavo, ma il loro costo è troppo elevato. Restano allora le linee aeree, su palificazione separata, o sugli stessi pali che portano l'energia. In Svizzera dicono d'aver raggiunto notevoli progressi in fatto di protezione, avendo installazioni che danno assoluta garanzia di sicurezza su linee di 150 km a 130 kV. La radio-telegrafia ordinaria è utile solo per centrali molto lontane, dove non esistano troppe interferenze che compromettano la regolarità e la segretezza del servizio. Meglio si prestano le onde convogliate di cui si è parlato lungamente.

La Francia del Nord e la Svizzera dicono che il sistema va bene. V'era la difficoltà delle comunicazioni duplex e della chiamata, ma furono superate. I sistemi di connessione sono l'antenna e i condensatori: questi ultimi sono i preferiti dagli svizzeri. Le cabine intermedie vengono superate con linee parallele e con dei condensatori; esistono anche interessanti stazioni mobili montate su camion. Le comunicazioni permangono in caso di guasto, anche se rimanga un solo filo e questo sia leggermente a terra in qualche punto, così che dal punto di vista tecnico il problema può ritenersi risolto.

Rimane il problema economico: perché l'impianto a onde convogliate riesca vantaggioso il costo della linea telefonica normale dovrebbe superare la differenza di prezzo tra gli apparecchi delle stazioni telefoniche a onde e gli apparecchi ordinari.

La tabella seguente stabilisce appunto le lunghezze di linea in condizioni diverse per un egual numero dei due sistemi.

| Numero delle stazioni | Costo apparecchi colle onde convogliate | Costo apparecchi coi fili | Somma disponibile per la linea | Lunghezza delle linee a costo eguale dei due sistemi | | |
|-----------------------|---|---------------------------|--------------------------------|--|---------------------|--------------------------------|
| | | | | per linee ad alta tensione | | |
| | | | | con piloni in legno | con piloni in ferro | con sopraelevazione dei piloni |
| | franchi | franchi | franchi | km | km | km |
| 2 | 90 000 | 8 000 | 82 000 | 48 | 35,6 | 23,4 |
| 3 | 135 000 | 12 000 | 123 000 | 72 | 53,4 | 35,1 |
| 4 | 180 000 | 16 000 | 164 000 | 96 | 71,2 | 46,8 |
| 5 | 225 000 | 20 000 | 205 000 | 120 | 89,0 | 58,5 |
| 6 | 270 000 | 24 000 | 246 000 | 145 | 106,8 | 70,2 |
| 7 | 315 000 | 28 000 | 287 000 | 169 | 124,6 | 81,9 |

Vi sarà convenienza quindi per le grandi distanze. Occorre poi che il personale faccia una certa pratica coi nuovi apparecchi, e che vengano promulgate opportune disposizioni legislative per regolare l'esercizio. Mi risulta esser gli altri paesi ancora più arretrati di noi in questo campo della legislazione delle onde convogliate.

È stata costituita una Commissione internazionale per raccogliere dati e riferire alla prossima conferenza.

Semenza: Apro la discussione sull'argomento invitando a comunicare quanto è stato fatto da noi.

Perego: Nel caso in cui tutte le terne vengano interrotte alcuni affermano che la trasmissione continua, ma da prove fatte risulta che ciò alle volte non avviene a meno di non impiegare grandi potenze che collo schema di regolamento del nostro Governo non potrebbero essere concesse. Chiedo se è risultato qualche cosa in argomento alla discussione di Parigi.

Soleri: Purtroppo sono più in grado di chiedere notizie che di darne. A Parigi si è detto che almeno un filo deve restare continuo anche se non bene isolato. Il problema varia assai da caso a caso, e tutte le caratteristiche dell'impianto devono essere studiate; ciò difficilmente i costruttori di apparecchi per telefonia fanno per la notevole spesa cui andrebbero incontro, la quale non sempre sarebbe remunerata.

Perego: Noi fabbricanti italiani seguiamo altri metodi e sopportiamo spese ingenti per studiare a fondo il problema. I miei apparecchi, anche in mano a personale non pratico, non danno luogo a gravi difficoltà di maneggio. Possono intervenire però altri fenomeni gravi quale quello osservato su una linea di 150 km. di lunghezza, dove erano collegate tra di loro varie centrali e sottostazioni. Il funzionamento proseguiva regolarmente anche mettendo a terra

ad una ad una le singole terne, però facendo un certo parallelo fra le terne a metà linea, la trasmissione non era più possibile e non si è riusciti a trovare la spiegazione del fenomeno. Questo fatto rivela il pericolo che un cambiamento nello schema dei circuiti possa interrompere le comunicazioni.

Alcuni tipi di stazione sono facilmente trasportabili, ma la messa a punto per ottenere la comunicazione richiede del tempo se il personale non è più che pratico. Ne risulta che allo stato attuale della tecnica non ci si può affidare esclusivamente a questo tipo di comunicazione, risulta però utilissimo quale sussidio o di riserva ad altro mezzo atto a disimpegnare una specie di servizio omnibus alla portata di tutti e specie dei guardialinee e dei telefoni portabili.

La segretezza non è facile da assicurare perché l'intercettazione è sempre relativamente facile in tutti i sistemi di radiotrasmissioni.

Campos: Interessa sapere se nel confronto economico fatto tra i vari sistemi di trasmissione si è tenuto conto della potenza impiegata nelle stazioni a onde convogliate. Da noi si sono usate potenze da 20 a 50 watt; in America dove più di 70 Società usano il sistema su 2000 miglia di circuito si ritiene che la potenza di 50 watt non sia sufficiente per assicurare le comunicazioni nei momenti critici. Per estensioni di 300 km si usano potenze di 250 watt. La potenza impiegata influisce molto sul costo degli apparecchi.

Soleri: Nella relazione che ho riassunto e nella discussione non si è parlato di potenza.

Campos: Con potenze forti diventa più difficile la trasmissione in duplex, ma però il funzionamento è reso sicuro anche quando molte linee sono a terra. Convien usare nelle trasmissioni il sistema radiale.

Semenza: È interessante conoscere la diffusione che il sistema ha avuto in America, dato che da noi esso stenta a diffondersi. La Società francese degli Elettrotecnici ha aperto un concorso per assicurare la chiamata anche con tutti i fili interrotti. Ciò significa che in queste condizioni la trasmissione dovrebbe essere ancora possibile.

Comboni: Anche da noi sono state fatte prove sulla rete della Società Lombarda con apparecchi ad onde convogliate della Società Marconi e pregherei il collega Manfredi di darne qualche notizia.

Manfredi: Queste prove sono state fatte tra Lecco e Sondrio su circa 80 km di linea a 12 fili in cui era anche possibile fare un sezionamento a metà. L'esperienza fu condotta per circa un mese usando un accoppiamento a condensatori ed in tutte le condizioni possibili di esercizio. Con fili isolati le comunicazioni erano perfette anche durante i temporali e la chiamata funzionava bene.

Sezionando la linea, il servizio continuava in modo discreto, con opportuni dispositivi per assicurare il passaggio delle onde attraverso i coltelli sezionatori.

Ma quando le linee erano a terra, sia ad un estremo che all'altro non si poteva più comunicare.

Vista la necessità che restasse almeno un filo isolato per avere le comunicazioni si è tentato di servirsi della linea telefonica, e ciò ha dato discreti risultati. Allora però era più conveniente servirsi degli apparecchi ordinari.

Campos: È stata verificata la possibilità di avere comunicazioni mettendo a terra un punto intermedio?

Manfredi: Questa prova non è stata fatta. Mi risulta che negli impianti svizzeri (ad esempio a Goesgen), quando tutte le linee sono a terra, per la ripresa del servizio, si usano i telefoni di Stato. Osservo che le terre accidentali che si producono lungo le linee non sono in genere quelle che ostacolano la trasmissione radio-telegrafica, poichè non sono mai perfette, specie poi se trattasi di linee a molti fili. Intendo parlare delle terre franche che si fanno appositamente alle centrali, alle cabine o lungo la linea, ad esempio in occasione di lavori. È stato proposto di fare queste terre attraverso ad indutture; si asserisce che in queste condizioni le comunicazioni possono continuare. Nel caso citato prove in tal senso non vennero fatte. Non so poi quali effetti si avrebbero in rapporto alla sicurezza delle persone che debbono lavorare sulla linea.

Perego: Il sistema d'accoppiamento a condensatori lega troppo ad un determinato conduttore. Usando di un'aereo del tipo che io chiamo elettrostatico le comunicazioni sono possibili sino a che almeno un filo resta isolato. Con aereo chiuso (accoppiamento magnetico) è possibile comunicare anche quando gli estremi dei circuiti d'energia sono a terra. Nell'esperienza di cui prima ho parlato si poteva comunicare anche cogli estremi ed un punto centrale a terra.

Il sistema di chiamata nei miei sistemi è forse un po' delicato da mantenere, ma funziona sempre. Io uso un audion messo come resistenza incognita in un ponte, che porta inserito un ordinario galvanometro.

Campos: In America per la chiamata si fa uso di alto parlanti molto forti che si fanno sentire in tutte le parti più vicine dell'impianto ricevente, l'operatore così chiamato va all'apparecchio e comunica facendo uso di un ricevitore ordinario.

Carcano: Il collega Soleri afferma che l'Italia è più avanzata delle altre nazioni riguardo ai regolamenti; ciò non mi sembra esatto essendo da noi proibita la ricezione.

Soleri: Per le onde convogliate nessun Stato all'infuori dell'Italia aveva fatto nulla.

..... Interesserebbe conoscere i disturbi arrecati alla trasmissione dalle variazioni di carico delle linee. Quali noie danno poi i cavi inseriti sulle linee stesse?

Perego: Le variazioni di carico non hanno mai dato noia durante i miei esperimenti, fuorchè durante la messa in parallelo di molte linee. Ciò del resto è evitabile mettendo delle indutture sui circuiti sui quali non deve avvenire la comunicazione. In un impianto

delle Ferriere Lombarde ho notato delle differenze di chiarezza nelle comunicazioni quando si eseguiva il parallelo di queste linee senza inserire auto induzioni colla linea dell'Adamello. La differenza era però un aumento di chiarezza nei segnali che si ricevevano. Questo paradosso si spiegherebbe coll'ammettere che la linea su cui si dirigevano le onde ad alta frequenza era meglio sintonizzata mutando le costanti elettriche coll'aggiunta del nuovo tratto di linea.

Semenza: Le prove sulla Lecco-Sondrio sono state interrotte solo per la questione della messa a terra?

Manfredi: Principalmente per questo, perchè era solo per questo che le prove fatte non risposero allo scopo. D'altra parte si trattava di un impianto eseguito in modo completamente provvisorio e che non si è creduto di lasciare in opera per maggior tempo, nè rendere definitivo, poichè le nostre linee di trasporto e la rete di distribuzione sono già servite da buoni impianti telefonici ordinari, ed infine perchè si riteneva imminente la concessione di un impianto radiotelefonico a onde libere, la quale poi non venne e non è venuta tutt'ora. La relativa domanda è giacente da lungo tempo.

* *

SEZIONE DI TRENTO

Assemblea generale ordinaria.

La sera del 31 marzo 1924, nella sede sociale di Via Belenzani in Trento ebbe luogo l'Assemblea generale ordinaria della Sezione di Trento, ad ore 20.30, in seguito ad invito per cartolina diramato a tutti i soci.

All'ora suddetta si trovavano presenti per il Consiglio direttivo: l'Ing. Cav. Arrigo De Rizzoli, *Presidente*;

» Carlo Chinatti, *Segretario*;

» Cav. Andrea Bongiovanni, *Consigliere*

gli altri membri del Consiglio scusarono la loro assenza.

Alle ore 21 venne dal Presidente aperta la seduta.

Il Presidente commemorò anzitutto l'Ing. Angelo Bianchi tolto alla grande famiglia dell'A. E. I. il 7 febbraio scorso, ricordandone le alte benemeritenze nel campo dell'organizzazione dell'Associazione ed in quello della rivista.

Ricordò poi il socio Ing. Domenico Oss da pochi giorni defunto, e ricordò il fattivo contributo dato allo studio ed alla costruzione dei maggiori impianti idroelettrici della regione nel periodo antebellico le sue particolari benemeritenze quale Direttore della R. Scuola Industriale di Trento, cui dedicò tutto sè stesso portandola a quel punto di sviluppo che tutti ben conoscono. Ricorda l'affetto e la simpatia che egli sempre ha nutrito per la nostra Associazione e prega i soci di voler rivolgere il loro pensiero ai colleghi scomparsi.

I soci si alzano, e dopo alcuni minuti è ripresa la seduta.

Il Presidente prelegge l'Ordine del giorno:

- 1) Approvazione del verbale dell'ultima assemblea generale;
- 2) Relazione sull'attività sociale dell'anno 1923;
- 3) Relazione sul bilancio consuntivo 1923 e preventivo 1924;
- 4) Eventuali.

* *

Il Presidente dà la parola al Segretario per la lettura del verbale della seduta del 3 maggio 1923. Il verbale viene letto ed approvato.

Il Presidente passa quindi al secondo punto dell'ordine del giorno, e prega il Segretario di fare la relazione sull'attività sociale dell'anno 1924. Il Segretario espone come la maggior attività sia stata svolta nella propaganda per l'ammissione di nuovi soci. Tale attività non è rimasta infruttuosa, giacchè il numero dei soci è aumentato di undici nuovi aderenti, e già per il 1924 tale incremento si prospetta sotto i migliori auspici contando in quest'anno già cinque nuovi soci. Sarebbe però desiderio della Presidenza che tutti, rendendosi conto dell'importanza derivante dall'aumento dei soci, si adoperassero attivamente per l'opera di propaganda, allo scopo di richiamare all'Associazione sempre nuovi aderenti.

Si passa alla discussione del secondo punto dell'ordine del giorno, discussione che procede animata, avendo i soci presenti, espresso il desiderio che l'Associazione desse maggior segno di vita col farsi iniziatrice di gite sociali con obiettivo i principali stabilimenti elettrici e industriali della regione. Il Segretario replica prendendone atto, e il Presidente invita tutti i soci, a voler cooperare per stabilire in accordo colle singole imprese i giorni in cui si potessero effettuare tali visite, e comunicarle quindi al Consiglio Direttivo.

Non domandando più nessuno la parola, il Presidente passa al terzo punto dell'ordine del giorno.

A seguito della partenza da Trento del socio-Cassiere la relazione finanziaria è fatta dal Segretario che espone le cifre del bilancio consuntivo 1923 e quelle del preventivo 1924, in base alle quali ambedue gli esercizi chiudono con un lieve margine attivo.

Nessuno chiedendo la parola sulla relazione finanziaria il Presidente prega l'Assemblea di voler passare alla nomina di un nuovo cassiere, ed a voti unanimi risce eletto il socio Sig. Leopoldo Bonvecchio al quale è affidato l'incarico della compilazione dei bilanci e degli inventari patrimoniali nella forma definitiva.

A revisori dei conti sono designati i soci Signori Bigaran Fioravante e Sampietro Ugo.

Al quarto punto dell'ordine del giorno il Presidente comunica che il Consigliere, Ing. Augusto Defant, essendosi definitivamente trasferito a Bolzano è impossibilitato ad intervenire regolarmente alle sedute del Consiglio direttivo e deve necessariamente essere sostituito; prega l'Assemblea di nominare un nuovo Consigliere

L'assemblea vuole sia espresso un voto di ringraziamento al collega Ing. Defant per l'attività svolta e ad unanimità elegge a Consigliere il socio Ing. Cav. Arturo Lanzinger.

Ritornando sul tema delle gite sociali l'Ing. Happacher con altri colleghi propone un elenco di stabilimenti e d'impianti che dovrebbero venir visitati:

- 1) Officine di Costruzione dell'Impresa di Elettricità Ugo Sampietro - Trento.
- 2) Stabilimento Calci e Cementi - Trento.
- 3) Stabilimento Reti Metalliche e Chiodature Hallier e Vaupeit - Trento.
- 4) Stazione Radiotelegrafica al Maso Desert.
- 5) Nuova Centrale Elettrica sul Sarca dell'Impresa dei Pubblici Servizi di Trento.
- 6) Fabbrica di Pali in Cemento Armato Centrifugato - Mori.
- 7) Miniere di Calceranica.
- 8) Funivia Zambana - Fai.

Esaurito questo argomento l'Ing. Happacher propone che la prossima Assemblea generale venga convocata nelle prime ore del pomeriggio per dar modo ai soci residenti fuori Trento di intervenire senza esser costretti ad un pernottamento fuori sede. La proposta viene approvata.

Non domandando altri la parola alle ore 22.30 il Presidente ringrazia i soci per l'intervento e dichiara chiusa la seduta.

Su cortese invito del socio Ing. Cav. Andrea Bongiovanni, buon numero degli intervenuti visitò l'impianto radiotelefonico da lui eretto ascoltandone le interessanti spiegazioni sulle caratteristiche costruttive e sul funzionamento degli apparecchi, avendo pure agio di raccogliere voci e suoni emessi da lontanissime stazioni trasmettitori.

* *

SEZIONE DI GENOVA

In una riunione tenuta il giorno 3 corr. mese, l'Ing. T. Ortu Carboni ha riferito sulla propulsione elettrica delle navi, argomento che, in seguito agli esperimenti americani ed inglesi, interessa gli elettrotecnici. Fra le navi, sulle quali la propulsione elettrica è stata adottata, vi è la corazzata «Colorado», che giorni addietro era ancorata a Napoli. È seguita una discussione fra gli intervenuti, fra i quali segnaliamo il Prof. S. Lussana e l'Ing. A. Cantù vice direttore della S. A. I. San Giorgio.

* *

SEZIONE DI CATANIA

Verbale della seduta del 14 aprile 1924.

Ordine del Giorno:

Ing. Mauro Romagnoli: Conferenza sulla «Protezione degli impianti elettrici contro le sovraccorrenti».

Sono presenti oltre 30 soci. Presiede il Prof. Ernesto Drago.

Il Presidente dà la parola all'Ing. Mauro Romagnoli.

L'Autore, dopo aver fatto risaltare l'importanza dell'argomento in relazione col regolare esercizio delle Centrali di Produzione e delle linee di trasporto e distribuzione, esamina le cause che danno luogo alle sovraccorrenti sia nel macchinario elettrico delle Centrali che sulle linee di trasporto e distribuzione e fa risaltare la necessità di ricorrere a protezioni che riducano al minimo i guai che esse possono produrre e nello stesso tempo escludano dal servizio le sole parti guaste, con opportuna selezione, in modo da ridurre al minimo le cause di disservizio.

Passa in esame gli svariatissimi tipi di relais moderni che raggiungono più o meno perfettamente tali scopi (relais amperometrici a massima corrente, wattmetrici a massima potenza ed a ritorno di potenza, relais differenziali, relais di distanza, relais I. U. M., ecc., ecc.), e parla quindi sul modo di applicarli per la protezione delle macchine (alternatori e trasformatori) e delle linee di trasmissione e distribuzione (feeders semplici, in parallelo, ad anello).

Indica, nei casi più comuni, quale appaia oggi giorno la soluzione più conveniente, facendo notare come, data la complessità sempre maggiore degli odierni grandi impianti di produzione, trasporto e distribuzione, riuniti in parallelo attraverso linee di interconnessione in sempre maggior numero, non possa darsi al problema una soluzione unica e generale, ma questa debba attentamente studiarsi caso per caso.

La tecnica moderna offre attualmente all'automatismo negli impianti elettrici un sempre maggior campo, ma perchè da questo possa ritrarsi una vera utilità è necessario che tutti i problemi relativi siano condotti con unicità di criteri direttivi da chi ha la responsabilità dell'esercizio tecnico.

È da augurarsi che anche i nostri impianti, rimasti in questo campo un po' in arretrato, a tutto discapito della regolarità del servizio, si mettano presto in grado di corrispondere alle esigenze a cui il vertiginoso progresso della elettrotecnica permette oggi di far fronte vittoriosamente.

Il Presidente si congratula vivamente e ringrazia l'Ing. Romagnoli per la interessante conferenza.

Ricordata quindi ai soci convenuti, l'ultima circolare dell'Ufficio Centrale riguardante la prossima riunione annuale, esprime il desiderio che quest'anno la Sezione di Catania sia attivamente rappresentata ai lavori del Congresso, e toglie la seduta.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Elettrotecnica internazionale.

Pubblichiamo oggi il testo della comunicazione che l'Ing. G. SEMENZA fece lo scorso dicembre a Parigi per invito della Société Française des Electriciens.

Con essa il Semenza, riallacciandosi al problema delle interconnessioni dei grandi impianti — di grande attualità in Francia — ha saputo porre in giusto rilievo il moltissimo che da molto tempo si è fatto nel nostro Paese in tale senso, pur non tacendo, con sereno spirito obiettivo, i pochi inconvenienti inevitabilmente lamentati in conseguenza di uno sviluppo la cui rapidità ha avuto del prodigioso; ma traendone anzi delle utili conclusioni per l'avvenire. Lo stesso Ing. Semenza, come annunciammo nello scorso numero, ha recentemente tenuto alla Royal Institution di Londra, la annuale commemorazione di Lord Kelvin. L'ultimo numero dell'importante confratello inglese *The Electrician*, riporta un ampio riassunto del discorso (del quale pubblicheremo quanto prima il testo integrale) e dedica all'avvenimento il suo Editoriale, rilevando con molta simpatia l'ormai tradizionale amicizia italo-inglese e l'opera tecnica del Semenza che attualmente presiede la Commissione Elettrotecnica internazionale. E noi tutti dobbiamo essere realmente molto grati al Semenza per la sua infaticabile attività intesa a far sempre meglio conoscere all'estero quello che si fa in Italia, ed a richiamare sulla tecnica e sui tecnici italiani la giusta considerazione degli stranieri.

Con vivo piacere possiamo del resto, da più segni, constatare come i rapporti internazionali fra gli elettrotecnici ritornino a farsi sempre più intimi e frequenti, nonostante qualche inevitabile nube lasciata ancora dalla grande guerra. Così la Société Française des Electriciens annuncia un suo viaggio in Italia per il prossimo autunno, e noi siamo certi che la nostra Associazione ed i nostri industriali faranno del loro meglio per accogliere degnamente gli ospiti. Non è escluso che, in tale occasione, qualche eminente Collega d'oltralpe acconsenta a fare una comunicazione tecnica presso qualche nostra Sezione.

La stessa Société Française, comunicando ufficialmente all'A. E. I. la istituzione del Premio internazionale Mascart (di cui diamo notizia in Cronaca) invita il nostro Sodalizio a designare un candidato italiano per la seconda assegnazione del premio la quale avrà luogo nel 1926. Il premio — una medaglia — fu ora per la prima volta assegnato, per comune consenso, al Blondel a cui l'elettrotecnica, e non solo l'elettrotecnica francese, deve tanti preziosi ed importanti lavori.

Come pure è noto, si terrà in Luglio a Londra la World's Power Conference che promette di riuscire una riunione veramente imponente di tecnici di tutto il mondo (ad essa è già assicurato l'intervento di numerosi colleghi nostri). Subito dopo si riunirà, pure a Londra, la Commissione Elettrotecnica Internazionale, e la riunione acquisterà per noi una particolare importanza essendo la prima della Presidenza Semenza. Alla stessa epoca, vale a dire in Luglio, subito dopo la World's Power Conference, un nucleo di congressisti farà un viaggio di piacere in Italia e, per quanto il programma non ne sia ancora precisato, è certo che, data la prevalenza di tecnici fra i gitanti, esso comprenderà la visita a qualcuno dei nostri maggiori impianti.

Infine, per completare il quadro dei prossimi avvenimenti elettrotecnici internazionali, dobbiamo ricordare la terza conferenza internazionale delle reti ad alta tensione, che si dovrà tenere fra circa un anno a Parigi. Per meglio assicurarne il successo, accogliendo l'invito del Comitato organizzatore centrale, la Presidenza dell'A. E. I. ha nominato una commissione interna destinata a coordinare la partecipazione italiana

alla conferenza stessa, e noi invitiamo fin d'ora tutti i Colleghi che avessero in corso lavori o studi i quali rientrassero nell'ambito dei lavori della Conferenza, a volersi mettere in relazione coll'Ing. Francesco Manfredi, segretario di tale commissione (presso l'Ufficio Centrale di Milano). Dello stesso Ingegnere MANFREDI pubblichiamo per l'appunto oggi la interessante relazione con la quale egli ha riferito ai Consoci della Sezione di Milano quanto fu oggetto di discussione, lo scorso Novembre a Parigi, circa le norme ed i regolamenti per le grandi linee elettriche.

LA REDAZIONE.

ALCUNE CONSIDERAZIONI SUL PROBLEMA DEGLI SCAMBI DI ENERGIA FRA RETI ELETTRICHE □ □ □ □ □ □

GUIDO SEMENZA

Comunicazione alla Société Française des Electriciens
Parigi, dicembre 1923

1) Da alcuni anni ci si è tanto occupati dei problemi relativi agli scambi d'energia fra reti, che temo sembri troppo ardire lo scegliere questo argomento come tema per la conferenza della cui richiesta mi onorate. Esso è pertanto quanto mai d'attualità; ed il parlarne, soprattutto considerandolo sotto diversi punti di vista, può aiutare a risolvere qualcuno dei numerosi problemi che esso suggerisce. Problemi tecnici, se si considerano i fenomeni causati dalla marcia in parallelo e che derivano dalle sovratensioni e dalle sovracorrenti; problemi economici, se ci si occupa della ripercussione del raccordo delle reti sull'utilizzazione delle energie naturali; problemi commerciali, quando gli interessi dei diversi produttori entrano in giuoco; problemi politici, infine, se occorre considerare l'intervento dello Stato, nella sua funzione di arbitro fra le imprese di utilizzazione.

Nel suo elegante e sintetico rapporto generale della Prima Conferenza delle Grandi Reti ad Alta Tensione, il Sig. Boucherot ha magistralmente posto questi problemi, e mostrato sino a qual punto le diverse soluzioni proposte non hanno sì può dire altro che sfiorato le questioni.

D'altra parte i rendiconti della Conferenza stessa ci hanno apportato l'opinione del Sig. Nils Traalohlt, ingegnere norvegese, sul problema speciale dell'ingerenza di Stato. Del problema stesso, come si presenta in Norvegia, ma da un punto di vista più tecnico, si è occupato il Sig. V. Holdt Anensen; mentre l'ing. Renzo Norsa ha dato una idea completa dello stato di cose in Italia, ed ha richiamato l'attenzione su parecchie difficoltà che si presentano nella pratica. Cito inoltre le memorie dei Signori Auberg, Shibusawa, Guery, Veirer, il rapporto del Sig. Murray sul grande progetto dell'American Superpower System, e quello del Sig. Bakker, che è riuscito ad esprimere con formule molto semplici i fenomeni di scambio d'energia fra due centri, ed infine il bel lavoro del Signor Lavanchy presentato alla Seconda Conferenza.

Questa interessante serie di pubblicazioni, alle quali altre se ne possono aggiungere riguardanti punti speciali, mi dispensa di fermarmi a lungo sui dettagli della questione: mi contenterò di una rapida sintesi dell'essenza dell'argomento.

2) Le congiunzioni di reti elettriche fra loro hanno diversa ragione d'essere, e nel contempo diversa importanza a seconda della prevalenza della produzione termica o idraulica. Nel caso di produzione termica, la congiunzione può costituire una maggior riserva, un soccorso nei momenti di maggior richiesta, od anche un mezzo efficace per economizzare combustibile, come nel caso del Superpower System, studiato dal Sig. Murray per gli Stati Uniti. In questo sistema furono congiunte numerose reti per sopprimere molte piccole centrali, sostituendo loro poche centrali a produzione economica, poste in vicinanza delle miniere. Nel caso di installazioni idroelettriche il problema è differente, e ritengo che la definizione data dall'Ing. Norsa lo presenti chiaramente: « dare la possibilità di sommare tra loro tanto i diagrammi di produzione che quelli di consumo ».

Un esempio preso dalle condizioni delle installazioni italiane spiega questa idea. I corsi d'acqua alpini, che hanno regime glaciale, corretto solo dalle piogge, danno un diagramma di portata in certa parte complementare di quello dei corsi d'acqua appenninici, il cui regime dipende solo dalle sorgenti e dalle piogge. Il diagramma totale dei due è molto più conveniente per uno sfruttamento elettrico, arrivando la potenza disponibile per nove mesi al 57 per cento del massimo annuo, mentre per il regime alpino tale valore giunge al 31 per cento, ed al 40 per cento per il regime appenninico.

Altrettanto può dirsi dei diagrammi di consumo; essi variano colla natura del carico, che può essere diversa nelle varie reti: in una l'illuminazione può essere preponderante, mentre nell'altra può prevalere l'energia motrice. Anche qui, come precedentemente, una somma può offrire dei vantaggi.

Ma se compariamo i diagrammi di consumo a quelli dell'energia disponibile vediamo senz'altro che se tutte le centrali fossero alimentate da acque a deflusso libero, durante molte ore sulle ventiquattro, si avrebbe un vero sciupio di energia. In questo caso l'uso dei serbatoi e delle installazioni termiche ausiliarie è opportuno.

Si giunge così al caso tipico, nel quale il problema dei collegamenti acquista tutta la sua importanza, cioè quando in una stessa regione si hanno:

- a) delle centrali a deflusso libero con regimi diversi, e fino a un certo punto, complementari;
- b) delle centrali con serbatoio, di diverse capacità, e di curva caratteristica diversa;
- c) delle centrali termiche.

Il problema assume allora una grande importanza economica che si può riassumere: « offrire sul mercato la maggior quantità di energia, ossia utilizzare al massimo le risorse naturali, col diagramma d'assorbimento che meglio convenga al mercato ed al minor prezzo ».

3) Ci sono due modi per risolvere i grandi problemi tecnico-economici, l'uno e l'altro ugualmente degni di considerazione.

Il pensatore geniale ricorre alla logica ed alla sua fantasia per studiare l'argomento; egli ne traccia la soluzione razionale, di cui fissa i limiti e le possibilità. La sua soluzione non è forse pratica oggi, ma lo sarà domani, quando i progressi della scienza avranno dato i mezzi necessari.

Il tecnico è propenso a considerare le difficoltà attuali del problema, e a vincerle le une dopo le altre; assume dunque l'aspetto d'un pessimista: il suo positivismo fa contrasto col l'ottimismo del pensatore. Se il primo traccia l'asintoto alla quale la curva deve tendere, e incita, il secondo guida e sorveglianza a che non si prenda una cattiva strada, e formula la soluzione per via analitica.

In presenza del nostro problema, il pensatore astratto conclude che occorre far funzionare tutto in parallelo; e dal suo punto di vista è rigorosamente logico: colla marcia in parallelo tutte le sorgenti sono riunite, pronte a versare la loro energia nella rete; una semplice manovra di regolatori obbligherà l'una piuttosto che l'altra a fornirla. Se si segue un piano convenientemente stabilito a priori, non resterà che a manovrare le paratoie in modo che i serbatoi non si vuotino inutilmente fino a che le centrali a deflusso libero non funzionino a pieno carico, o a fare intervenire le centrali termiche al momento opportuno. Non si avrà così acqua sciupata né carbone o nafta consumati inutilmente, mentre enormi quantità d'acqua sfuggono dagli sfioratori.

E' questa la concezione che ha guidato dapprima coloro che si sono occupati del problema; essa ha spinto le diverse

società di produzione e distribuzione ad intese il cui scopo era di raggiungere questo stato di cose.

Ma in pratica si urtò contro difficoltà che furono e sono tuttora così grandi, che si può dubitare di giungere a realizzare il piano concepito.

4) Dovendo esaminare i risultati di funzionamenti in parallelo importanti, e i problemi creati da questi tentativi, mi riesce maggiormente comodo riferirmi a quello che è avvenuto nel mio paese; volendo applicare le mie conclusioni ad altre regioni, basterà tener conto delle loro condizioni geografiche ed economiche, e variarle di conseguenza.

Non dirò che il mio paese sia quello che tentò per il primo la messa in parallelo su grande scala; ma certo fu uno dei primi ad avere l'occasione di fare questo tentativo, nel 1906 quando furono ideati i progetti delle installazioni dell'Adamello.

Si pensò allora alla possibilità di utilizzare il serbatoio dell'impianto dell'Adamello come compensatore per gli impianti a deflusso libero già esistenti in Lombardia, i cui deflussi diminuivano fortemente durante l'inverno. Le Società Edison, Conti, Trezzo, ecc., comperarono grandi quantità d'energia dall'Adamello, dapprima solo in inverno, poi durante tutto l'anno. Si giunse così alla prima prova di marcia in parallelo di differenti reti di grande estensione.

Questa marcia in parallelo permise scambi di energia fra le diverse reti. Dal lato tecnico era regolata da intese dirette fra i Direttori delle centrali; il lato commerciale lo era con contratti basati sul kWh, e sul massimo di potenza, rilevato a mezzo di kilowattmetri registratori.

Questa marcia in parallelo e questi scambi di energia soddisfacevano in genere il consumatore, perchè permettevano di realizzare delle economie nell'esercizio, e l'energia era a prezzo meno elevato. Si presentavano è vero ogni tanto delle interruzioni di servizio di natura incerta, che un esame più profondo permetteva di attribuire a ripercussioni di una rete sull'altra si constatavano talvolta anche delle variazioni anormali di tensioni.

5) Durante la guerra, sprovvisti come noi eravamo di combustibile, la possibilità di resistere era intimamente legata alle nostre risorse idrauliche, di cui dovemmo trarre il miglior partito possibile, con una utilizzazione razionale.

In questa circostanza la marcia in parallelo che ci era già familiare ci fu di grande aiuto. Il Governo lasciò una grande libertà d'azione alle industrie private, limitando la sua ingerenza ad assicurare l'energia alle fabbriche di materiale bellico.

Ma la grande esperienza di marcia in parallelo si ebbe nell'occasione della siccità dell'inverno 1921-1922.

Questa colpì tutta la regione meridionale della Francia, la Svizzera, e l'Italia settentrionale, ed ebbe tutti i caratteri di un fatto eccezionale; la precipitazione dell'annata chiudentesi col febbraio 1922, fu di 801 millimetri, mentre la media dei dieci anni precedenti aveva raggiunto 1466 millimetri e bisogna risalire di 125 anni per trovare un valore analogo.

Il disastro fu maggiore per il fatto che nulla lasciava presagire una simile siccità, e i serbatoi erano stati largamente utilizzati in previsione delle piogge autunnali, che mancarono completamente.

Nell'imminenza del disastro i produttori di energia si misero senza ritardo a studiare i mezzi per affrontarlo il meglio possibile. Furono prontamente stabilite delle nuove connessioni fra le reti, e i produttori si riunivano settimanalmente per prendere le misure necessarie per la settimana seguente. Il Governo da parte sua si accontentò di nominare per ogni regione dell'Italia settentrionale un Commissario provvisto di pieni poteri e con grandi libertà d'azione. E poichè ebbe cura di scegliere questi Commissari fra gli uomini più competenti dell'industria idroelettrica, essi furono di grande aiuto nei momenti più difficili.

Alla fine della siccità questi accordi provvisori caddero, senza però che venissero sopresse tutte le connessioni stabilite, di cui parecchie sono tuttora utilizzate.

Sotto la pressione delle necessità il problema si era affermato, la sua soluzione era divenuta tangibile; alla concezione ristretta delle installazioni individuali, s'era sostituita quella dell'unità delle forze idrauliche.

Tale sommariamente la storia di quanto successe da noi. Ma accanto a questa storia dei fatti, occorre considerare quella dello sforzo tecnico.

Di un punto speciale deve tener conto chi voglia riunire delle reti create per funzionare isolatamente. In generale la piccola rete è stata concepita per vivere sola, ed anche quando la sua tensione sia elevata, le potenze in gioco restano piccole. La piccola rete poteva accontentarsi di interruttori di dimensioni modeste, di protezioni semplici, di trasformatori per i quali i costruttori potevano non preoccuparsi degli effetti elettrodinamici: ma tosto che si pensi a connetterla con una rete vicina, di potenza decupla della sua, addio vita tranquilla: gli interruttori esplodono, le protezioni non interrompono più gli archi, i trasformatori saltano.

Si tratta di allora di rifare le installazioni poco a poco, secondo l'urgenza dei casi e le disponibilità finanziarie delle società.

Simile esperienza venne fatta in Italia durante la guerra, e dopo, quando la necessità impose il collegamento delle reti. E' facile immaginare come l'esperienza fu dura e come molti problemi tecnici furono trascurati, anche per ragioni economiche perchè la legislazione di guerra non permetteva di aumentare le tariffe dell'energia. Da qualche tempo i produttori hanno intensificato i lavori di miglioramento delle linee, delle sottostazioni e delle reti, ed il servizio ne ha guadagnato. Non si deve dunque dimenticare il fatto che la messa in parallelo di piccole installazioni esige una immobilizzazione di capitale molto superiore a quella richiesta dalla loro esistenza individuale, e di ciò bisogna pur tener conto in un bilancio d'assieme.

7) Dalla pratica italiana risultò inoltre che gli scambi d'energia sono piccoli, sia per numero che per potenza, se si tien conto della totale energia delle installazioni. Si tratta in genere di supplire solo a mancanze temporanee di energia, o di utilizzare alcune sorgenti piuttosto che altre, allo scopo di conservare i serbatoi ad un certo livello. Durante la siccità fenomenale 1921-1922 si potè constatare che le centrali Umbre, venute in aiuto a quelle dell'Italia settentrionale da distanze di 400 a 500 km., fornirono dal 2 al 4 per cento dell'energia prodotta dalla rete.

Questo risultato, del resto non difficile da prevedere, non è senza interesse, perchè pone la questione della scelta tra i collegamenti fra i centri o alla periferia. In teoria il collegamento fra i centri sembra preferibile; una gran sbarra collettiva, alla quale sono attaccate tutte le generatrici, come succede nelle centrali, costituisce un procedimento semplice ed evidente. In Italia si adatterebbe meravigliosamente alla configurazione geografica del paese.

Ma, esaminato più accuratamente, questo procedimento non si presenta altrettanto favorevole. Un collegamento non è semplicemente una linea; richiede un assieme tutt'altro che trascurabile di trasformatori e di apparecchi. Disgraziatamente poi le tensioni delle installazioni da riunire sono differenti, e talvolta anche le frequenze sono diverse.

Inoltre, se la potenza attiva che le centrali dovranno scambiarsi sarà poca, le quantità corrispondenti di potenza reattiva non sono trascurabili; da qui la necessità di una notevole potenza di trasformatori installati, e quindi una immobilizzazione di capitale sproporzionata allo scambio effettivo annuale di energia.

Il collegamento ad un punto periferico di reti contigue si può invece effettuare per potenza attiva e reattiva di minore entità, poichè lo scambio non interessa che le zone contigue delle due reti, le altre parti di queste restando alimentate direttamente dalle proprie sorgenti. In quanto alle linee basta in generale rafforzarle un poco nel punto di contatto.

8) Se si considerano i collegamenti delle reti italiane, alcuni sono collegamenti creati con linee congiungenti i centri. La linea dalle centrali del Lys a Milano, che è piuttosto una linea di trasporto di energia verso Milano attualmente, e più tardi trasporterà energia in senso inverso, funziona come linea di scambio per un periodo ridotto dell'anno. Altrettanto può dirsi per la linea che riunisce l'Adamello all'Ozola: trasporta normalmente l'energia verso la Toscana, e l'energia che l'anno 1921-1922 risali in senso contrario fu solo il 10,5 per cento di quella trasportata nel senso ordinario; l'Interregionale offre lo stesso carattere.

Le reti collegate fra loro alla periferia sono: quelle della Liguria collegate con la Piemontese; quelle della Conti collegate a quelle della Edison e dell'Adamello; quelle di Brescia a quelle dell'Emilia; e quelle dell'Adriatica alle reti vicine.

Data l'esistenza di due diverse frequenze, alcune reti

sono collegate con convertitrici rotanti; ma alcune centrali sono provviste di doppio macchinario elettrico: si ha eccesso di macchine elettriche, il cui servizio come condensatori sincroni è però prezioso.

Si vede dunque come è difficile stabilire una regola unica; in pratica i vari casi non si prestano a lasciarsi inquadrare in una classificazione teorica; è eccezionale il caso di un paese uniforme ove esistono delle reti nelle quali uno scambio periodico di energia sia necessario per aiutarsi; al contrario ci si trova il più di frequente in presenza di casi misti, nei quali si hanno delle forniture continue da un gruppo di centrali ad altre reti, degli aiuti reciproci temporanei regolati dalle stagioni, e degli aiuti pure temporanei per il periodo durante il quale una rete sviluppa il suo consumo più rapidamente dei suoi impianti. Si può ritenere in generale che, se una linea di scambio deve essere contemporaneamente una linea d'alimentazione, è giustificato il collegamento fra i centri; se invece si tratta semplicemente di uno scambio, sarà più conveniente una connessione periferica.

Ricordo ancora una volta che gli scambi sono di piccola importanza, e aggiungerò anche che sono destinati a diminuire progressivamente, per la tendenza di ogni impresa a procurarsi sorgenti d'energia proprie, che le permettano una vita indipendente.

9) Ritornando alla storia tecnica della esperienza fatta in Italia, bisogna riconoscere che le imprese sono riuscite abbastanza bene ad ottenere il loro scopo, ossia utilizzare il massimo di energia disponibile, e distribuirlo opportunamente; ma dato le difficoltà, il servizio ne ha indubbiamente risentiti i contraccolpi.

Si debbono però riconoscere parecchie attenuanti: la mancanza di preparazione delle piccole reti, la loro incapacità ad affrontare delle prove che non erano state previste, le profonde differenze tecniche fra le varie installazioni, le condizioni economiche particolarmente difficili nelle quali la guerra aveva messo le industrie elettriche.

Si consideri quello che nel campo delle prove vien detto metodo di prova accelerata, e che consiste nel sottomettere l'organo in prova ad una serie di sollecitazioni molto più intense e frequenti di quelle che dovrà subire in pratica, in modo di potere con una prova di breve durata mettere in evidenza i difetti che in servizio si manifesterebbero soltanto dopo alcuni anni.

L'esperienza fatta sulle reti italiane ha un po' il carattere di una prova accelerata; poichè, date le condizioni speciali nelle quali essa si è sviluppata, si sono potute constatare in una scala esagerata alcune difficoltà inerenti alla natura stessa delle cose, e che rimarranno anche con condizioni più favorevoli.

Esaminiamo queste difficoltà dividendole in due categorie: quelle che si riferiscono al funzionamento normale, e quelle che provengono dalle anomalie di servizio.

In servizio normale ci si trova in presenza della necessità di ripartire dapprima la potenza attiva, poi la potenza reattiva fra le generatrici dei sistemi riuniti in parallelo; ed effettuare poi la regolazione generale di tutta la rete unificata. La più facile di queste tre funzioni è la ripartizione della potenza attiva, poichè essa dipende essenzialmente dai regolatori dei motori primi, la cui estensione di regolazione basta generalmente a tutte le esigenze. Non sarebbe difficile ad un Ripartitore, dato che gli si possa dare il comando di tutte le centrali, il giungere allo scopo senza che la frequenza del sistema si scosti troppo dai limiti normali. Si osservi che io ho fatto delle riserve sulla possibilità di questo Ripartitore, e le ho fatte appositamente perchè esse si richiamano ad un'altra questione di cui dovremo parlare tosto. In ogni caso la regolazione della potenza attiva è un problema semplice, poichè si tratta di suddividere razionalmente secondo criteri determinati un diagramma di carico. Il problema della ripartizione della potenza reattiva, più intimamente legato a quello della regolazione della tensione, è più complicato. Il Sig. Bakker ha studiato analiticamente il caso per due centrali collegate fra loro, ma temo che lo studio non sarebbe troppo facile quando si trattasse di parecchie centrali.

Se, supponendo che non ci sia in alcun punto della rete degli apparecchi speciali di regolazione, ci fermiamo a considerare solo i mezzi di regolazione delle centrali, ci persuaderemo tosto che poche reti di una certa estensione sarebbero, in queste condizioni, in istato di fornire ai loro abbonati una tensione che variasse fra limiti decentemente ammissibili.

Immaginiamo infatti di rappresentare i valori della ten-

sione nei punti di una rete con dei segmenti verticali uscenti da un piano zero; riunendo le estremità di questi segmenti otterremo una superficie gobba. Questa superficie subirà costantemente dei movimenti alternati che saranno determinati dalle variazioni dei carichi e dell'eccitazione delle macchine. Il problema della regolazione consisterà in questo caso nel mantenere fra due piani paralleli tutte le irregolarità di questa superficie, la distanza fra i due piani rappresentando l'ampiezza delle variazioni di tensioni che una regolazione conveniente può ammettere. E' evidente che tutta l'estensione della superficie sarà sensibile alle minime variazioni dei carichi e delle eccitazioni, e che gli effetti di innalzamento e di abbassamento dei diversi punti di questa superficie si propagheranno ampiamente sulle zone circostanti.

Di fatto poi le cose sono anche maggiormente complicate, poichè ogni variazione dell'eccitazione delle macchine sincrone, generatrici o motrici, provoca delle variazioni nella ripartizione della potenza reattiva, e conseguentemente delle correnti che circolano nei rami della rete.

Non vorrei che questo quadro pessimista potesse far concludere che le difficoltà di regolazione siano insormontabili. L'impiego di regolatori di tensione convenientemente disposti, può eliminare l'influenza delle zone che, più lontane dai centri o meno ampiamente alimentate, hanno grandi esigenze di regolazione: allora, a mezzo di un servizio ben regolato di ripartizione si può sempre regolare con manovre per il resto della rete, sopra tutto se si ha cura di impiegare ampiamente i condensatori sincroni. Non si può in ogni modo negare che un sistema simile, quando avesse una grande estensione, non sia, per quel che concerne la regolazione della tensione un insieme di gran delicatezza, nel quale un disturbo in un punto può ripercuotersi su tutto il resto con conseguenze spiacevoli.

10) Consideriamo ora la categoria delle difficoltà provenienti da fatti anormali che possono presentarsi sulle reti.

La ripercussione delle irregolarità di servizio che si producono in un punto della rete può assumere un carattere eccessivamente grave per le altre parti, e talvolta per tutto il sistema. E' certo che in una data rete il numero delle irregolarità, di cui non si è riusciti ad eliminare le cause, è, in un certo limite, proporzionale all'estensione della rete; ma se l'effetto di ciascuna rete, per causa del collegamento, sorpassa i limiti della propria zona per invadere le altre, le conseguenze aumenteranno in misura superiore alla proporzione semplice. A questa irregolarità s'aggiunge sovente lo scatto inopportuno degli interruttori, del quale talvolta non si scopre la cagione; che risiede forse in fenomeni dovuti a rotture momentanee d'equilibrio fra le reti, che stabiliscono un forte travasamento di corrente da una nelle altre. Quando per queste cause o per veri difetti si ha rottura dei paralleli, ci s'immagina la perturbazione che segue. Riprendiamo il modello della superficie gobba di poc'anzi e immaginiamo che mediante un opportuno proporzionamento delle eccitazioni, si sia riusciti a mantenere le sue escursioni fra i due piani prestabiliti; una volta rotti i paralleli, tutte le connessioni si rompono, e alcune zone della superficie si eleveranno mentre altre si abbasseranno rapidamente.

E' possibile impedire la trasmissione e la ripercussione degli inconvenienti da una rete alle altre?

In una rete isolata con un unico centro generatore, il problema di escludere dal circuito un elemento guasto senza disturbare il resto è risolto. L'impiego opportuno di interruttori automatici, comandati da relais di sovraccarico, di ritorno d'energia, o differenziali con regolazione del tempo, ha dato eccellenti risultati in molte installazioni.

Ma in queste reti l'energia circola sempre nello stesso senso, e, per lo meno per periodi piuttosto lunghi, in quantità costante. Fra reti riunite invece per lo scambio di energia, questa varia con tutta facilità in potenza e direzione.

Basta ricordare le ragioni economiche che determinano la messa in parallelo delle reti per persuaderci che questa variabilità è una condizione requisita per ottenere lo scopo voluto. Si può pretendere di seguire questi movimenti con regolazione continua delle intensità e dei tempi di scatto dei relais?

C'è inoltre la difficoltà dovuta ai diversi tipi di relais impiegati nelle differenti reti. Il Sig. H. H. Dewey ha richiamato l'attenzione su questo punto mostrando la necessità di dotare le installazioni di apparecchi di un sol tipo: è quando si potrà fare d'ora in poi: oggi ci troviamo in presenza della più grande varietà di tipo degli apparecchi.

Un'ultima difficoltà si presenta nell'esercizio di vasti

gruppi di reti quando un incidente, che interessa colla sua ripercussione una vasta zona, ha causato la rottura dei paralleli, e occorre riprendere il servizio. Se ogni centrale potesse alimentare la sua rete particolare, la cosa sarebbe semplice: si rimetterebbero in marcia le centrali, poi si farebbe il parallelo. Ma non è così quando bisogna mettere in parallelo due o più centrali prima di poter riprendere il servizio; ciò causa delle interruzioni eccessivamente lunghe.

Non potrei chiuder meglio questa parte della mia esposizione che ricordando quanto il Sig. Boucherot disse su questo argomento: «sebbene ciò non appaia generalmente, la preoccupazione dei disturbi che immobilizzano una maggior o minor parte delle reti, domina la situazione».

11) Ma se la tecnica giungerà al punto di superare queste difficoltà (siamo più ottimisti: quando la tecnica le avrà superate) non nasceranno altre difficoltà, che non dipendono più dalle cose ma dagli uomini?

Ho già parlato della necessità di un comando unico facendo allusione ad un Ripartitore. Ebbene, se nel caso di un sistema dipendente da una sola impresa questo comando unico è già cosa difficile, questa difficoltà non sarà essa maggiore quando si tratterà di molte Società?

Siamo in presenza di difficoltà di natura specialissima e non solo di ordine tecnico. Anzitutto è indispensabile che queste Società costituiscano un ufficio unico per lo sfruttamento di tutte le reti, e poichè potrebbe succedere in qualche caso che le Società avessero interessi antagonisti, bisognerà che l'ufficio sia assolutamente indipendente. E' facile ottenere ciò?

Inoltre ogni direttore di centrale, ogni direttore d'impresa vorrà sottomettersi senza discussione alla rigorosa disciplina necessaria affinché il Ripartitore possa compiere la propria funzione?

Infine come fare astrazione dalla resistenza passiva degli interessi, dalla sete di autonomia che domina ogni direttore di Società, dalla tendenza di ogni direttore di centrale a sfruttare il meno possibile il rame delle proprie macchine?

Io tocco qui l'elemento umano, ed è con vera tristezza che credo di poter elevare tutti i miei dubbi; ma non è forse prudente considerare gli uomini quello che sono, piuttosto che quello che dovrebbero essere?

12) Queste difficoltà hanno abbastanza peso per aver fatto pensare ad alcuni all'intervento dello Stato. Lo Stato è neutro; non ha interessi particolari: ha l'autorità necessaria per imporre la propria volontà; è dunque il più indicato per intervenire in un caso in cui si tratta di ottenere il massimo di utilità per tutti. Ma l'invocazione dell'intervento di Stato implica una questione politica, di diverso valore nei differenti paesi. Non si può parlarne che con giusta circospezione: così io porterò solo l'opinione della maggioranza dei tecnici e delle persone competenti del mio paese. Questi hanno una troppo spiacevole esperienza dei servizi di Stato per ritenere che l'intervento statale possa essere efficace nel problema che ci interessa.

Secondo loro lo Stato può talvolta dirigere dei servizi che sono giunti al loro pieno sviluppo tecnico; ma non può riuscire capace in servizi che sono ancora in piena evoluzione, e la cui caratteristica è la continua variabilità; in questi occorre elasticità d'azione, rapidità di decisioni.

Per queste ragioni, essi sono decisamente contrari all'intervento dello Stato.

13) Il cattivo funzionamento di un servizio elettrico porta dei danni molto seri a chi consuma l'energia; ma, e questo punto a parer mio non è abbastanza compreso, anche i produttori d'energia non se la cavano senza danno. Aggiungerò anzi che questi danni possono avere tale importanza da creare per i produttori una limitazione economica della marcia in parallelo.

Per ben comprendere la causa di questa limitazione, è necessario considerare i contraccolpi degli incidenti di servizio e delle imperfezioni di esso. Ogni interruzione di servizio costituisce un danno economico ai produttori per tre cause:

- 1) i contatori non girano;
- 2) ogni interruzione è accompagnata da guasti sovente gravi alle linee, ai trasformatori, alle macchine;
- 3) ogni interruzione accumula nella clientela malumore e diffidenza, ed incoraggia lo sviluppo di installazioni isolate.

Ora, per stabilire un giusto bilancio, il produttore ed il distributore hanno al loro attivo tutti i vantaggi della marcia in parallelo, ed al loro passivo il crescente numero dei disturbi di servizio e dei danni che ne risultano. Ci sono mezzi per di-

minuire il numero dei disturbi, ma essi costano cari; non si arriverà ad un punto in cui le spese causate dalla preoccupazione di un servizio regolare annulleranno i vantaggi della marcia in parallelo?

Ecco come si pone il problema tecnico-economico: da un lato l'estensione del parallelo permette una maggior utilizzazione delle forze idrauliche, con tutte le economie conseguenti, ed i vantaggi provenienti da una più completa utilizzazione delle risorse naturali; ma degli elementi negativi si oppongono a questa miglior utilizzazione: l'aumento dei disturbi di servizio causato dalla maggior estensione delle reti riunite; le spese cui conducono i provvedimenti atti a diminuire il numero e l'importanza di questi disturbi. Su tutto questo prevalgono le difficoltà d'esercizio, aumentate dall'incompatibilità degli interessi di imprese diverse, e dalle debolezze umane di cui fu detto.

Si deve concludere che vi deve essere un limite oltre il quale la marcia in parallelo non è più consigliabile. Il punto preciso di questo limite dipende dalle condizioni speciali di ogni caso.

14) Si dovrà dunque rinunciare agli scambi d'energia? Non credo. Conserviamo anzitutto la nostra fede nel progresso della scienza e della tecnica, che hanno saputo risolvere problemi ben più ardui di questo; domandiamoci piuttosto se, al punto in cui sono oggi le cose, si debba in alcuni casi rinunciare agli scambi d'energia fino a che non si abbiano soluzioni più favorevoli. Anche a ciò la mia risposta è negativa. Gli scambi d'energia sono sempre praticabili senza ricorrere alla marcia in parallelo. Poniamo il caso di due sistemi A e B fra i quali si debbano fare degli scambi d'energia, connettendoli perificamente. Lungo la linea di congiunzione dei centri dei gruppi si troveranno i punti ai quali si deve distribuire l'energia. Supponiamo che per un certo tempo i due centri alimentino separatamente ciascuno un certo numero di sottostazioni, ed i due sistemi siano distaccati; e poniamo che successivamente B sia a corto d'energia, mentre A ne abbia in esuberanza; basterà trasportare il punto di sezionamento dei due circuiti verso B, per aumentare il carico di A e diminuire quello di B. Questo espediente non sarà sempre praticabile, ma nel maggior numero dei casi vi saranno, soprattutto verso le estremità della rete, dei piccoli carichi che aiuteranno a far la manovra. Questo passaggio da un centro all'altro si potrà semplicemente fare interrompendo la corrente per qualche istante, o, se si preferisce evitare questo inconveniente, a mezzo di paralleli provvisori, che non sono difficili da eseguire. Si è giunti talvolta con tale procedimento a scambiare dell'energia fra reti lontane, coll'aiuto di reti intermediarie, trasportando in un senso o nell'altro i punti di sezionamento. Non pretendo dire che si riesca così a raggiungere tutti i vantaggi della marcia in parallelo, ma solo che se ne realizzano un gran numero, e nello stesso tempo si evitano molti dei difetti che ne risultano. Un caso particolare che si presta benissimo agli scambi d'energia è quello d'una sottostazione posta nelle vicinanze del punto di contatto di due reti, che sia il punto di diramazione di molte linee di distribuzione. In questo caso occorreranno due ordini di sbarre collettrici, distribuendo secondo il bisogno le reti elementari a mezzo di commutatori.

15) Un'altra ottima soluzione dello scambio d'energia senza parallelo è data dalle reti ferroviarie elettrificate, quando l'energia è fornita alle ferrovie dalle reti delle regioni attraversate. Allora le linee di distribuzione ai settori elettrificati, le quali hanno per necessità di servizio sezioni abbondanti, possono costituire un perfetto sistema di scambio. Questo sistema diventa prezioso sopra tutto quando l'elettrificazione è fatta con corrente continua, come in Francia.

Infatti, mentre un sistema di trazione a corrente alternata costituisce un legame rigido fra le reti che collega, e per conseguenza una stretta dipendenza che ripercuote su tutti le conseguenze di incidenti occorsi ad una rete, un sistema di trazione a corrente continua, data l'interposizione di convertitrici rotanti, assicura un legame elastico, che è incomparabilmente meno sensibile alle perturbazioni, ed ammortisce ogni urto.

E' questa una ragione che milita in favore della alimentazione delle ferrovie colle reti che distribuiscono l'energia nel paese; in questo caso le installazioni necessarie per convertire la corrente trifase in continua, possono essere, con poche varianti, le medesime che servono per gli scambi d'energia.

La Francia ha dato l'esempio nel seguire questa via, la cui razionalità è evidente.

16) Alla fine del mio dire, mi chiedo se non vorrete accusarmi di pessimismo. Convegno che approfondendo il problema ho sollevato molti dubbi, segnalate molte difficoltà, rilevati molti ostacoli. Egregi Colleghi, non credo vi sia del pessimismo nella tecnica positiva. Ben altrimenti devono essere interpretate le previsioni di coloro che vedono e denunciano le difficoltà.

I tecnici, i cercatori costituiscono un'avanguardia del progresso. Coloro che sollevano dei dubbi, che vedono delle difficoltà e mostrano gli ostacoli, sono degli esploratori che richiamano i combattenti sui punti dove il loro soccorso è più necessario.

E' il compito che mi sono scelto in presenza di questo problema attraente che preoccupa oggi gli elettrotecnici.

REGOLAMENTI E NORME PER LE GRANDI LINEE ELETTRICHE, ALLA CONFERENZA INTERNAZIONALE DI PARIGI □ □ □

FRANCESCO MANFREDI



Comunicazione alla Sezione di Milano - 29 febbraio 1924

Sui regolamenti e sulle norme per le grandi linee di trasmissione furono presentate alla Conferenza Internazionale di Parigi alcune comunicazioni assai interessanti, che, come da incarico avuto dalla nostra Presidenza, mi propongo di riassumere il più brevemente possibile, per quanto me lo permetterà l'argomento di grande interesse tecnico ed economico e l'abbondanza del materiale.

Di alcune cose che dirò si è già fatto cenno nelle nostre precedenti riunioni, ma non è possibile, in materia così complessa quale è quella delle grandi linee elettriche, seguire un ordine preciso e, per chi arriva fra gli ultimi, evitare qualche ripetizione.

Le comunicazioni in argomento presentate a Parigi furono le seguenti:

- 1) Relazione del Bellaar Spruyt sul progetto di modifiche delle prescrizioni per la costruzione di linee ad altissima tensione, formulato dal R. Collegio degli Ingegneri Olandesi.
- 2) Rapporto dell'Ing. Meyer sulla modifica del regolamento tecnico Francese per le linee in parola.
- 3) Rapporto dei Delegati svizzeri Perrochet e Bauer sui lavori della Associazione Elettrotecnica Svizzera per la compilazione di nuove norme.
- 4) Progetto di un Regolamento Internazionale sulle linee elettriche presentato dalla Delegazione Belga.

*

1. — La Relazione del Bellaar Spruyt (Olanda) ricorda come, già fin dalla precedente Conferenza Internazionale, era risultato che, in tutti i Paesi, le prescrizioni per la costruzione delle linee sono eccessivamente severe, spesso non raggiungono lo scopo proposto, anzi talvolta sono contrarie alle regole della buona tecnica, tanto che la sicurezza della linea ne è diminuita piuttosto che aumentata.

La ragione di ciò potrebbe ricercarsi nel fatto che molte norme sono state emesse da Enti che conoscono le linee elettriche solo per il sovrapporsi di esse alle opere sotto la loro giurisdizione e che intendono portare la loro pratica, di ben altra natura, nel campo costruttivo elettrotecnico.

In Olanda (come purtroppo in altri Paesi) le diverse Autorità da cui dipendono le strade ed i corsi d'acqua, le ferrovie, le linee telefoniche e telegrafiche, hanno emanato, ciascuna per proprio conto, delle prescrizioni diverse, che dovrebbero, in intenzione almeno, escludere ogni pericolo di incidente anche nei casi più sfavorevoli, ma che importano costruzioni costosissime ed incommode all'esercente. Argutamente rilevava il Sig. Boucherot, fin dalla Conferenza del 1921, che i coefficienti di sicurezza imposti sono tanto più elevati quanto più rispettabile per anzianità è l'Amministrazione che emana le norme.

Il Bellaar cita alcuni casi caratteristici, riguardanti linee elettriche in Olanda, che dimostrano a quali tipi di costruzioni ed a quali contraddizioni possono condurre delle prescrizioni esagerate.

In un attraversamento di una linea elettrica a 50 000 volt con una ferrovia, la tensione meccanica dei conduttori è di 200 kg, mentre gli isolatori, costituiti con *triplici* catene di elementi, possono sopportare con sufficiente sicurezza una tensione di 12 000 kg. Una linea telefonica che sottopassa alla suddetta linea elettrica, dipendendo da altra Amministrazione, dovette essere ulteriormente protetta con cavi d'acciaio di guardia.

In un incrocio della stessa linea con un'area appartenente alle ferrovie, non potendosi collocare pali intermedi, si dovette eseguire una campata di 330 metri, che non si potè costruire in rame colla sicurezza decupla prevista, e, malgrado ciò, importò la costruzione di due enormi torri alte 53 metri, le quali d'altra parte, per le difficoltà locali, non poterono essere fondate colle garanzie sufficienti, o per lo meno equivalenti a quelle delle altre parti della costruzione.

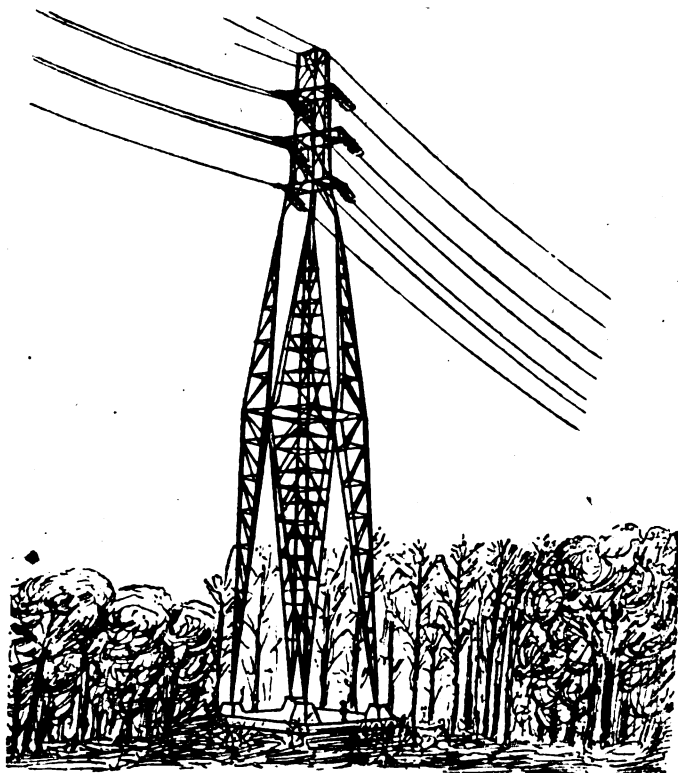


Fig. 1. — Palo per sovrappassaggio di area ferroviaria (Olanda); H=53 m.

Proietto sullo schermo una di dette torri, interessante anche dal punto di vista costruttivo (fig. 1).

Altra costruzione caratteristica è quella che qui pure proietto e che rappresenta un palo alto 40 metri per l'attraversamento di un canale navigabile, data l'eccessiva altezza richiesta sulla quota dell'acqua (fig. 2).

L'Associazione fra i Dirigenti Imprese Elettriche Olandesi si è occupata della questione, e, per incarico del Ministero dei Lavori Pubblici, l'Istituto Reale degli Ingegneri ha intrapreso la revisione generale delle norme per la costruzione di nuove linee.

I principi di detta revisione sarebbero i seguenti:

La linea deve formare nel suo complesso un insieme omogeneo ed uniforme, poichè ogni diminuzione della distanza fra i sostegni, ogni variazione nei coefficienti di lavoro, ogni deviazione dalla linea retta forma un punto singolare nella costruzione ed un motivo di debolezza di essa.

Le linee debbono essere costruite su tutta la loro lunghezza con sicurezza sufficiente agli sforzi più accidentali più sfavorevoli. La Commissione propone per il rame un lavoro massimo di 16 kg, per il ferro di 12 e tutte le altre parti in proporzione. Le ipotesi più sfavorevoli si fissano come segue:

Ghiaccio (grammi per m): $180 \sqrt{d}$, essendo d diametro in mm del conduttore.

Vento: 125 kg per mq di superficie battuta.

Le linee, dovendo avere su tutto il loro percorso una sicurezza sufficiente, potranno essere costruite dappertutto in modo uniforme. Sola concessione che si è creduto di fare è l'impiego della doppia sospensione in corrispondenza degli attraversamenti con strade di grande traffico e con ferrovie;

inoltre, in detti casi, si potrà limitare alquanto la tensione dei conduttori ed aumentare la distanza dei conduttori stessi dal suolo. (Queste distanze sono fissate in sei metri in linea normale e in sette metri in corrispondenza di strade e di ferrovie).

Nessuna prescrizione per la resistenza dei pali nel senso longitudinale, per non impedire l'applicazione dei pali elastici. Pali d'amarraggio ogni 3 km, atti a sopportare il massimo vento e due terzi dello sforzo massimo che possono trasmettere i fili.

Per le fondazioni, non si ritiene possibile (date le specialissime difficoltà locali) emettere norme generali. Esse dovranno corrispondere alle buone norme tecniche valevoli anche per altre costruzioni del genere.

Per gli isolatori si prescrivono i normali criteri di sicurezza e le normali prove (arco a secco e sotto pioggia, perforazione in olio, cicli termici, prove meccaniche, prove di porosità, ecc.).

Una Commissione permanente di tecnici specialisti curerà l'interpretazione e l'applicazione delle norme.

Le conclusioni alle quali la Commissione Olandese è pervenuta sono assai interessanti e fondate, in massima, su buoni criteri. (Una contraddizione rilevo nella uniformità prevista e nella variazione di tensione dei conduttori negli attraversamenti ferroviari).

Ma è soprattutto notevole come ad un *Ente Tecnico di Specialisti* sia stata affidata dal Governo la revisione delle norme, e notevole è la costituzione di un'apposita ed unica Commissione di Tecnici per l'interpretazione e l'applicazione delle norme.

Tutto ciò dimostra quale giusta importanza dia l'Olanda al problema tecnico-economico e legislativo delle linee, pur non avendo da risolvere grandiosi problemi di trasporti di energia, poichè la più alta tensione adottata è di 50 000 volt e si prevede che per molti anni essa non sarà superata.

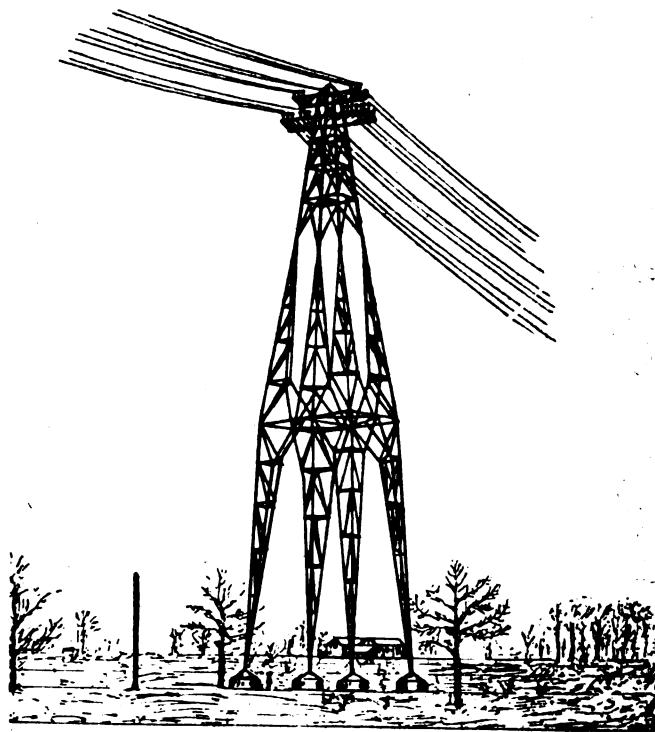


Fig. 2. — Palo per attraversamento di un canale navigabile (Olanda); H=40 m.

2. — E veniamo alla comunicazione del Meyer per la Francia, comunicazione molto ampia, che rifà tutta la storia della questione relativa ai regolamenti tecnici francesi sulle linee elettriche, espone in dettaglio le considerazioni, già discusse in Francia in parecchie riprese, in favore delle modifiche da apportare ai regolamenti colà vigenti, mette in rilievo i diversi elementi che possono contribuire alla revisione e porge utili criteri generali per una eventuale legislazione internazionale.

La relazione, rifacendosi al voto già espresso fin dalla conferenza internazionale del 1921, fa rilevare come la rapida evoluzione dei sistemi di trasporto di energia ad altissime tensioni lo sviluppo di reti di 100 000 volt e più, hanno dimostrato, in tutti i paesi, la necessità di una revisione dei regolamenti in vigore. Ricorda che la Legge francese del 30 giu-

gno 1921 non ha nessun accenno alle altissime tensioni e non considera neppure l'impiego di isolatori sospesi.

Questa lacuna venne fin qui praticamente colmata dal Ministero dei Lavori Pubblici, il quale esamina di volta in volta i progetti per le altissime tensioni ed ebbe già ad apportare chiarimenti alla legge attuale e deroghe assai favorevoli ai costruttori.

Detto Ministero poi, con atto veramente degno di nota e di encomio, esaudendo il voto espresso dalla Conferenza Internazionale del novembre 1921, ha deciso, fin dall'inizio del '22, di introdurre nel citato regolamento delle disposizioni speciali riguardanti le linee ad altissima tensione, incaricandone dello studio il Comitato Permanente di elettricità.

Di fronte poi al crescente sviluppo dei nuovi impianti, il Ministero stesso ha creduto di dovere allargare la cerchia della questione, decidendo una *revisione generale del regolamento*. Soltanto la mole del lavoro ha ritardata la pubblicazione di detto nuovo regolamento, ma essa è però imminente (e credo anzi avvenuta).

L'Ing. Meyer espone nella sua relazione i risultati dello studio fatto dal sopranominato Comitato Permanente di Eletticità, facendo precedere alcune considerazioni assai interessanti. Esporrò brevemente le considerazioni suddette e le proposte del Comitato.

Tracciato — Deve essere rettilineo quanto possibile per limitare gli angoli, che costituiscono i punti deboli delle linee, per ridurre di conseguenza il numero degli isolatori (richiedendosi meno isolatori nei pali di rettilineo che nei pali d'an-

o degli attacchi di sicurezza, che credo interessante progettare (fig. 3, 4, 5 e 6).

Coefficienti di sicurezza. — Nelle attuali prescrizioni francesi i coefficienti di sicurezza sono:

a) per i conduttori:

3 nelle campate al disopra delle vie pubbliche;

5 negli incroci con le vie di grande traffico e coi telefoni;

10 negli attraversamenti ferroviari.

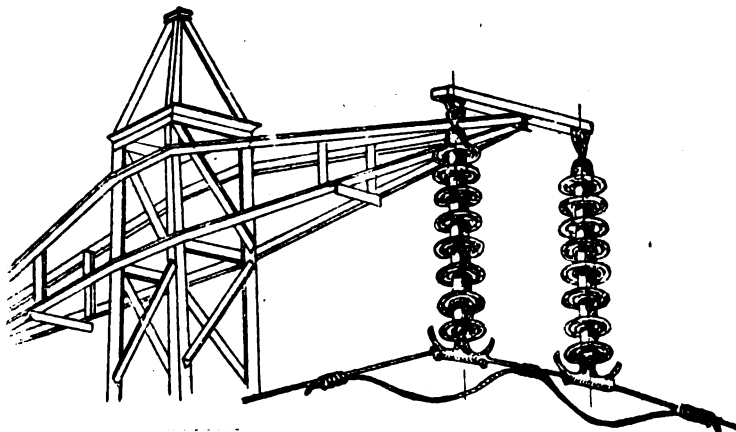


Fig. 4. — Attacco di sicurezza per sospensione verticale doppia.

b) per i pali:

3 negli attraversamenti colle vie pubbliche;

5 negli attraversamenti di vie di grande traffico, telefoni, canali, ferrovie.

Il variare il coefficiente di sicurezza nei conduttori in corrispondenza degli attraversamenti importa dannosi squilibri e la costruzione di *pali speciali* (poichè essi devono resistere alla differenza degli sforzi che su di essi viene ad esercitarsi), costringe infine ad *amarrare i conduttori*, creando un punto debole della linea.

Come ebbimo già ad osservare nella prima delle nostre riunioni, questo fatto è lamentato anche da noi in Italia, là dove Amministrazioni troppo esigenti impongono lavori tanto bassi nei conduttori in corrispondenza degli attraversamenti che si creano (proprio dove si vorrebbero ottenere le maggiori garanzie di sicurezza) sollecitazioni permanenti inutili nei materiali. Infine è inevitabile l'amarraggio, che è poco raccomandabile sotto il punto di vista elettrico e sotto il punto di vista meccanico.

A proposito degli effetti meccanici negli amarraggi mi permetto di esprimere il mio giudizio (confermato, purtroppo, soltanto da poche esperienze) su quanto detto nell'ultima riunione dal Collega Alessandri riassumendo la comunicazione del

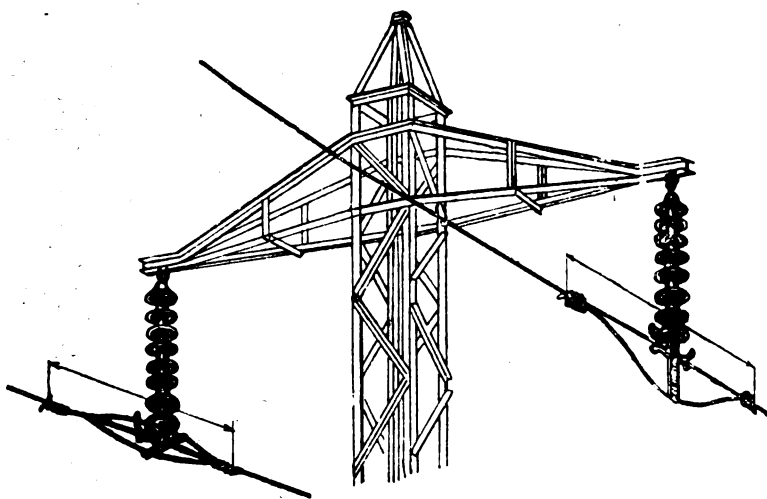


Fig. 3. — Tipi di attacchi di sicurezza per catene verticali semplici.

golo), per semplificare e ridurre le riparazioni (poichè gli isolatori d'angolo sono i più esposti ed i più difficili da ricambiare).

Come conseguenza, meglio incrociare le strade, le ferrovie, i telegrafi, sotto angoli acuti che spezzettare i rettilineari in poligonali.

Il Comitato conclude appunto di ricercare i tracciati più rettilinei, avuto riguardo solo ad evitare gli abitati, ed ammette un angolo di 15 gradi per gli attraversamenti stradali e ferroviari.

Campate. — Le campate grandi quanto possibile, e cioè quanto lo consente il calcolo economico, sono un elemento di sicurezza, perchè è ridotto il numero degli appoggi e quindi degli isolatori, senza contare che la linea (oltre che risultare più estetica) è meno ingombrante per i proprietari.

Il Comitato non limita in nessun modo l'ampiezza delle campate.

Avvicinamento dei pali in corrispondenza degli attraversamenti. — Non ha ragione di essere, anzi in alcuni casi diminuisce la sicurezza. Infatti, a causa della diversa lunghezza delle campate le condizioni di equilibrio fra campata e campata, si alterano e talvolta l'aggiunta di un palo provoca una diminuzione dello sforzo verticale diretto in basso sulle catene di isolatori, tanto che i conduttori possono avvicinarsi alle mensole; in alcune linee si dovettero aggiungere delle catene di reazione che lavorano dal basso verso l'alto.

Il Comitato ha concluso che nessuna riduzione di campata si deve imporre negli attraversamenti di qualsiasi genere e si limita unicamente a prescrivere le distanze fra conduttori e suolo ed a consigliare delle protezioni nelle sospensioni

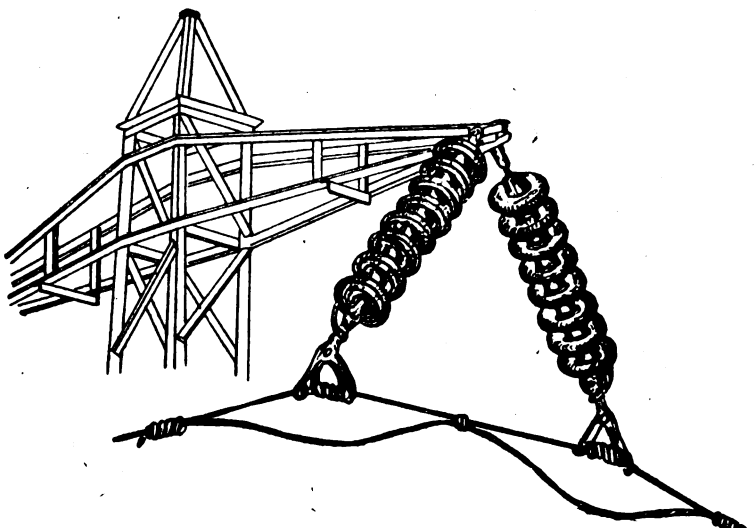


Fig. 5. — Attacco di sicurezza per sospensione doppia a 45°.

Lequerler. E' indubitato che lo sforzo meccanico prolungato, superiore ad un certo limite, deteriora l'isolatore e che ad es., è cattiva norma sollecitare nelle prove gli isolatori, specialmente se freschi di fabbricazione, a sforzi meccanici elevati. Ma mi sembra importante notare che lo sforzo critico cui accenna l'Autore Francese è relativo al valore del carico di rot-

tura, e cioè, mentre non è conveniente sollecitare, ad es., a 1500 kg, un isolatore che si rompe a 3000, si può con tutta tranquillità sollecitare in modo permanente a tensione maggiore di 1500 kg un isolatore che abbia un carico di rottura, ad es., di 6000 o 7000 kg. Ritengo che, quando gli isolatori sono scelti di tipo convenientemente robusto, in relazione allo sforzo meccanico che essi devono sopportare, è specialmente sotto il punto di vista elettrico che gli amarraggi sono da evitarsi, là dove è possibile, per non creare un punto di debolezza nella linea.

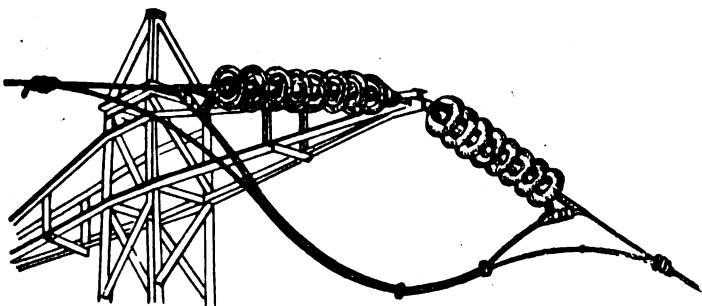


Fig. 6. — Attacco di sicurezza fra due catene di amarraggio.

Il Comitato Francese autorizza ad adottare per i conduttori un coefficiente di sicurezza 3 su tutto il percorso della linea, e cioè anche negli attraversamenti di strade e di ferrovie. Richiede solo: per i pali un coefficiente di sicurezza di 5 negli attraversamenti di strade nazionali o di grande traffico; per gli attraversamenti ferroviari un coefficiente di sicurezza pure di 5 nelle ipotesi normali di carico e di 1,75 in caso di rottura di tutti i conduttori.

In detti attraversamenti la stabilità delle fondazioni deve essere di 1,5 nelle ipotesi normali e di 1 nelle ipotesi di rottura di tutti i conduttori, non tenendo conto della resistenza opposta dal terreno al rovesciamento del blocco.

Per gli attraversamenti coi telegrafi e telefoni il Comitato ritiene che il dispositivo migliore sia l'interramento dei conduttori telegrafici e telefonici in canalizzazione sotterranea e, se questa non è possibile, la disposizione da adottarsi sarà la seguente: uno dei pali della condotta prossima alla linea telegrafica o telefonica; i circuiti stessi protetti da uno o da più fili di guardia in acciaio.

Per i parallelismi colle suddette linee telegrafiche o telefoniche nessuna prescrizione, salvo questa che sembra molto benigna: distanza in proiezione orizzontale fra conduttori di energia e circuiti telefonici uguale ai due terzi della distanza fra i conduttori stessi, ad ogni modo mai inferiore ai due metri. La lotta per la coesistenza e per i parallelismi delle linee a corrente forte e quelle a correnti deboli pare non esista in Francia!

Parafili - quadri di protezione. — Sono inutili ed il loro impiego si è dimostrato in alcuni casi pericoloso. Il Comitato Francese li ha soppressi.

Isolatori. — E' nell'interesse dell'esercente di scegliere isolatori meccanicamente ed elettricamente perfetti. A questo proposito quindi nessuna prescrizione tassativa e restrittiva. Al massimo si potrà fissare un rapporto fra il valore della tensione d'arco esterno e della tensione di perforazione, indice assai caratteristico del tipo di isolatori.

Giunzioni. — L'obbligo di non usare giunti nelle campate adiacenti agli attraversamenti non ha ragione di essere quando la resistenza del manicotto sia pari a quella dei conduttori. In quest'ordine d'idee è entrato il Comitato, il quale ammette anzi le giunzioni nelle stesse campate di attraversamento di strade secondarie.

Nota a questo proposito che, più che di resistenza del manicotto, si dovrebbe parlare di resistenza del complesso della giunzione, poichè è noto come, nelle giunzioni che oggi sono più in uso (tipo concentrico), il punto di debolezza sia rappresentato, quasi sempre, non dal manicotto, ma dal conduttore stesso in immediata prossimità di detto manicotto.

Messa a terra. — La messa a terra dei singoli pali è bene spesso illusoria. L'adozione del cavo di terra è certamente, anche sotto questo riguardo, una misura da consigliare.

Fondazioni. — La stessa sicurezza prescritta per il palo devono avere le fondazioni. Il Meyer vorrebbe che si tenesse conto della resistenza del terreno, osservando che se si trascura detta resistenza, il palo ha un coefficiente di sicurezza ben diverso secondo che è fondato su un terreno buono o cattivo. Si giunge al risultato che la sicurezza in terreno cattivo è di

molto minore di quella che si ha in terreno resistente. Abbiamo già veduto quanto il Comitato Francese ha stabilito in proposito degli attraversamenti; rivedremo questa questione nel rapporto Svizzero e mi riservo di fare qualche osservazione in proposito.

Nella sua comunicazione il Meyer passa infine in rivista i regolamenti delle altre Nazioni e cita pure quelli italiani emanati dalla nostra Associazione. A questo proposito il Meyer ricorda pure, con parole di lode, gli studi veramente notevoli del collega Norsa sui conduttori, sui pali e sulle fondazioni, lavori che furono a suo tempo pubblicati sul nostro giornale.

Il tempo forzatamente ristretto e la tema di abusare della vostra pazienza non mi permettono purtroppo di entrare in maggiori dettagli in argomento di questa comunicazione.

3. — Anche la Svizzera sta rivedendo e completando i suoi regolamenti, che datano dal 1908, per metterli in rapporto ai nuovi progressi ed ai nuovi requisiti delle linee ad altissima tensione.

Una Commissione, composta da rappresentanti di imprese private e dai rappresentanti degli organi di controllo, sta studiando la revisione suddetta.

Le direttive sono di massima analoghe a quelle già esaminate per la Francia e per l'Olanda. Esponendole dovrei ripetere in gran parte quanto già detto.

Noterò solo che l'attuale regolamento Svizzero, essendo uno dei meno severi, c'è una tendenza ad aumentare alquanto le ipotesi di sovraccarico; esse dovrebbero corrispondere ai massimi presumibili nelle ipotesi più gravi, ma d'altra parte i lavori dei materiali in corrispondenza di detti sovraccarichi sono assai elevati e sono spinti verso il carico limite di elasticità.

I conduttori dovrebbero essere calcolati in modo che il carico limite di elasticità non fosse superato nella più sfavorevole delle due ipotesi seguenti:

1) sovraccarico del conduttore a 0° - senza vento: kg 2 per metro sui conduttori cordati; kg 1,5 per metro sui conduttori costituiti da un unico filo;

2) temperatura più bassa della regione considerata (in pratica, 20° C) senza sovraccarico alcuno (condizione particolarmente importante per le brevi campate).

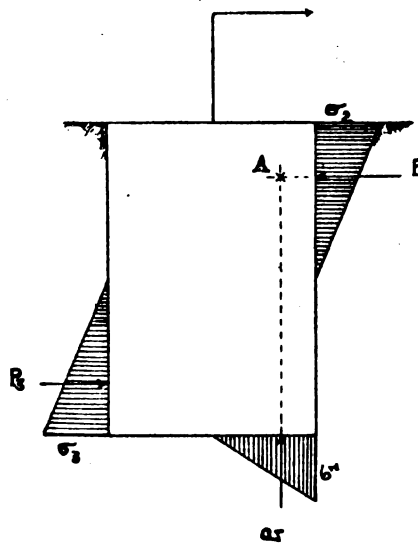


Fig. 7.

La Commissione propone infine di non basare più il calcolo su un coefficiente di sicurezza determinato, riferito al carico di rottura, ma d'indicare in avvenire per ogni metallo la percentuale di lavoro limite da non sorpassarsi nel caso più sfavorevole.

Circa le giunzioni, la Commissione propone di tollerare i manicotti in qualsiasi campata, semprechè essi non costituiscano un indebolimento. Se essi non offrono una sicurezza uguale a quella del conduttore, le frecce dovranno essere aumentate in modo di ricondurre la sicurezza al minimo desiderato.

I pali non devono subire deformazioni permanenti sotto gli sforzi massimi. I pali di amarraggio devono essere stabiliti ogni 2-3 km. Tutti i pali devono resistere al vento normale in ragione di 100 kg al mq. I pali di rettifilo devono essere capaci di sopportare nel senso della linea una tensione uguale

al 2 per cento della tensione che trasmettono i conduttori sollecitati al carico limite di elasticità (oltre al vento agente nello stesso senso). I pali di amarraggio dovranno poter sopportare uno sforzo variabile dal 100 % al 40 % della suddetta tensione (e sempre oltre il vento nello stesso senso) secondo che la linea è costituita da due o da sei conduttori.

Queste prescrizioni sulla resistenza dei pali nel senso della linea, per quanto assai empiriche, hanno il pregio di essere semplici e tendono ad assicurare ai pali una certa rigidità anche nel senso longitudinale, tenuto presente la funzione di essi e le probabilità maggiori o minori delle sollecitazioni cui i pali possono essere sottoposti in caso di rottura dei conduttori.

Notevole infine, nel rapporto in parola, quanto si riferisce alle *fondazioni*.

Gli Autori del rapporto ricordano gli studi del Froelich e quelli successivi dell'Andrée, i quali hanno portato un notevole contributo alla controversa questione del calcolo delle fondazioni e del modo di tenere conto delle reazioni opposte dal terreno.

Secondo gli Autori, l'Andrée parte da due ipotesi arbitrarie:

1) sul rapporto dei coefficienti di elasticità, o reazioni del terreno a differenti profondità, che la pratica non ha confermato;

2) sulla posizione del centro di rotazione istantaneo della fondazione, che l'Andrée suppone nel punto d'intersezione delle forze P_1 e P_2 . (Fig. 7).

Da una serie di esperienze fatte dalla Commissione Svizzera è risultato quanto segue:

1) Il centro di rotazione, sotto lo sforzo di una trazione variabile esercitata sulla sommità del palo, non è uguale per ciascun valore dello sforzo. Tuttavia, per un determinato tipo di fondazione, la serie di punti occupa una striscia relativamente ristretta.

2) In terreno spingente, la posizione media del centro di rotazione coincide all'incirca col baricentro della figura;

3) In terreni compatti, il centro di rotazione si trova all'incirca a due terzi di profondità ed ad un quarto della larghezza della fondazione, dal lato verso il quale si esercita la trazione.

Ne segue che l'equazione dei momenti del metodo Andrée va scelta rispetto ad un punto R , variabile fra le posizioni R_1 e R_2 indicati in figura. (Fig. 8).

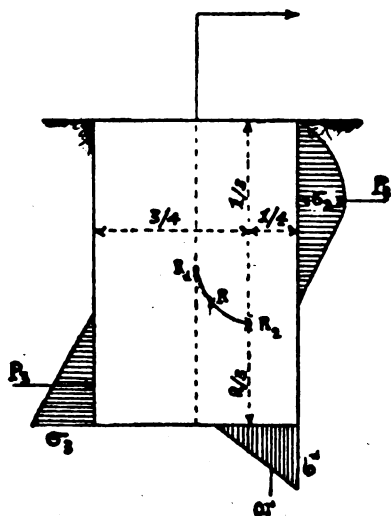


Fig. 8.

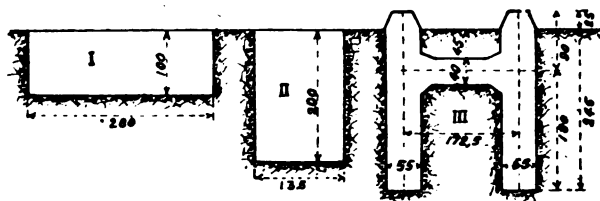
Come già ho avuto occasione di osservare in una nostra precedente riunione è notevole che i risultati delle esperienze Svizzere confermano sperimentalmente buona parte delle considerazioni analitiche fatte dal collega Norsa in una sua memoria pubblicata sulla nostra « Elettrotecnica » (15 e 25 maggio 1923), con un metodo ricavato da quello di Andrée e che si potrebbe chiamare metodo Andrée « riveduto e corretto ».

Sarebbe interessante esaminare insieme come le esperienze furono praticamente svolte, ma necessità di tempo me lo impediscono.

La Commissione Svizzera non ha ancora formulate norme precise di calcolo. E' probabile che mirerà a lasciare libero il costruttore, pur riservandosi la più ampia verifica della pratica stabilità delle opere. Mentre le attuali norme non tengono

conto delle reazioni del terreno, le norme nuove ne terranno conto certamente.

In questo ordine di idee, le fondazioni a base larga poco profonde saranno sostituite da tipi relativamente stretti e penetranti profondamente nel suolo. Esperienze in proposito hanno infatti provato che la resistenza allo spostamento delle fondazioni aumenta all'incirca in ragione del quadrato della profondità delle fondazioni stesse.



| | T = 1 000 | 2 000 | 3 000 | 4 000 | 5 000 | 6 000 | 8 000 | 10 000 | 12 000 | 14 000 kg. | |
|-------------|-----------|-------|-------|-------|-----------------------|-----------------------|-------|--------|--------|------------|-----|
| $s_1 =$ | 14 | 29 | 49 | 120 | spostamento sensibile | | | | | | mm. |
| $s_{II} =$ | 14 | 59 | 97 | 145 | 220 | spostamento sensibile | | | | | mm. |
| $s_{III} =$ | 6 | 20 | 34 | 52 | 72 | 95 | 130 | 165 | 220 | 325 mm. | |

I mc. 7.8

II mc. 3.6

III mc. 3.4

Fig. 9.

Nella figura che si proietta (fig. 9) sono indicati i risultati comparativi di esperienze su tre differenti tipi di fondazione fatte nello stesso terreno. Gli spostamenti S della punta del palo, misurati a circa metri 12,50 sopra i blocchi di fondazione, raggiunsero i valori segnati in figura in funzione dello sforzo di trazione T esercitato alla sommità del palo. Le cifre esposte indicano il vantaggio delle fondazioni profonde. Il tipo 1 importa circa mc. 7,8 di beton, il tipo 2 mc. 3,6, il tipo 3 mc. 3,4. Il terreno era formato da uno strato di circa 50 cm di sabbia argillosa e sottostante materiale alluvionale compatto.

Mi permetterò di esprimere il mio particolare giudizio su quanto sopra. E' certamente bene che in nuove norme si preveda di tenere conto della reazione del terreno nel calcolo delle fondazioni. Per lo meno questo criterio non deve essere escluso a priori; esso può portare in molti casi una sensibile economia alla quale è male rinunciare senz'altro. Ma non si dimentichino le difficoltà pratiche costruttive e non si portino criteri di grande precisione in materia così difficilmente determinabile, e così variabile da punto a punto di una linea elettrica, quale è la spinta delle terre. Non si dimentichi poi che, in terreni a forti declivio buona parte delle fondazioni restano fuori terra e che detti terreni sono quelli rocciosi e più compatti, cioè proprio quelli che presentano la resistenza maggiore.

A mio modesto avviso, bisognerebbe praticamente lasciare molta libertà al costruttore, che agirà caso per caso come le circostanze si presenteranno; basterebbe fissare, come norma generale, che la sicurezza delle fondazioni non debba essere minore di quella delle altre parti della costruzione e che la pressione sul terreno sottostante e laterale sia confacente a quella che il terreno stesso può sopportare.

4. — La Delegazione Belga ha sottoposto alla Conferenza un progetto di regolamento internazionale.

Le direttive di esso sono molto simili a quelle Olandesi e sono espresse appunto nel voto Belga-Olandese, accolto, con quello Italiano, nell'ordine del giorno che fu pubblicato sul nostro giornale e che certamente è a Vostra conoscenza.

In esso si invocano regolamenti che permettano l'adozione di tracciati, quanto possibile, rettilinei e l'uniformità delle campate. Si richiama l'attenzione sull'importanza di concedere all'esercente il diritto di espropriazione e l'autorizzazione di fare attraversamenti sotto qualsiasi angolo; di ammettere un coefficiente di sicurezza uniforme per i conduttori (la Delegazione Belga propone che questo coefficiente sia 3, lasciando ad ogni Nazione di fissare le ipotesi di sovraccarico a seconda del clima, dell'altezza sul mare e della posizione geografica della linea).

Si propone di sopprimere tutti i dispositivi di sicurezza negli attraversamenti, salvo il raddoppio degli isolatori con attacchi di sicurezza; nonchè di tenere conto della reazione delle terre nelle fondazioni. Si invoca il privilegio per gli esercenti

della priorità delle comunicazioni telefoniche e la protezione di legge contro i vandalismi di chi non ha meglio da fare che danneggiare le linee elettriche.

La Commissione Belga sviluppa e precisa i concetti suesposti, istituisce un confronto fra le disposizioni in uso in diversi Paesi, cosicchè il paragone con quelle assai semplici, proposte dalla Delegazione stessa per un regolamento internazionale, risulta evidente.

In detto confronto noto una lacuna assai grave, e cioè non è fatto cenno di esso delle prescrizioni Americane e delle prescrizioni Tedesche. Delle prescrizioni Italiane pure non è fatto cenno.

Le prescrizioni Americane sono assai complesse e molto istruttive, specialmente perchè dimostrano come nei Paesi più progrediti in fatto di costruzioni di linee elettriche, le norme generali sono emanate da un unico Ente.

Le prescrizioni Tedesche sono fra le più complete ed interessanti.

Ma non Vi affliggerò, egregi Colleghi, colle cifre e coi dati; chi se ne vorrà interessare, potrà esaminare le tabelle riassuntive di confronto tra le diverse norme contemplate dalla Delegazione Belga. D'altra parte l'argomento è già stato ampiamente esposto, nel modo più completo possibile, dal collega Norsa nel suo interessante studio già citato e pubblicato sul nostro giornale (*Elettrotecnica*, 5 settembre, 5 novembre 1922).

Noterò solo, a proposito delle tendenze Belghe-Olandesi, che qualche contrasto (specie da parte della Delegazione Svizzera) originò l'ammissione del doppio isolatore negli attraversamenti, se estesa agli isolatori sospesi, tanto che nell'ordine del giorno la proposta del doppio isolatore è attenuata da un « solo quando sia indispensabile ».

*

Le diverse comunicazioni che ho riassunte, non diedero luogo (come già fu notato sulla *Elettrotecnica*) ad una discussione organica e di carattere generale quale si poteva richiedere ad una Conferenza Internazionale. E mancata una adatta preparazione alla discussione; ad essa non parteciparono i Delegati Americani che molte cose interessanti avrebbero potuto dire. La Germania non era rappresentata alla Conferenza di Parigi.

D'altra parte una discussione su di un Regolamento Internazionale non era matura, dato che, come abbiamo visto, i progetti di regolamenti sono ancora in corso di elaborazione e di studio presso le singole Nazioni. E poi, troppi sono i punti da precisare per potere discutere su norme generale. Noto in particolare:

I coefficienti di sicurezza debbono essere omogenei nelle singole parti della costruzione di una linea, possono essere costanti lungo tutto il suo percorso, possono essere identici per tutte le linee da costruirsi; ma le ipotesi di sovraccarico debbono essere diverse lungo la linea stessa in relazione alle condizioni naturali specifiche delle località attraversate, diverse da regione a regione e tanto più da Nazione a Nazione.

La scelta dei coefficienti di sicurezza, come giustamente ha osservato il Collega Norsa nella memoria già citata, dovrebbe essere indipendente dalla valutazione dei sovraccarichi. Le due questioni vanno separate e distinte ed abbinate solo nei risultati o per confronti fra norme diverse.

Occorre poi mettersi d'accordo sul calcolo, e cioè sugli sforzi presi in considerazione, nonchè sulle formule che si seguono per il calcolo stesso. E le divergenze su questi punti sono ancora parecchie.

Infine, bisognerebbe intendersi bene sulle qualità caratteristiche dei materiali impiegati.

La discussione di Parigi divagò su particolari di carattere secondario e su considerazioni locali.

L'ordine del giorno già ricordato approva, oltrechè il voto della delegazione Belga-Olandese anche il voto della Delegazione Italiana. Questo riporta veramente la questione al suo punto essenziale, di separare i principii generali e fondamentali che interessa adottare internazionalmente, dalle prescrizioni speciali, che sono e che saranno sempre necessarie per i differenti Paesi in ragione delle loro condizioni ed abitudini particolari, e deferisce la approvazione di detti principii generali alla Commissione Elettrotecnica Internazionale, della quale possiamo qui salutare il nuovo Presidente, che è pure il Presidente nostro.

*

Dal complesso delle comunicazioni e dai concetti svolti nella discussione, è tuttavia apparso evidente, anche per quanto

riguarda le linee elettriche, la spiccata tendenza a *semplificare ed a costruire bene, evitando lo spreco*. Le Società concessionarie sono le prime interessate a costruire gli impianti in modo perfetto e ciò dovrebbe essere la garanzia migliore per tutti e per ottenere regolamenti meno severi.

In altre parole, si potrebbe riassumere la tendenza attuale: *costruire in modo che in ogni parte della linea i materiali siano sollecitati al massimo consentito dal grado di sicurezza che si vuole ottenere sotto i sovraccarichi massimi ragionevolmente prevedibili e non si creino in nessun punto degli sforzi inutili.*

*

Avrei finito se non sentissi la necessità di aggiungere qualche parola riguardo alle norme ed ai regolamenti Italiani sulle linee elettriche.

Per questi non è stata presentata a Parigi dalla Delegazione nostra alcuna memoria e solo qualche accenno ad essi venne fatto nella relazione francese e nella discussione, alla quale abbiamo partecipato.

Con vero compiacimento possiamo affermare, da quanto udito nella Conferenza di Parigi che, in materia di tecnica costruttiva delle grandi e medie linee elettriche, l'Italia è certamente fra le prime Nazioni d'Europa. Basterebbe citare i numerosi, interessanti studii, opere di colleghi nostri qui presenti ed assenti, comparsi in argomento nella nostra *Elettrotecnica*, le norme sulle prove degli isolatori, l'opera veramente notevole presentata dalla « Commissione Pali » nel luglio 1922, per esserne convinti; basta guardarsi intorno per avere la conferma dello sviluppo che ha preso in questi ultimi anni la costruzione delle grandi linee di trasporto.

Purtroppo, diciamo qui tra noi, la parte regolamentare e legislativa non ha seguito di pari passo la tecnica, ed è doloroso il constatare che non pochi incagli essa ha apportato ed apporta alle nuove costruzioni.

Sono argomenti noti ed in parte già trattati in altre riunioni, e ne farò solo un brevissimo cenno.

La vecchia Legge italiana del 1894 sull'elettrodotto, in forza della quale « ogni proprietario è tenuto a dar passaggio per i suoi fondi alle condutture elettriche », è la più liberale, almeno nei riguardi di chi ha interesse a costruire le condutture stesse, fra tutte quelle emanate in tutte le Nazioni del mondo. Essa non è priva di difetti, specialmente perchè non assicura l'immobilità delle linee (il proprietario può chiedere lo spostamento offrendo « un posto ugualmente comodo per l'esercizio della servitù », concessione che tanti guai e tante contestazioni ha provocato), non parla a chi spetti pagare lo spostamento richiesto, lascia adito a serie discussioni fra esercenti e proprietari, è muta su altre questioni importanti.

Ma il difetto più grave della vecchia legge, alla quale, anzichè porre rimedio, si sono apportati dei peggioramenti, è la facoltà data alle Pubbliche Amministrazioni di dettare le norme tecniche per gli attraversamenti degli impianti di loro spettanza. E successo in Italia quello che abbiamo visto lamentare dalle altre Nazioni, anche da quelle più arretrate di noi nel campo delle applicazioni elettriche: un sovrapporsi di leggi e di regolamenti quanto mai dannoso; e gli Esercenti si trovano alle prese ora colla Direzione Poste e Telegrafi, ora colle Ferrovie dello Stato, ora colle Provincie, e ciascun Ente detta leggi, dispone, varia a suo piacimento, e le Amministrazioni ricordate vengono ad aggravare l'onere delle costruzioni con imposizioni tecniche ingiustificate od eccessivamente severe, o ad imporre canoni indebiti od esagerati.

Le Amministrazioni Ferroviarie, per permettere attraversamenti sotto angoli inferiori a 90°, e ad ogni modo mai minori di 45°, e per limitare la loro ingerenza alla sola campata di attraversamento e non alle contigue, esigono una sicurezza di 8 nei conduttori coi notevoli sovraccarichi a voi ben noti, ed ipotesi di sollecitazione sui pali così severe che ne originano enormi costruzioni metalliche di peso almeno triplo di quanto la prudenza più oculata potrebbe imporre. Recentissime norme hanno diminuito il coefficiente di sicurezza pei conduttori da 8 a 6; ma anche questo sembra ancora eccessivamente severo, tanto più che, in contrasto con queste prescrizioni, le Ferrovie dello Stato nella costruzione delle loro linee primarie consentono sollecitazioni fino ai tre quarti del limite d'elasticità.

L'Amministrazione Poste e Telegrafi, di fronte ai progressi delle più moderne linee ad isolatori sospesi, non ha saputo far di meglio che riesumare una Circolare del Ministero Agricoltura, Industria e Commercio del 1909 e richiede una sicurezza di 6 nei conduttori e una sicurezza di 3 nei pali, nelle

ipotesi della rottura di tutti o di metà conduttori a seconda del loro numero. Pare ora disposta ad ammettere una ripartizione degli sforzi su due o su tre pali contigui, secondochè trattisi di isolatori rigidi o sospesi.

Notevole è che nessuna linea telegrafica e telefonica italiana resisterebbe alle condizioni di vento e di sovraccarico previste per le linee che le debbano attraversare: la prova migliore è che ai primi venti ed alle prime nevicate vi sono disservizi telegrafici e telefonici, mentre molte nostre linee sfidano le tormentate della montagna.

Questione gravissima è quella dei *parallelismi* colle linee telegrafiche e telefoniche, ed essa importa bene spesso all'esercente costosi spostamenti delle linee stesse, o difficili varianti a tracciati delle linee elettriche. Si respingono progetti di linee nuove se non è rispettata una distanza minima di 200 metri dalle linee telegrafiche o telefoniche. Si esigono dagli esercenti *formali dichiarazioni* che il neutro non sarà mai messo a terra, mentre abbiamo sentito e sappiamo che la messa a terra del neutro è ormai di regola negli impianti più moderni ad altissima tensione.

Non mi addenterò nella questione dei canoni e dei depositi cauzionali che, in aperta violazione della lettera e dello spirito della legge 1894, esigono le Amministrazioni ferroviarie e le Provincie. La questione è stata recentemente ed ampiamente trattata dal periodico della A. E. I. E., provocando da parecchi esercenti delle comunicazioni veramente gravi.

Debbo solo aggiungere come la procedura d'istruttoria delle linee elettriche e le pratiche per ottenere i Decreti di pubblica utilità, così necessari per dirimere difficoltà di espropri ed altre trattative coi privati, si è complicata ed aggravata col Decreto 17 dicembre 1922, che crea l'Amministrazione Poste e Telegrafi arbitra suprema dei consensi per la costruzione delle nuove linee elettriche.

A questo proposito, fin dal febbraio 1923, il periodico ora citato della A. E. I. E. scriveva:

« Con tutto il rispetto che nutriamo per i colleghi funzionari delle PP. TT., il provvedimento ci trova profondamente scettici e contrari. Scettici, perchè non è con questo sistema che si potranno drizzare le cose storte; contrari, perchè quell'inutile e dannoso intervento potrà solo far perdere molto tempo, molti danari e complicare ancora di più la costruzione delle linee.

« Le linee a correnti deboli debbono difendersi coi propri mezzi.

« I funzionari delle Poste e Telegrafi abbiano il coraggio di proporre i rimedii occorrenti a mettere le loro linee in buone condizioni tecniche d'impianto e di esercizio e non cerchino l'impossibile agli altri.

« Non sappiamo se sia più preminente una linea telefonica o una elettrica, che serve a trazione od alimenta plaghe intere con migliaia di kilowatt, e se, dal lato dell'economia generale, sia più conveniente spostare la linea a debole corrente o quella a corrente forte, il cui tracciato il più delle volte è obbligato.

« A proteggere la linea telefonica contro i disturbi provenienti dalle vicine linee industriali, basta poco, cioè basta che sia fatta a regola d'arte secondo i moderni concetti. Ad impedire le dispersioni ed i disturbi nelle linee che trasportano decine di migliaia di kW non vi è nulla che sia efficace, poichè i disturbi stessi dipendono da infinite circostanze, quasi sempre estranee alla volontà od alla diligenza dell'esercente ».

✱

Finisco, concludendo che tutta la complessa materia relativa alle norme sulla costruzione delle linee elettriche a bassa, a media, ad alta, e tanto più ad altissima tensione, esige, anche in Italia, una revisione generale; è cioè *urgente* l'aggiornamento della legge 7 giugno 1894 sull'elettrodotta, ed è *necessario* che esso tenga conto di tutte le necessità legali, tecniche ed industriali della questione, contemperando fra loro le varie tendenze e collegando in un tutto organico il complesso delle disposizioni maturate nel tempo.

Il regolamento, certamente ottimo, che potrà emettere il nostro Comitato permanente di revisione delle « Norme per l'esecuzione ed esercizio degli impianti elettrici », o quello che potrà emettere un consesso di Competenti quali sono le Personalità che formano il « Comitato Elettrotecnico Internazionale », resteranno lettera morta per noi, se non potranno trovare, colla sanzione della Legge, pratica applicazione e se le diverse Amministrazioni che ora legiferano, ciascuna per proprio conto e bene spesso in contraddizione l'una coll'altra,

non saranno messe una buona volta d'accordo fra di loro, cogli esercenti e colla buona tecnica costruttiva, ed un *unico Ente tecnico competente* curerà l'applicazione delle Norme stesse, facilitando la costruzione dei nuovi impianti e l'estendersi coordinato e razionale di quelle meravigliose arterie di energia che sono le linee ad alta ed ad altissima tensione.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Turbina a due salti.

Riceviamo:

Nel numero del 15 aprile 1924 di codesta spett. Rivista leggo una lettera a firma Ing. Luigi Boselli relativamente al mio articolo comparso nel numero del 25 febbraio u. s., « Una speciale unità idraulica di riserva ».

Non comprendo la ragione di questa lettera, in quanto l'aver espresso, come chiaramente scrissi un parere sulla possibilità di risoluzione di un problema su richiesta della Spett. Soc. Edison, rifacendo per mio conto i calcoli, non significa evidentemente aver dichiarato di aver eseguito io i calcoli e i disegni della turbina già ordinata alla Spett. Ditta Escher Wyss, mentre io non potevo per evidenti ragioni di delicatezza fare cenno di ciò.

Le sarò grato comunque della pubblicazione della presente in quanto potrebbe sembrare a chi legga la lettera dell'Ing. Boselli e non abbia letto il mio articolo che io mi sia abusivamente appropriato la.... paternità della turbina; ciò che non è.

Ringraziando dell'ospitalità.

Prof. Ing. MICHELE LO PRESTI.

✱ ✱

Illuminazione dei segnali ferroviari.

Riceviamo:

Nel n. 7 de « L'Elettrotecnica » l'A. Senphy, trattando della « Illuminazione elettrica dei segnali ferroviari », augurandosi che anche per questo ramo della illuminazione venga generalizzato l'im-

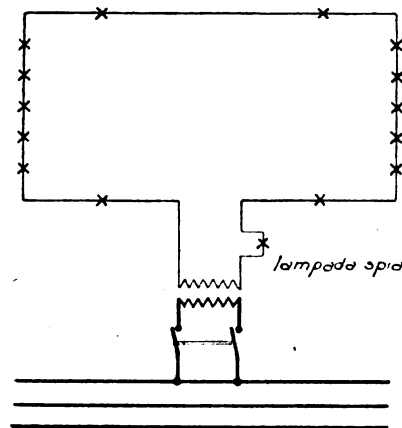


Fig. 1.

piego della energia elettrica, conclude che il miglior sistema, dei quattro presi in esame, è quello con lampade in derivazione su due circuiti distinti (3 fili).

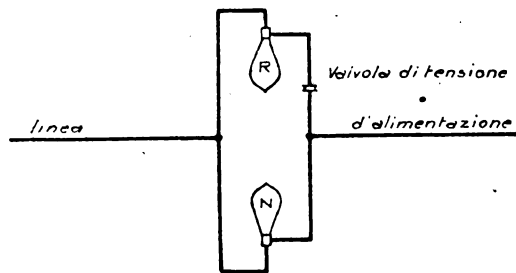


Fig. 2.

Mi permetto far presente che, dovendosi ottenere:

- 1) di evitare l'oscuramento completo del segnale;
- 2) di usare lampade con filamenti resistenti;

uno dei migliori sistemi, ritengo, possa essere quello con lampade in serie alimentate da un unico trasformatore regolatore.

Ammettendo di dover alimentare 12 lampade da 100 candele per 12 segnali (vedi fig. 1) sarebbe sufficiente posare una linea unipolare percorsa da corrente costante, per esempio di due ampere fornita dal trasformatore regolatore T.

In ogni segnale si potrebbero collocare due lampade (fig. 2) la N normalmente accesa; la R lampada di riserva si accenderebbe automaticamente quando, bruciandosi la N, saltasse la valvola di tensione.

Con detto sistema ogni segnale viene munito di due lampade delle quali una sola accesa, la verifica ottica dello spegnimento della lampada normale si ottiene facilmente con un dispositivo che impedisca, quando questa è spenta, che la luce della lampada R sia visibile dalla parte posteriore del segnale. Abbisognando anche di una segnalazione acustica della messa fuori servizio della lampada N si potrebbe, utilizzando il movimento della bobina mobile del trasformatore all'istante dell'apertura del circuito, comandare un campanello d'allarme.

Grazie e distinti ossequi.

GUALTIERO STORCHI.

:: SUNTI E SOMMARI ::

CONDUTTURE.

L. J. CORBETT — Disposizioni adottate per l'isolamento sui pali d'amaraggio e portanti, per la campata di 1450 metri della linea a 210 000 V nell'attraversamento dello Stretto di Carquinez. (J. A. I. E. F., settembre 1923, pag. 887).

Nel 1901 la Bay Counties Power Co. costruì una linea a 60 000 volt con campata di 1450 m attraverso lo Stretto di Carquinez nella Baia di San Francisco. La linea aveva quattro conduttori (uno era di riserva), ma nel 1914 ne furono aggiunti altri due.

resistere alla risultante degli sforzi provenienti dalle due campate adiacenti.

Il sistema di isolamento fu studiato in modo che gli isolatori lavorino tutti soltanto a compressione.

Negli ancoraggi, il cavo si avvolge su una puleggia, l'asse della quale trasmette la tensione, per mezzo di un sistema di molle, a una sbarra rotonda che forma un asse all'estremità di una struttura ad Y in acciaio. L'estremità delle braccia dell'Y sono collegate fra loro e articolate con due colonne di tre isolatori ciascuna, sui quali viene riportato per compressione, lo sforzo di tensione esercitato dal cavo. Le due colonne di isolatori che sostengono l'Y sono inclinate all'infuori rispetto alle braccia dell'Y e si riportano, con collegamento snodato su un'incastellatura in acciaio ancorata sul blocco di calcestruzzo. Il peso dell'Y è sostenuto, come si vede in figura 2, da altre due colonne supplementari di isolatori. Le colonne di isolatori hanno un morsetto mediante il quale lo sforzo può essere approssimativamente equilibrato nelle due colonne. Grazie a questo sistema di collegamenti snodati, sono eliminati sugli isolatori tutti gli sforzi che non siano di semplice compressione.

Sui pali, o torri, in ferro, di cui il maggiore raggiunge 71 m di altezza, sono montati dei gruppi di isolatori particolarmente studiati. Ogni cavo corre entro un apposito morsetto, sorretto da sei colonne costituite ciascuna da tre isolatori portanti. Le sei colonne sono disposte tre a tre in due piani diversi, inclinati sulla verticale di $22^{\circ}30'$ e intersecantisi sull'asse del cavo; anche le due colonne laterali delle tre in ciascun piano sono inclinate sulla colonna centrale, come si vede in figura 3. Queste inclinazioni permettono di resistere alle azioni trasversali dovute al vento, oppure ad ineguali azioni longitudinali nelle campate adiacenti, senza che intervengano sforzi di flessione sulle colonne di isolatori. Ogni colonna ha alla base un attacco aggiustabile per permettere l'egualizzazione degli sforzi.

Nelle due torri estreme, i morsetti portacavi sono fissi, essendosi ritenuto che, data la vicinanza degli ancoraggi fissi, le ineguaglianze di sollecitazioni nelle campate adiacenti non potessero essere molto grandi. Ma nella torre principale che ha da un lato una campata di 1450

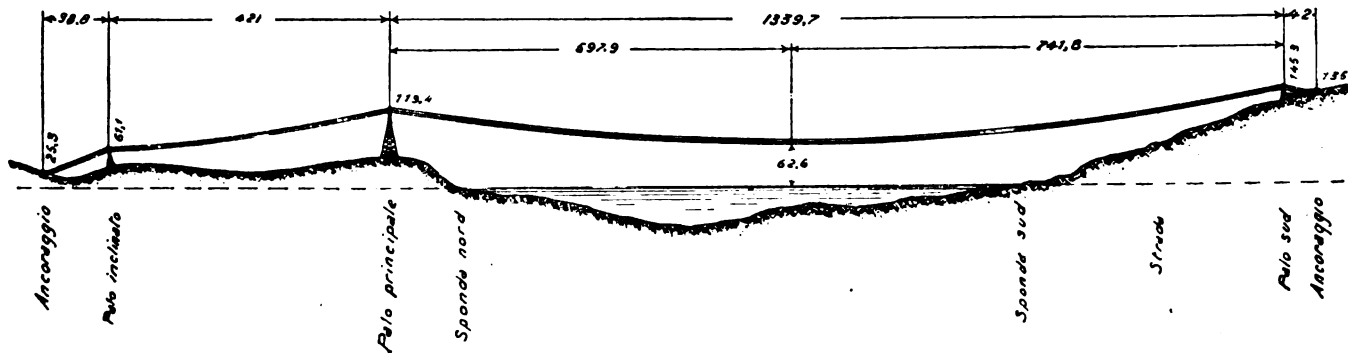


Fig. 1. — Profilo dell'attraversamento.

Nel 1922 essendosi deciso di elevare la tensione a 110 000 V, l'attraversamento dovette essere adattato a tale tensione e si dovette quindi rifare il sistema di isolamento.

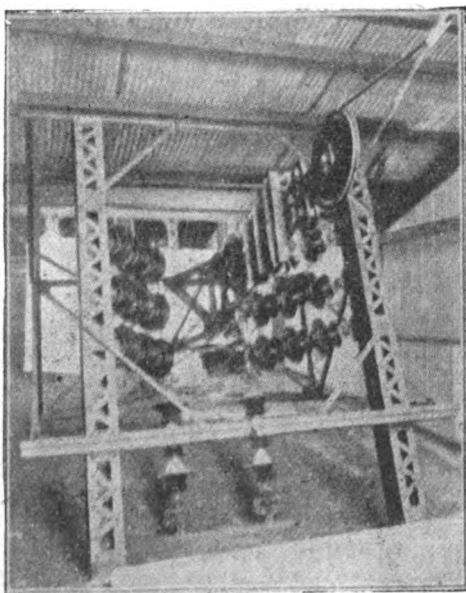


Fig. 2. — Vista dell'ancoraggio dalla parte dell'attacco del cavo.

La fig. 1, dà il profilo e le caratteristiche dell'attraversamento. I conduttori si appoggiano soltanto sui pali in ferro, mentre la loro tensione è sopportata dai due ancoraggi di estremità. L'ultimo palo sulla riva nord, alto 65 metri, è inclinato di 13° dalla verticale, per meglio

metri e dall'altra una campata di 45 metri, le variazioni di temperatura avrebbero provocato sforzi notevoli in senso longitudinale sul cavo. Come si vede in figura 4, per questo palo fu costruito un morsetto portacavo speciale che comprende un pezzo scorrevole su rulli; i rulli sono immersi nel grasso, ed agli estremi della corsa sono disposte delle molle di contrasto. In pratica si è riconosciuto che effettivamente le

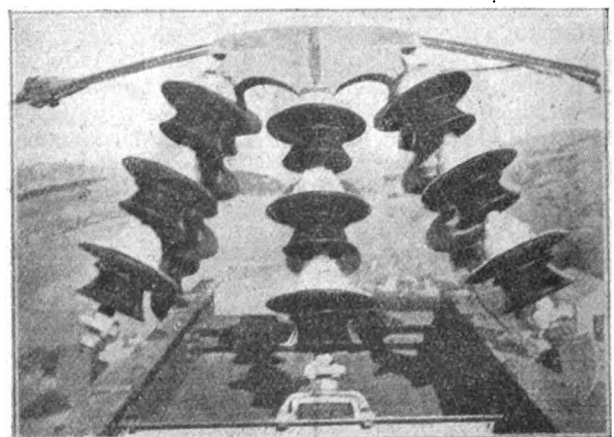
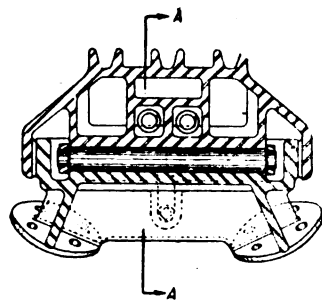


Fig. 3. — Gruppo di isolatori a sostegno del morsetto portacavo.

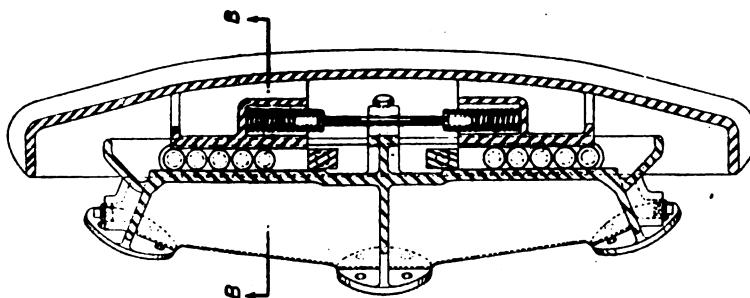
variazioni di temperatura si ripercuotono nello spostamento, in un senso o nell'altro, del morsetto.

I cavi nelle lunghe campate sono soggetti a serie vibrazioni che cambiano colla velocità del vento e sono di due specie: una, rivelata da un ronzio continuo, e l'altra della natura di un impulso che si propaga su e giù per la campata a intervalli di pochi secondi. Si temeva che queste continue vibrazioni comunicandosi all'acciaio dei supporti vi producesse a lungo andare un fenomeno di cristallizzazione nelle vi-

cinanze degli attacchi, compromettendone le proprietà meccaniche. Per diminuire tale effetto nocivo, nelle vicinanze dei morsetti si sono aggiunti altri due cavi paralleli ed eguali al principale i quali, aumentando il peso del cavo presso l'attacco, smorzano l'oscillazione e ne evitano la concentrazione in un solo punto. I due cavi ausiliari si attaccano a quello principale mediante morsetti aggiustabili che permettono di distribuire lo sforzo di tensione sui tre cavi.



Sezione B B



Sezione A A

Fig. 4. — Morsetto portacavo con pezzo scorrevole.

Colle oscillazioni prodotte dal vento nel cavo, poteva avvenire che lo sforzo si riportasse alternativamente prima tutto su uno dei cavi laterali e poi su l'altro. Ad evitare tale inconveniente si disposero i tre cavi, non in un piano orizzontale, ma in un piano verticale. Soltanto nelle immediate vicinanze del morsetto, tale disposizione viene cambiata in quella orizzontale. Ciò si compie mediante un apposito morsetto che eguaglia lo sforzo sui due cavi laterali e scarica il cavo principale. Il dispositivo è chiaramente riassunto in figura 5.

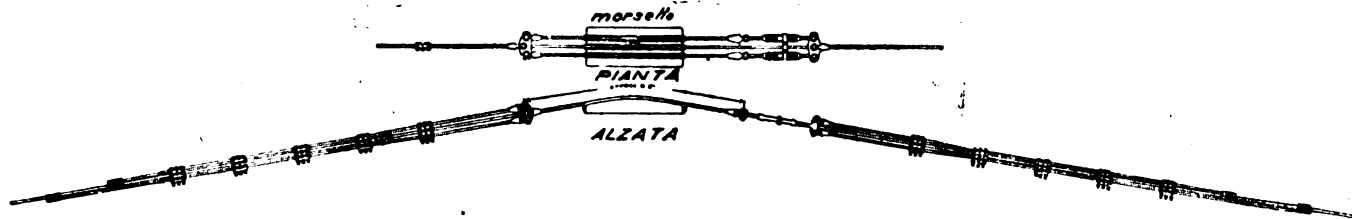


Fig. 5. — Disposizione dei cavi ausiliari all'attacco ai pali.

Il collegamento fra il cavo principale e quelli ausiliari è compiuto mediante cinque morsetti per parte, che assicurano anche il voluto distanziamento. I cavi ausiliari si estendono ai lati dei pali fino a distanze comprese fra 7 e 15 metri; uno dei due cavi ausiliari è sempre più lungo dell'altro.

R. S. N.

*

M. LEBOUCHER — Le linee di contatto per grandi velocità. (Seconda Conferenza Internazionale sulle reti ad alta tensione, novembre-dicembre 1923).

L'A. in una breve premessa, osserva come uno dei problemi più delicati da risolvere negli impianti di trazione elettrica dove si raggiungano grandi velocità, sia quello di buon contatto tra gli organi di presa di corrente delle motrici e la linea di adduzione della corrente. Tra i due sistemi di linea di contatto, a terza rotaia ed a filo aereo, il primo è ottimo per tensioni sino a 1200 volt, e per velocità sino a 100 km/ora, ma al di là di questi limiti pare che nessuno ritenga opportuno l'adottarlo; il secondo è forse l'unico ammissibile, quando la tensione della corrente o la velocità dei treni sorpassino un dato valore. In Francia, dove venne a suo tempo prescelta per l'elettificazione delle ferrovie la corrente continua a 1500 V, per permettere la scelta tra i due tipi di linea, non sembra che sino ad ora sia stata adottata la terza rotaia, su vasta scala: ciò sia per il pericolo che presenta una rotaia a 1500 V per la manutenzione dell'armamento, che per l'inconveniente delle forzate interruzioni ai passaggi a livello, e nelle stazioni, ed infine per la difficoltà di realizzare un'organo strisciante che a forti velocità mantenga il contatto colla rotaia.

Limitando quindi il suo esame alle linee aeree, l'A. giunge alla conclusione, che l'unico sistema di sospensione che realizzi le condizioni (essenziali per una linea di contatto), di mantenere il filo di lavoro in un piano parallelo a quello delle rotaie, e di conservargli una flessibilità per quanto possibile costante, è quello a catenaria.

La ricerca del più opportuno sistema di sospensione del filo di lavoro, va però integrata colla scelta dell'organo di presa di corrente: questo deve rispondere a determinati requisiti onde attenuare e limitare al minimo gli inconvenienti dovuti alle irregolarità della linea (punti rigidi, sottopassaggi, scambi, ecc.).

Alle diverse considerazioni sulla linea di contatto seguono perciò in questo studio, alcuni appunti relativi al tipo di pantografo da adottarsi per le grandi velocità.

Linee a catenaria. — La sospensione a catenaria, comporta una corda portante, sospesa tra due supporti, che assume la forma di una

catenaria, ed un filo di lavoro pressochè orizzontale, notevolmente teso e sospeso alla corda mediante pendini equidistanti.

Per realizzare il secondo requisito della sospensione a catenaria, i pendini di sostegno devono essere muniti, specialmente in prossimità dei supporti, di un dispositivo che permetta al filo di lavoro di sollevarsi sotto la pressione del pantografo senza trascinare con sé la corda portante. Ciò è in relazione colla diversa flessibilità

che presenta, lungo la sua campata, una corda supposta infinitamente elastica tesa tra due sostegni; tale flessibilità, (misurata dalla quantità di cui si solleva la corda per effetto di uno sforzo P ad essa applicato e diretto dal basso verso l'alto) è nulla in corrispondenza dei supporti ed è massima in mezzaria della campata, dove assume il valore di $\Delta y = P \frac{f}{2pL}$ (f = freccia massima della corda prima dell'applicazione della forza P ; p = peso della corda per m. l.);

L = lunghezza della campata). Perciò in questa posizione il filo di lavoro potrebbe subire una notevole deformazione al passaggio del pantografo, pur essendo rigidamente collegato alla corda portante; in prossimità dei supporti, invece, un piccolo sollevamento del filo nelle condizioni suesposte, distruggerebbe la freccia statica della corda, cosicchè un'ulteriore deformazione non sarebbe possibile che vincendo il peso della linea pendino compreso, (a danno quindi della flessibilità).

Le linee a catenaria normalmente adottate sono:

- 1° Linee semirigide o a punti fissi.
- 2° Linee elastiche od inclinate.

Nelle linee semirigide il filo di lavoro e la corda portante sono sempre nello stesso piano verticale: i piani verticali delle diverse campate formano una superficie poliedrica a spigoli verticali: nelle curve il filo di lavoro viene ad essere situato successivamente a destra e a sinistra dell'asse del binario. I vertici della superficie poliedrica hanno una posizione fissa nello spazio, sia per la corda come per il filo, cosicchè la linea è priva di libertà di movimento e conserva una lunghezza costante anche sotto le variazioni di temperatura.

Nelle linee elastiche, invece, la corda portante è rigidamente fissata ai supporti, mentre il filo di lavoro è sostenuto liberamente da quella mediante pendini e non possiede alcun dispositivo che ne vincoli la posizione rispetto all'asse del binario, in corrispondenza dei supporti. La tensione del filo fa prendere ai pendini delle inclinazioni sulla verticale variabili col raggio delle curve. L'inclinazione α misurata però rispetto alla orizzontale è funzione della tensione T del filo, del suo peso P per una distanza a tra i pendini e del raggio R della curva; dalla relazione che lega gli elementi indicati:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{PR}{Ta} \text{ si ricava che se la tensione varia, il filo di lavoro}$$

si sposta; ciò rende, entro certi limiti, la linea autocompensata alle variazioni di temperatura.

La linea a catenaria elastica presenta in curva un ulteriore vantaggio rispetto alla linea semirigida. In questa il filo di lavoro ha in curva l'andamento di una spezzata, i cui vertici sotto ogni supporto sono mantenuti in posizione determinata per mezzo di aste speciali, fissate ai pali o alle mensole. Tali aste costituiscono dei punti duri che creano una discontinuità nella flessibilità: e danno luogo ad archi al passaggio del pantografo. Nella linea elastica invece la flessibilità è notevole in curva, potendosi il filo sollevare liberamente.

Quest'ultimo sistema di sospensione obbliga però ad adottare

per i supporti posati nell'interno delle curve delle mensole lunghe e conduce a complicazioni in caso di linee a più binari.

I due tipi di catenaria sono equivalenti in rettifilo.

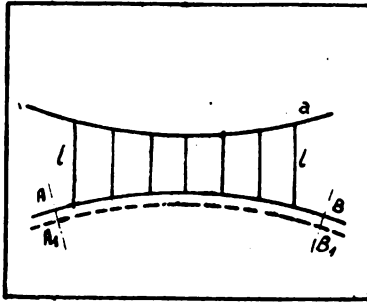


Fig. 1.

Comportamento delle due linee al variare della temperatura. — In una catenaria semirigida un filo di lavoro di 100 mmq. messo in opera con una tensione di 2 kg/mmq. a +40° C. assumerebbe alla temperatura di -20° una tensione di 15 kg/mm², inammissibile; occorrerebbe quindi, in questo caso, ricorrere ad una regolazione stagionale della linea (mediante tenditori o dispositivi analoghi). In una catenaria elastica al contrario, la linea varia di lunghezza colla temperatura e s'abbassa o s'innalza per effetto di un incremento positivo o negativo di questa.

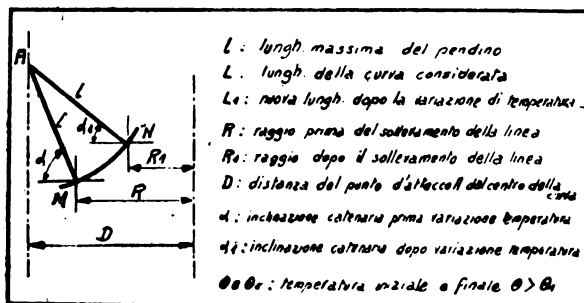


Fig. 2.

Adottando le notazioni delle fig. 1 e 2 si può scrivere che quando la tensione del filo di lavoro sale per effetto di una variazione di temperatura $\theta - \theta_1$, la linea in curva si solleva da M in N, rendendo disponibile una frazione della sua lunghezza

$$L - L_1 = \frac{L l}{R} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha)$$

Tale frazione $L - L_1$ può compensare in parte il raccorciamento della linea prodotto dalla diminuzione di temperatura, in modo che la tensione nel filo di lavoro risulti inferiore a quella che gli spetterebbe se esso non avesse possibilità di spostamenti.

L'equazione di compensazione per la curva di lunghezza L è la seguente:

$$\frac{L l}{R} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha) = L \left[\lambda (\theta - \theta_1) - \frac{T_1 - T_0}{E \Omega} \right]$$

dove l'incognita è T_1 e T_0 è la tensione alla temperatura θ .

Si comprende come, in una linea composta di rettifili e curve, la diminuzione di lunghezza ottenuta col sollevamento della linea in curva possa compensare in parte il raccorciamento totale. La compensazione sarà tanto più sentita quanto più grande sarà il rapporto tra lunghezza curve e lunghezza rettifili; la massima compensazione si avrà per una linea totalmente in curva.

Se L_T è la lunghezza totale della linea e L_c la lunghezza di una curva, l'equazione di compensazione sarà

$$\sum \left[\frac{L_c l}{R} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha) \right] - L_T \left[\lambda (\theta - \theta_1) - \frac{T_1 - T_0}{E \Omega} \right]$$

dove il primo termine indica il raccorciamento geometrico dovuto alle curve e il secondo indica il raccorciamento totale della linea, che è funzione della temperatura e dell'aumento di tensione dovuto ad essa.

Il valore della tensione di equilibrio T_1 che il filo di lavoro assumerà per l'incremento di temperatura $\theta - \theta_1$, in quel tronco di linea considerato, è dato dall'intersezione della curva $\sum \left\{ \frac{L_c l}{R} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha) \right\} = C E$ colla retta $L_T \left\{ \lambda (\theta - \theta_1) - \frac{T_1 - T_0}{E \Omega} \right\} = B D$ costruite in funzione della tensione T_1 che si farà variare a partire da T_0 (fig. 3).

Perchè si verifichi un compenso sufficiente alla diverse temperature occorre che i rettifili e le curve si susseguano a piccoli

intervalli. Con rettifili di 5 ÷ 10 km. il problema si complica ed è necessario ricorrere ad altro sistema di regolazione; si possono effettuare sezionamenti in aria della linea ogni 4-5 km per evitare spostamenti troppo ampi del filo di lavoro, ma occorre sempre eseguire una regolazione stagionale per non avere sollecitazioni anormali nel rame.

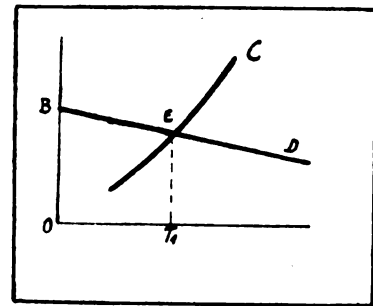


Fig. 3.

Punti singolari delle linee. — In generale tutte le linee di contatto presentano dei punti di rigidità dovuti a sottopassaggi, scambi, ecc.; per attenuare gli inconvenienti di un irregolare contatto del filo cogli organi di presa di corrente delle motrici, ed agli effetti della conservazione della linea si è fatto ricorso a speciali accorgimenti.

Se una linea deve portarsi dall'altezza normale ad una altezza superiore od inferiore (ad esempio in corrispondenza di un passaggio a livello o di un sottopassaggio) il suo profilo sarà così studiato da permettere al pantografo, che passa a grande velocità, di conservare, durante il movimento di ascesa o di discesa, il contatto col filo di lavoro ad una pressione prossima a quella normale.

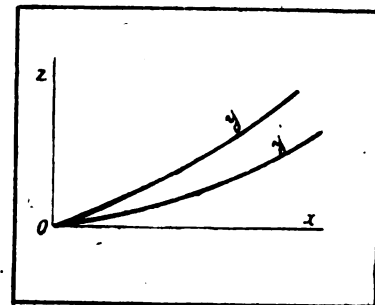


Fig. 4.

Se l'archetto del pantografo potesse liberamente sollevarsi per effetto della forza P prodotta dalle molle dell'apparecchio e fosse animato nel tempo stesso da una velocità orizzontale V costante, esso descriverebbe nel suo moto la curva y (fig. 4)

$$\text{di equazione } \frac{d^2 Z}{d x^2} = \frac{P}{V M} = \varphi(Z)$$

in cui M è la massa fittizia del pantografo (supposta in sommità), funzione dell'altezza Z dell'archetto.

Caricando invece l'archetto di un peso $P' < P$ esso descriverà la curva y' di equazione

$$\frac{d^2 Z}{d x'^2} = \frac{P - P'}{V M} = \varphi'(Z)$$

compresa tra la y e l'asse x . Reciprocamente se vorremo che l'archetto nel suo sollevamento sia costantemente sottoposto alla pres-

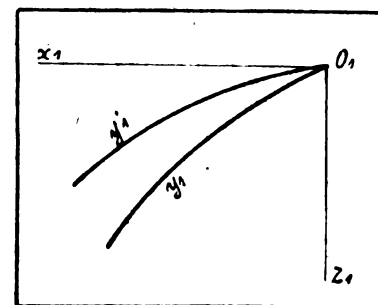


Fig. 5.

sione P' dovremo dare alla linea di contatto il profilo della y' . Il tracciato di questa curva è eseguito in funzione di quello della y di cui la y' è omotetica rispetto ad OZ . La y a sua volta si può assimilare ad una parabola, cosicchè per descriverla basterà ricavare sperimentalmente un punto, calcolando, ad es., il tempo occorrente perchè il pantografo si sollevi liberamente di un'altezza h stabilita.

Una curva analoga può essere descritta dall'archetto nel caso di un abbassamento della linea. La curva y_1 (fig. 5) corrisponde ad un carico sull'archetto di $2P$ e la y' ad un carico P_1' ($2P > P_1' > P$).

In pratica per determinare il tracciato da dare al filo di lavoro nel passaggio dall'altezza normale ad una altezza superiore od inferiore, si farà uso contemporaneamente delle due curve y' e y_1 (figura 6).

La curva risultante OB_0 sarà quella cercata.

Pantografi per linee a catenaria. — Condizione essenziale perchè la captazione della corrente avvenga in buone condizioni è che l'organo strisciante non abbandoni mai il filo di lavoro, così da evitare archi che danneggerebbero le parti in contatto. Sono quindi da scartarsi gli archetti di contatto fissati rigidamente al corpo del pantografo, perchè questo, per effetto della sua notevole massa, non potrebbe seguire agevolmente le irregolarità della linea.

Occorre adottare archetti leggeri fissati elasticamente sul pantografo, con un breve periodo di vibrazione, ed in numero tale da assicurare un contatto permanente. Sembra che 4 archetti per ogni pantografo rispondano allo scopo. È necessario d'altra parte che queste costruzioni non risultino molto pesanti. Un peso eccessivo impedirà al pantografo di salire velocemente e di agire con una pressione sufficiente sul filo di lavoro nel caso di sollevamento della linea, mentre farà esercitare uno sforzo troppo grande sul filo stesso nel caso di un abbassamento della linea.

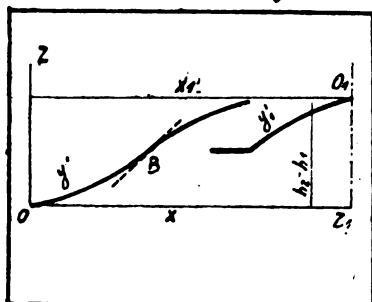


Fig. 6.

I requisiti di un buon pantografo sono: leggerezza, piccole resistenze passive (per mantenere il più possibile costante la pressione nei movimenti di ascesa e discesa), pressione costante in corsa normale, indipendente dall'altezza della linea, rigidità nel senso trasversale, poca sensibilità alla resistenza dell'aria.

Con pantografo a quattro archetti ed una linea ben studiata si possono facilmente derivare da un solo filo le intensità necessarie alla trazione dei più pesanti e più veloci treni oggi in servizio; a conferma di ciò stanno recenti esperienze americane. È quindi opportuno mantenere un solo filo di lavoro per quanto possibile, con vantaggio nella flessibilità e nel costo della linea.

Sembra che la velocità migliori le condizioni della presa di corrente, almeno sino a 100 km/ora; la ventilazione del punto di contatto pare produca il soffiamento degli archi formati tra archetti e filo di lavoro; lo zig-zag dato alla linea di contatto, rispetto all'asse del binario, migliora pure la presa della corrente.

Linee e pantografi studiati e costruiti secondo le direttive sopraesposte sono in funzione da circa sei mesi sul tronco Pau-Lourdes della « Compagnie des Chemins de Fer du Midi » con ottimi risultati. Il problema di derivare da un filo forti intensità di corrente a grandi velocità si può perciò considerare risolto quando si prendano le necessarie precauzioni nella costruzione della linea e degli organi di presa di corrente.

* *

GENERATORI ELETTRICI.

M. W. SMITH — Generatori e condensatori sincroni per lunghe linee di trasmissione. (J. A. I. E. E., settembre 1923, pag. 894).

L'A. mette in rilievo che alcune volte per il macchinario destinato a lunghe linee di trasmissione, possono intervenire speciali condizioni di funzionamento che costringano a progettare il macchinario stesso con particolari accorgimenti.

Una di queste condizioni di speciale funzionamento consiste nella necessità di fornire corrente sfasata in anticipo. La figura 1 riassume il comportamento di un generatore: la curva 1 è la curva di saturazione a vuoto; la curva 2 si riferisce al funzionamento a pieno carico con fattore di potenza = 0% in ritardo, e la curva 3 al funzionamento a pieno carico con fattore di potenza 0% in anticipo. Se si potesse mantenere un fattore di potenza esterno di 0% in anticipo e non ci fossero perdite nel circuito, la curva 3 seguirebbe l'andamento $c-e$; ma in pratica la resistenza e le perdite del circuito tendono a farle assumere l'andamento $a-d-f$. In realtà se si cercasse di far funzionare un generatore seguendo la curva 3 al disotto del punto c , l'eccitazione risulterebbe troppo bassa e la macchina salterebbe un polo, con che l'eccitazione, che era negativa, diventerebbe positiva (rispetto alla tensione di linea) e la tensione risalirebbe dal valore c al valore g .

Nel progettare i generatori che si presume possano essere chia-

mati a fornire elevate correnti sfasate in anticipo, bisogna tener conto della eventualità di dover ridurre l'eccitazione a valori così bassi che l'alternatore non abbia più sufficiente stabilità. Bisogna perciò aumentare l'intensità del campo di eccitazione rispetto a quello d'armatura, ciò che si ottiene aumentando le amperspire di eccitazione o diminuendo quelle d'armatura, o coi due mezzi contemporaneamente. L'ul-

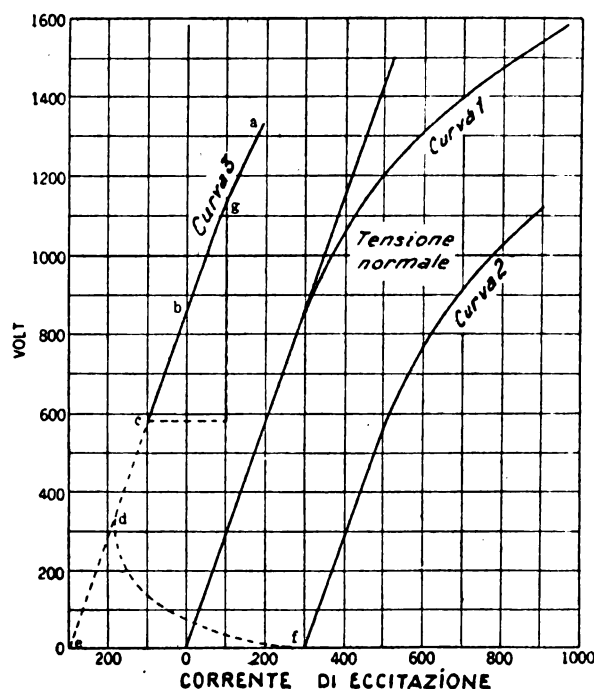


Fig. 1. — Curve di saturazione di alternatori.

timo mezzo è generalmente il più economico. Tuttavia ne viene un aumento del peso totale della macchina, ed eccessive dimensioni del rotor. Crescono quindi le difficoltà provenienti dalla forza centrifuga specialmente con macchine veloci, dovendosi ricorrere ad aumentare il diametro del rotor dal momento che le sue dimensioni longitudinali hanno dei limiti imposti dalle condizioni di ventilazione.

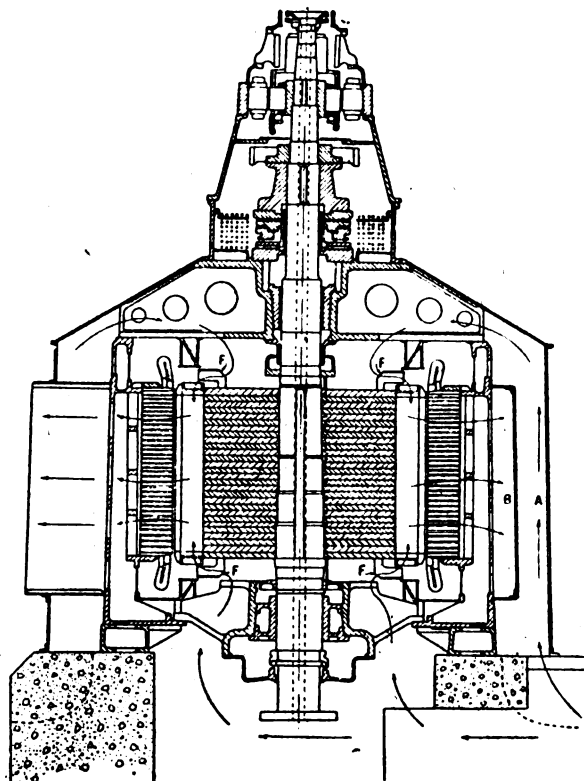


Fig. 2. — Sezione longitudinale di un alternatore da 28000 kVA.

Difficoltà di questo genere si incontrarono nella costruzione di tre alternatori veloci costruiti dalla Westinghouse per la Southern California Edison Co. Sono macchine a 50 periodi, capaci di fornire a 428 giri, 28000 kVA o 33'500 kVA raggiungendo rispettivamente le temperature di 60° e di 90°; possono anche funzionare a 60 periodi con 514 giri a 31300 kVA o 37500 kVA con temperature di 60° o di 90°.

Essi devono poter sopportare un aumento di velocità dell'85 %. Ciò porta a velocità periferiche di oltre 133 m al secondo, valore assai forte trattandosi di macchine a poli salienti.

Il rotore è costruito con pacco di lamiere d'acciaio da 63 decimi, infilato sull'albero. I poli sono formati con lamierini da 16 decimi, bullonati e chiodati insieme fra piastre estreme di acciaio fuso. Le bobine di campo venivano composte con nastro di rame e pressate interponendo delle lamiere d'acciaio fra le varie spire. Queste venivano poi accuratamente verniciate; fra le spire venivano interposti nastri di amianto pure verniciati; le bobine così formate venivano riscaldate al rosso facendovi circolare della corrente, pressate fra forme metalliche e raffreddate. L'isolamento fra la bobina e il polo era fatto con più strati di mica e amianto. La bobina era poi rivestita di bachelite.

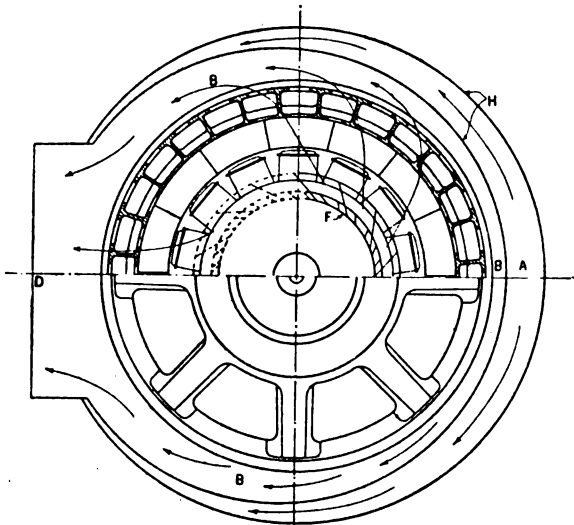


Fig. 3. — Sezione trasversale di un alternatore da 28 000 kVA.

Le figure 2 e 3 danno la sezione trasversale e longitudinale di questi alternatori. Come si vede sono ad asse verticale con eccitatrice accoppiata. Il supporto inferiore è isolato dalla carcassa.

Interessante è il dispositivo di ventilazione. Tutta l'aria doveva arrivare alla base della macchina e, data la costruzione massiccia del rotore, non era possibile far passare attraverso la parte ruotante l'aria destinata a raffreddare la parte superiore della macchina. Si adattò perciò una speciale camera d'aria cilindrica tutto intorno alla macchina come è indicato in figura. Benché i diversi comparti nei quali la camera d'aria è divisa siano eccentrici, la superficie esterna complessiva risulta ancora cilindrica. L'aria per la metà inferiore della macchina vi giunge direttamente in F dal canale di arrivo; quella destinata alla metà superiore, sale nei comparti A della camera d'aria e penetra dall'alto al basso nei canali di ventilazione nella carcassa. Lo scarico dell'aria calda avviene per mezzo delle camere B nel condotto D che la porta all'esterno.

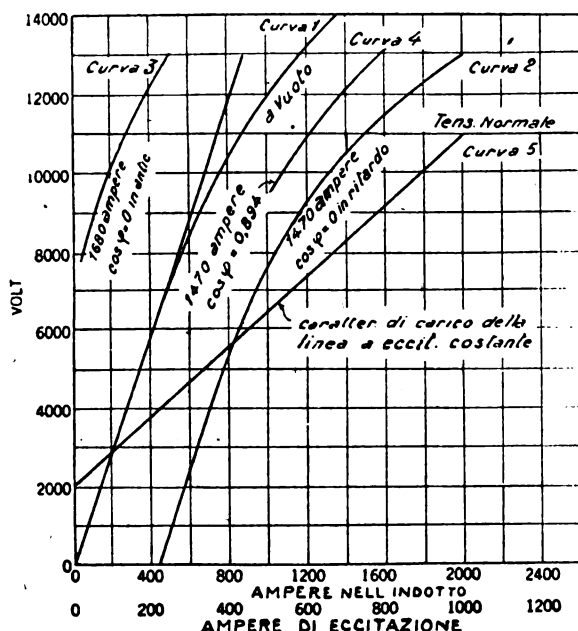


Fig. 4. — Risultato delle prove su un alternatore da 28 000 kVA, 11 000 V, 50 periodi.

Due alternatori del tipo descritto furono completamente montati in officina e sottoposti a una completa serie di prove.

Nella fig. 4 sono riportate le caratteristiche rilevate. Gli alternatori erano progettati in modo che potessero sopportare una corrente di

1680 A, con $\cos \phi = 0$ in anticipo e 8910 V con frequenza 50, senza che si verificasse l'autoeccitazione; queste condizioni corrispondono al 14 % in più della corrente normale (1470 A) e all'81 % della tensione normale (11 000 V). Inoltre con una eccitazione costante corrispondente a una tensione a vuoto di 2000 V, essi dovevano poter fornire una corrente di 1400 A a 8910 V, sempre con fattore di potenza in anticipo senza autoeccitarsi. La prima condizione di funzionamento è rappresentata dalla curva 3 di fig. 4, e la seconda condizione dalla curva 5.

Se si fosse trattato di costruire macchine destinate a funzionare sempre soltanto con fattore di potenza in anticipo, sarebbe stato agevole costruirle con buoni caratteri di stabilità di funzionamento senza eccedere i limiti normali di peso e di costo. Ma quando le macchine devono essere progettate per funzionare sia con fattore di potenza in anticipo che in ritardo, è quest'ultima condizione che diviene la più onerosa. Infatti tutto ciò che si fa per aumentare la stabilità di funzionamento con corrente in anticipo, (aumento dell'intraferro, o della saturazione) si ripercuote in una maggiore richiesta di eccitazione nel caso del funzionamento con corrente sfasata in ritardo. Quindi sopra-elevazione di temperatura nel circuito di eccitazione, o aumento del rame nello stesso circuito, od aumento nelle dimensioni della macchina.

Il funzionamento a corrente sfasata in anticipo, di solito, si verifica raramente e saltuariamente. Tale funzionamento però diventa invece normale nel caso di una lunga linea destinata ad alimentare in avvenire un forte carico, ma che nei primi tempi di servizio si trovi ad essere poco caricata. In tali casi si può ricorrere ad artifici per rendere una macchina normale capace di funzionare in modo stabile con fattore di potenza in anticipo.

L'A. consiglia di connettere l'avvolgimento indotto a zig-zag, come è indicato negli schemi di figura 5; ogni braccio della stella è

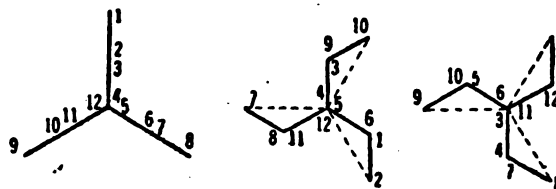


Fig. 5. — a) Collegamento a stella normale; b) e c) Collegamento a zig-zag.

aperto nel punto di mezzo e ciascuna metà di un braccio è collegata in serie con la metà di un altro braccio a 120° ; lo schema può essere realizzato in due modi. Ciò equivale a ridurre i conduttori di armatura in modo che la tensione generata per un dato flusso induttore sia soltanto l'86,7 % di quella che si avrebbe col collegamento a stella normale. Per raggiungere quindi la stessa tensione occorre aumentare il campo, mentre l'effetto demagnetizzante dell'indotto è diminuito; così si aumenta la stabilità di funzionamento senza sottoporre l'induttore a correnti eccessive, data la poca eccitazione necessaria in queste condizioni. Quando poi il carico previsto della linea sia venuto aumentando ed il fattore di potenza si sia portato nel campo dei ritardi, si potrà al tempo opportuno ristabilire nell'indotto la connessione a stella, e da allora la macchina prende a funzionare normalmente.

Lo stesso espediente può essere usato per fornire inizialmente la corrente di carica alla linea, anche se il funzionamento sia poi a fattore di potenza in ritardo. Quando si prevede di dover spesso alternare le due condizioni di lavoro (corrente in anticipo e in ritardo) conviene portar fuori dalla macchina i dodici capi delle sei parti

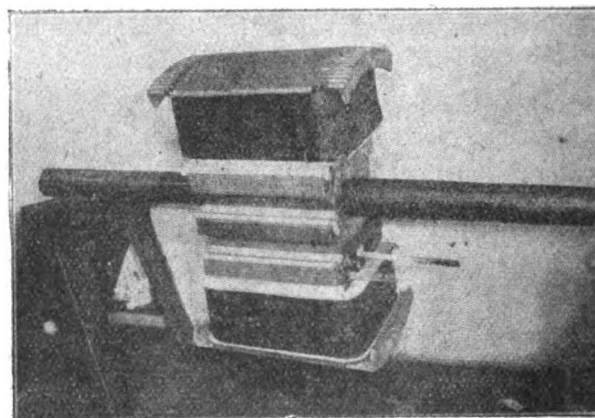


Fig. 6. — Rotor tetrapolare, parzialmente montato, coll'avvolgimento smorzatore.

dell'avvolgimento in modo da poter facilmente passare da un collegamento all'altro.

Col collegamento a zig-zag l'attitudine di una macchina normale a caricare una linea, viene accresciuta di circa il 30 %.

Qualche cosa di analogo a quanto esposto per gli alternatori si verifica per i condensatori sincroni impiegati per correggere il fattore di potenza e regolare la tensione delle lunghe linee di trasmissione. I condensatori sincroni sono generalmente destinati a funzionare con

fattore di potenza in anticipo, ossia in condizioni di sovraeccitazione. Tuttavia può avvenire che in lunghe linee poco caricate, all'estremità delle quali si verifica una elevazione di tensione, i condensatori sincroni siano chiamati a funzionare sottoeccitati, con fattore di potenza in ritardo, per correggere la tensione. Si incontrano allora le stesse difficoltà costruttive ricordate per gli alternatori, in quanto che un condensatore sincrono non può essere costruito per poter funzionare in entrambe le condizioni se non a patto di aumentarne notevolmente le dimensioni e il costo. Il metodo di connessione a zig-zag sopra ricordato, può quindi essere utilmente impiegato anche in questi casi.

Generalmente i condensatori sincroni sono progettati tenendo conto di limitati eccessi eventuali di velocità (25 % oltre il normale); tuttavia qualche volta possono essere chiamati a resistere agli eventuali eccessi di velocità del generatore col quale andranno collegati; in questi casi generalmente il condensatore è su linee isolate o nella stessa centrale generatrice.

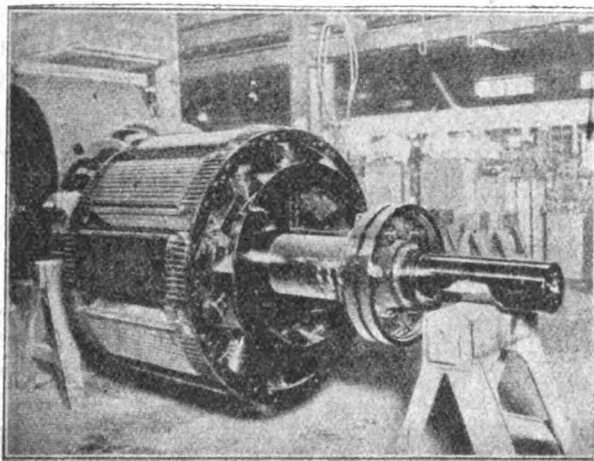


Fig. 7. — Rotor per condensatore sincrono da 5000 kVA coll'avvolgimento smorzatore completamente montato.

In queste condizioni si trovava un condensatore sincrono da 15 000 kVA, 6600 V, trifase a 450 giri costruito dalla Westinghouse. Fu studiato per esso in modo particolare l'avvolgimento smorzatore che risultò costituito da sbarre saldate a settori circolari estremi di rame; questi settori sono poi bullonati a due anelli continui di estremità (fig. 6 e 7). Si raggiunge così una grande resistenza meccanica, richiesta dai previsti notevoli eccessi di velocità, e si ha nello stesso tempo una struttura smontabile che permette, quando occorra, di provvedere alle riparazioni dell'induttore.

R. S. N.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Locomotiva turbo-elettrica. (Railway Gazette, 21 settembre 1923 pag. 362).

L'esito soddisfacente delle prove, richiama l'attenzione sulla locomotiva turbo-elettrica Ramsay, costruita nel 1921 dalla Armstrong Whitworth di Newcastle o. T., di cui pubblicammo già un cenno descrittivo nel n. 10 del 1923, pag. 218. Essa è costituita da due corpi, connessi da giunto universale e lunghi complessivamente metri 21,23; l'anteriore, contiene la caldaia, le turbine principale e ausiliaria e i generatori elettrici; la posteriore, porta il condensatore con ventilatore, e i serbatoi d'acqua e carbone. Il vapore, a 14 kg/cm², surriscaldato a 149° C, agisce in una turbina ad azione, a 9 ruote, con pale di diametro medio di mm 900; la velocità massima è di 3600 giri; il vuoto allo scarico raggiunge i 687 mm. Alla turbina è direttamente connesso un alternatore trifase da 890 kW, a 600 V. L'equipaggiamento elettrico è stato fornito dalla Oerlikon.

La turbina ausiliaria, ad una sola ruota, comanda una dinamo a corrente continua per l'eccitazione dell'alternatore, per i motori del ventilatore, di rotazione del condensatore, e della pompa, e per l'impianto luce.

La caldaia, a tiraggio forzato, ha superficie di grata di m² 2,66, superficie riscaldata di 116 m² e surriscaldatore di 28 m². Il condensatore è fornito da un sistema anulare di tubi che, ruotando, si immerge continuamente in acqua contenuta in un serbatoio a livello costante. La superficie bagnata, raffreddata dal ventilatore, fa, grazie alla rapida evaporazione, accelerare la condensazione. L'acqua esterna di raffreddamento non viene mai in contatto coll'acqua proveniente dalla condensazione del vapore che circola in un circuito chiuso così da richiedere pochissime aggiunte per far fronte alle fughe. Questo è un vantaggio, specialmente sentito nella conservazione della caldaia, che viene in contatto con acqua praticamente pura, evitandosi le prese d'acqua sporca lungo il percorso.

L'alternatore alimenta i quattro motori di trazione, ad induzione, con ventilazione forzata, ognuno dei quali può fornire 205 kW, continuamente e 268, per un'ora, e, sotto 600 V, raggiungere la ve-

locità di 1175 giri, quando il treno marcia a 96 km-ora. Gli sforzi al cerchione sono i seguenti:

| | | | | | |
|-------------------|--------------|-----------|---------------------------|---|--|
| | | kg 10 000 | allo spunto | | |
| Durante | l'avviamento | » 10 000 | con velocità di 24 km-ora | | |
| | | » 5000 | » » 48 | » | |
| | | » 4000 | » » 96 | » | |
| In marcia normale | | » 2700 | » » 96 | » | |

La coppia di avviamento, tripla di quella normale, si ottiene come segue:

La turbina è portata a massima velocità, così da eccitare l'alternatore ed alimentare le macchine ausiliarie; poi si fa funzionare la turbina principale a mezza velocità, circa 1800 giri, essendo i motori in cascata, cioè a questo punto la locomotiva si può avviare. Portando una turbina, dal riposo alla massima velocità, la coppia decresce nel rapporto di 2 a 1 e, a mezza velocità è di circa 1,5 volte la normale.

Inoltre, due motori in cascata, che ruotano a velocità metà di quella del generatore, danno a pari energia assorbita, coppia doppia di quella che si ha coi motori in parallelo; perciò, nel caso suddetto, con turbina a 1800 giri, la coppia corrispondente a velocità 1/4 della massima sarà tripla della normale. Allora si connettono i motori in parallelo: la velocità passa da 1/4 a 1/2, e la coppia diventa 1,5 volte la normale; quindi, portando la turbina a 3600 giri, la coppia scende al valore normale. Le manovre si fanno mediante volantino dal posto di comando. Si apre inizialmente la presa di vapore delle turbine, poi si manovra il volante del controller, la cui posizione iniziale corrisponde alla disposizione dei motori in serie, senza corrente; per avviare, si passa al primo contatto, che include l'eccitazione dell'alternatore con tutto il reostato in serie passando al secondo contatto, si esclude parte del reostato, così da ottenersi 24 km-ora, si raggiungono velocità superiori, fino a 48 km, connettendo i motori in parallelo con reostato in circuito che man mano si esclude.

Le successive velocità vengono ottenute dallo stesso volantino del controller che è direttamente connesso al regolatore della turbina principale, così che la turbina accelera, aumenta la frequenza della corrente generata e si conseguono tutti i valori della velocità fino al massimo di 96 km-ora. Ad ogni posizione del controller, per pressione costante in caldaia, corrisponde una data velocità della locomotiva.

La diminuzione della velocità e l'arresto si effettuano com'è evidente manovrando in senso inverso il controller.

Staccando i motori dall'alternatore, e connettendo ad esso una resistenza ad acqua, si fanno lavorare turbina e alternatore, con locomotiva ferma; l'acqua, così riscaldata, serve per provare agevolmente il condensatore e il funzionamento generale, ricavando dati che non si potrebbero altrimenti ottenere.

Le varie prove, eseguite sulla London-Midland Scottish Railway, non hanno fatto rilevare nessun inconveniente: un tratto di 160 km fu percorso alla velocità massima, con carico di circa 275 tonnellate. Il rendimento si basa soprattutto sul condensatore, e le prove hanno mostrato come esso possa facilmente installarsi anche nello spazio ristretto di una locomotiva, raggiungendosi con esso il vuoto necessario per l'economico funzionamento a carichi elevati.

La locomotiva Ramsay è ancora oggetto di studi, ed è in costruzione un nuovo tipo più perfezionato, soprattutto con lo scopo di alleggerire il carico sugli assi.

e. m. a.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

SOCIETÀ SCIENTIFICHE, CONCORSI, ECC.

Il nuovo premio Mascart. — Il Consiglio di Amministrazione della Société Française des Electriciens, nella sua seduta del 19 dicembre 1923, ha deciso di creare una Medaglia d'onore, detta « Medaglia Mascart », in memoria del grande scienziato francese che ha reso inestimabili servizi alla scienza elettrica.

Questa medaglia deve essere assegnata, ad ogni triennio, ad uno scienziato o ad un Ingegnere francese o straniero, membro o no della Società suddetta, che si sarà distinto per un complesso di lavori sull'elettricità pura o applicata.

Nella sua riunione del 27 febbraio 1924, il Comitato ha assegnato la medaglia al Sig. André Blondel, Membro dell'Istituto, noto a tutti per gli importanti lavori che egli ha compiuto nell'elettricità, nell'elettrotecnica e nella fotometria.

La Société Française des Electriciens non poteva meglio consacrare il valore di questa medaglia, che assegnandola per la prima volta ad una così eminente personalità.

*

Ingegnere fisico elettricista aggiunto nella Regia Marina. — Secondo quanto annuncia la Gazzetta Ufficiale (22 aprile 1924, n. 95), è aperto un concorso per titoli e per esami ad un posto d'ingegnere fisico elettricista aggiunto nella Regia Marina, con lo stipendio iniziale annuo di L. 9500 oltre il supplemento di servizio attivo di Lire 600 annue.

Gli aspiranti dovranno far pervenire la loro domanda al Ministero della Marina (Direzione Generale dei personali civili ed affari generali, Divisione personali civili) entro il 1° giugno 1924.

Fra i documenti richiesti è compreso, oltre la laurea in ingegneria, un certificato comprovante che il candidato ha seguito un corso di elettrotecnica in una scuola di applicazione od in qualche istituto equivalente italiano od estero, insieme con i punti ottenuti agli esami, per accertare che il concorrente ha riportato almeno 75/100 dei punti di classificazione.

I candidati verranno sottoposti ad un esame, consistente in una prova pratica, che avrà luogo presso la Direzione di Artiglieria ed armamenti del Regio Arsenal marittimo di Spezia. A tale prova saranno ammessi solamente i risultati idonei nello scrutinio dei titoli e dichiarati pure fisicamente idonei alla visita medica. Al vincitore del concorso viene conferita la nomina provvisoria di ingegnere fisico elettricista aggiunto nella Regia Marina, e dovrà prestare servizio di prova per la durata di sei mesi, trascorso il quale sarà definitivamente confermato, purché a giudizio del Consiglio di amministrazione, abbia dimostrato capacità, diligenza e buona condotta. Il vincitore del concorso durante il periodo di prova avrà un assegno mensile di Lire 500.

*

Tenenti del Genio Navale. — Nella Gazzetta Ufficiale del 30 aprile, n. 102, è pubblicata la notificazione di concorso per la nomina di sei tenenti nel Corpo del Genio Navale. Il concorso avrà inizio a Roma il 23 giugno p. v., e possono parteciparvi ingegneri laureati ed ufficiali di artiglieria e genio che abbiano compiuto il corso della Scuola di Applicazione di Torino. Il termine per la presentazione delle domande scade il 31 maggio corrente.

:: Note Politiche, Economiche e Finanziarie ::

Rassegna delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Società Ligure di Eletticità — Genova — Capitale L. 500.000. Venne approvato il bilancio dell'esercizio chiuso al 31 dicembre 1923, con un utile di L. 44.008 che permette di distribuire il 6 % agli azionisti.

Società Adriatica di Eletticità — Venezia — Capitale L. 100 milioni.

Il bilancio chiuso al 31 dicembre u. s. registra un utile di L. 11.152.063. Viene distribuito un dividendo di L. 10 per azione. La Relazione del Consiglio mette in evidenza l'attività svolta dalla Società in unione alle altre consorziate per la costruzione e il collegamento di nuovi impianti e di nuove reti.

Società Italiana per l'utilizzazione delle Forze Idrauliche del Veneto — Venezia — Capitale L. 49.000.000.

Venne approvato il bilancio dell'esercizio 1923. Esso registra un utile notevole che permette di assegnare un dividendo di L. 15 per ciascuna azione da L. 175.

Società Anonima Eletticità Alta Italia — Torino — Capitale Lire 125.000.000.

La Relazione del Consiglio d'Amministrazione mette in rilievo come il perfezionamento e l'ampliamento degli impianti di trasporto abbiano permesso nell'ultimo esercizio una maggiore erogazione di 70.000.000 kW in confronto all'esercizio precedente.

Il bilancio chiuso al 31 dicembre presenta un utile di 9.324.811 lire che permette di distribuire un dividendo di L. 20 per ogni azione da L. 250.

Elettromineraria — Genova — Capitale L. 3.000.000.

L'esercizio chiude con una perdita di oltre 3 milioni, dovuta all'esercizio della miniera Vallauria e dello stabilimento zinco. Su proposta del Consiglio si approvò la completa svalutazione del capitale e la sua reintegrazione in L. 3.000.000 con emissione di 6000 nuove azioni di L. 500 in sostituzione di quelle vecchie annullate.

Società Anonima di Eletticità del Ticino — Milano — Capitale L. 700.000.

Il bilancio chiude con un utile di L. 375.238. Viene distribuito un dividendo di L. 24 per ogni azione da L. 100.

Società Anonima Imprese Elettriche e Telefoniche Ing. T. Bormida — Milano — Capitale L. 3.200.000.

Venne approvato il bilancio dell'esercizio chiusosi al 31 dicembre 1923, e si distribuisce il 7 % agli azionisti.

Società Anonima Elettrovie Emiliane — Modena — Capitale Lire 1.500.000.

Il bilancio dell'ultimo esercizio si è chiuso in pareggio. Non si ha acuto utile da ripartire non essendo ancora ultimata la linea che la Società sta costruendo.

Società Varesina per Imprese Elettriche — Varese — Capitale Lire 4.500.000.

Venne approvato il bilancio dell'esercizio chiuso al 31 dicembre 1923. L'utile netto ammonta a L. 1.201.560. Viene distribuito un dividendo del 7 % agli azionisti.

Società Emiliana di Esercizi Elettrici — Parma — Capitale Lire 28.000.000.

Il bilancio dell'ultimo esercizio contempla un utile netto di

L. 2.853.011, che consente di ripartire un utile di L. 3 per ciascuna azione da L. 35.

Società Idroelettrica Cisalpina — Milano — Capitale L. 45 milioni.

Il bilancio si è chiuso a pareggio, e riflette ancora una semplice situazione contabile. La Relazione del Consiglio dà notizia dell'avanzamento dei lavori per la derivazione del Liro e la Centrale di Mese.

Tramvie elettriche Brianze — Monza — Capitale L. 1.800.000.

Venne approvato il bilancio al 31 dicembre 1923 che chiude con un avanzo netto di L. 110.967 che consente di distribuire il 5 per cento agli azionisti.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Società Emiliana di Esercizi Elettrici — Parma.

In Assemblea straordinaria è stato deliberato di aumentare il capitale sociale portandolo da L. 28.000.000 a L. 42.000.000 mediante emissione di 400.000 nuove azioni da L. 35, metà riservata ai soci fondatori e metà in opzione agli azionisti.

* *

Un vento di ottimismo è passato sull'Europa, confortando le fedi e le speranze. I rapporti delle due Commissioni di Periti destinate a studiare dal lato economico la regolazione della questione delle Riparazioni, sono stati presentati ed hanno prodotto una impressione generale insolitamente favorevole. Già il fatto che le decisioni dei periti vennero prese alla unanimità conferisce ai risultati dei lavori delle due Commissioni un peso morale altissimo.

I Periti hanno saputo considerare il problema dal lato, per così dire, strettamente commerciale, eliminando ogni preoccupazione di ordine politico; ciò ha naturalmente giovato grandemente a chiarire la situazione ed a facilitare la ricerca di una pratica via di soluzione. Il documento costituito dai due Rapporti, segna senza dubbio il passo più importante che sia stato compiuto, dopo il trattato di Versailles, per il raggiungimento della sistemazione Europea e per la pacificazione vera.

I due Rapporti furono presentati alla Commissione delle Riparazioni la quale, caso raro e memorando, si trovò d'accordo nell'approvarne le direttive fondamentali e nel raccomandarne in linea di massima l'adozione ai Governi. Alcuni Membri della Commissione, ed in specie quelli Francesi, avanzarono tuttavia delle riserve prudenti.

I Periti sanzionano anzitutto che la Germania per essere in grado di pagare i propri debiti deve poter disporre delle risorse del proprio territorio, e che perciò le organizzazioni militari interalleate eventualmente esistenti in territori di occupazione non intralcino la libertà delle operazioni economiche. È necessario assicurare la stabilità della moneta e l'equilibrio del bilancio.

A tale scopo i Periti propongono la creazione di una nuova Banca con privilegio esclusivo di emissione di biglietti a rapporto fisso coll'oro e con capitale di 400 milioni di marchi oro, libera da ogni controllo governativo. Essa riceverà in deposito i pagamenti di riparazioni e fissa il tasso di sconto ufficiale; sarà diretta completamente da elementi tedeschi, ma all'osservanza degli statuti viglerà un Consiglio composto per la metà di stranieri.

Per l'equilibrio del bilancio occorre una limitazione temporanea dei pagamenti delle riparazioni; occorre inoltre che l'obbligazione annuale gravante sul bilancio sia fissata antecedentemente per un periodo sufficientemente lungo. Il bilancio 1924-25 potrà essere equilibrato se liberato dai carichi delle riparazioni; nei bilanci successivi sono prevedibili disponibilità da destinarsi al pagamento dei debiti valutati in somme che da 500 milioni nel 1925-26 salgono a 1250 milioni nel 1928-29.

Inoltre i Periti propongono l'emissione di 11 miliardi di obbligazioni ipotecarie sulle ferrovie, al 5 % (oltre 1 % per ammortamento); nei primi anni avverranno pagamenti parziali che col 1927-28 resteranno fissati in 660 milioni annui di marchi oro; inoltre saranno emessi 2 miliardi di azioni preferenziali (di cui tre quarti destinati al pagamento del debito attuale delle ferrovie e ai futuri sviluppi) e 13 miliardi di azioni ordinarie. Queste ultime e i rimanenti 500 milioni di azioni preferenziali saranno proprietà del Governo tedesco.

Verranno emessi poi altri 5 miliardi di obbligazioni industriali al 5 % (oltre 1 % per ammortamento), rappresentanti per l'industria tedesca un onere minore di quello che essa sopportava anteguerra e di cui si liberò per il deprezzamento del marco. I pagamenti, limitati nei primi anni, resteranno fissati in 300 milioni di marchi oro annui a partire dal terzo anno.

Altri 200 milioni, a partire dal 1925-26, saranno devoluti alle riparazioni sul provento della imposta dei trasporti.

Riassumendo, il piano dei Periti contempla i seguenti pagamenti, in marchi oro, da parte della Germania: anno primo, 1 miliardo; anno secondo 1220 milioni; anno terzo 1200 milioni; anno quarto 1750 milioni; a partire dal quinto anno 2500 milioni più un supplemento basato su un indice di prosperità.

I pagamenti in natura continueranno, senza moratoria alcuna. Come garanzie vengono proposti i proventi del monopolio dell'alcool, e delle imposte sul tabacco, sulla birra e sullo zucchero, nonché gli introiti delle dogane.

Alla Germania viene concesso un prestito di 800 milioni di marchi oro, destinato a completare la riserva aurea della nuova banca e ad effettuare i pagamenti interni risultanti dal Trattato.

Interessanti sono alcune considerazioni che i Periti espongono a riprova della capacità tedesca di effettuare i pagamenti. Viene anzitutto constatato che gli impianti industriali in Germania sono stati aumentati e migliorati nel dopoguerra. Inoltre il deprezzamento del marco ha praticamente estinto il debito interno, ed è affermato moralmente sano ed economicamente giusto che la Germania debba far fronte ad un nuovo carico di debito proporzionato al peso sopportato dai contribuenti delle nazioni vincitrici.

Il secondo Comitato dei Periti, destinato alla ricerca della valutazione e del recupero dei capitali tedeschi emigrati all'estero, ha pure presentato le sue conclusioni. Esso valuta i capitali tedeschi di ogni natura collocati all'estero, alla fine del 1923, in una cifra che si aggira intorno ai 7 miliardi.

Come abbiamo detto, il piano dei Periti che qui abbiamo riassunto e che deve essere considerato come un tutto inscindibile, ha trovato consenziente tutta la Commissione delle riparazioni. Il Delegato italiano, Senatore Pirelli, opportunamente mette in rilievo come, se l'ammontare dei pagamenti proposti dai Periti, si capitalizza in un periodo di 30 o di 40 anni, si giunga ad un totale di riparazioni sensibilmente coincidente con la cifra proposta dall'On. Mussolini nel suo progetto risalente al dicembre 1922. Ancora una volta la chiarezza e il buon senso italiano avevano percorso gli avvenimenti. Chi può valutare quanto vantaggio sarebbe venuto a tutto il mondo se la crisi del 1923 fosse stata evitata e la sistemazione della situazione Europea si fosse anticipata di un anno?

Da parte italiana l'approvazione del progetto dei Periti è stata calorosa. Si mette specialmente in evidenza che il progetto ribadisce il principio delle consegne in natura; che viene solennemente riconosciuta la capacità tedesca a pagare; che si fa una energica affermazione contro i tentativi di smembramento della Germania e che si suggerisce di sostituire le sanzioni e gli impegni politici con altri di carattere economico. Ma viene soprattutto rilevata con compiacenza l'asserzione contenuta nel progetto, secondo la quale esso costituisce un tentativo di facilitare un accordo definitivo che conglobi i problemi delle riparazioni con quelli dei debiti interalleati.

La connessione fra i due ordini di questioni, sempre caldeggiata dall'Italia viene così ad acquistare una sanzione che si può ritenere definitiva e l'On. Mussolini non ha mancato di farlo risultare ben chiaramente nella risposta indirizzata alla Commissione delle Riparazioni.

Anche in Inghilterra la pubblicazione dei Rapporti dei Periti ha suscitato una sensazione di sollievo; si confida che essi possano realmente costituire la porta aperta ad una soluzione abbastanza soddisfacente, sia per le Nazioni interessate alla riscossione delle riparazioni tedesche, sia per la Germania stessa a cui è offerta la possibilità di procedere verso il proprio risanamento finanziario ed economico.

La Germania stessa sembra considerare benevolmente le nuove proposte, anche se i partiti nazionalisti, impegnati a fondo nella lotta elettorale in pieno sviluppo, ne traggono motivo a nuove dichiarazioni sullo sfruttamento dell'innocente popolo tedesco. Certo è che la proposta dei Periti salvaguarda ciò che di più essenziale preme alla Germania: la conservazione dell'unità politica ed economica. Si parla infatti da parte ufficiale della necessità di pagare a qualunque costo per riscattare la libertà e la patria tedesche.

Le nubi che turbano ancora questa atmosfera di speranze, provengono, come sempre, dal cielo di Francia. Non si nega la praticità e l'utilità dello schema proposto, ma si avanza la solita pregiudiziale della malafede tedesca e della impossibilità di rinunciare ai pegni. La stampa francese dichiara, ingenuamente, che la Francia è disposta a ridurre il suo credito verso la Germania a 26 miliardi, purché siano cancellati i debiti interalleati; ma si insiste d'altra parte ad affermare che la Germania non abbandonerà i mezzi di pressione che essa possiede, finché non ne siano stati concretati altri di eguale efficacia. Poincaré ha pronunciato in proposito un discorso che, se non trovasse la sua giustificazione nella situazione elettorale che malauguratamente si va delineando proprio ora in Francia, sarebbe destinato a smorzare molti entusiasmi.

Tuttavia è indubbio che, colla decisione presa dalla Commissione delle Riparazioni, di far proprie le conclusioni dei Periti ed adottarle per quanto rientra nelle sue attribuzioni, le conclusioni stesse hanno cominciato ad avere un principio di attuazione sul quale sarà ben difficile ritornare. Sono previsti per i primi giorni di maggio importanti colloqui fra i primi Ministri delle Nazioni alleate, colloqui ai quali parteciperà anche l'On. Mussolini, ed è probabile da questi scambi di idee germini la parola definitiva che tolga ogni dubbio.

La situazione politica Europea è stata, durante il mese, così dominata dall'esame dei Rapporti dei Periti, che altri avvenimenti di non trascurabile valore politico non hanno quasi richiamato l'attenzione. In Grecia il plebiscito ha sanzionato l'ormai avvenuta proclamazione della Repubblica. Un tentativo di concretare una alleanza militare franco-rumena è fallito di fronte al rifiuto jugoslavo di assumere atteggiamento ostile alla Russia. La conferenza russo-romena per la Bessarabia è stata troncata senza aver raggiunto risultato alcuno.

✱

Nel campo più propriamente economico, dobbiamo anzitutto ricordare i sintomi di ricaduta e di inquietudine che si vanno manifestando nell'Austria, la quale pareva ormai decisamente arrivata al proprio risanamento. Già la speculazione sul ribasso del franco, condotta con imprudenza grande su larghissima scala, ha colpito in ma-

niera assai grave l'organismo bancario della nuova repubblica. Fallimenti molteplici si sono manifestati, alcuni dei quali per cifre relativamente notevolissime.

La bilancia commerciale che aveva manifestato sintomi di miglioramento, ha ripreso invece a peggiorare decisamente. Nei primi due mesi dell'anno in corso le importazioni hanno superato le esportazioni di 190 milioni di corone oro (contro 100 milioni nel primo bimestre dello scorso anno). Se tale sbilancio continuasse nelle stesse proporzioni, si prevede per l'intero bilancio un passivo di 14 miliardi di corone carta, impossibile a coprire con altri cespiti. Si constata poi che l'avvenuto aumento delle importazioni è specialmente dovuto all'importazione di viveri, anziché di materie prime destinate alle industrie capaci di alimentare la esportazione.

Anche la situazione interna è in disagio, e si hanno cenni di inquietudine nelle masse. Il Governo si trova in difficoltà finanziarie. Da più parti si guarda all'avvenire economico austriaco con preoccupazione.

In Ungheria la situazione è invece migliorata alquanto. La emissione di biglietti di banca fu definitivamente sospesa alla fine dello scorso marzo. Si prevede che le spese dello Stato, preventivate per il primo semestre 1924 in 270 miliardi di corone, saranno coperte in parte dal prestito interno e, per 74 miliardi, da anticipazioni che le banche e le industrie faranno allo Stato, il quale le rimborserà appena sarà messo in grado di disporre del prestito internazionale di cui abbiamo altra volta data notizia. È stata aperta la sottoscrizione delle azioni della Banca Nazionale Ungherese, e si prevede che essa sarà ben presto interamente coperta. Il capitale di 30 milioni di corone oro, è diviso in 300.000 azioni di 100 corone nominali.

Abbiamo nelle precedenti Note esposto il piano del prestito italiano alla Polonia; esso fu coperto per 5 volte il suo ammontare, cosicché ai sottoscrittori verranno attribuiti titoli pel 20 % della somma sottoscritta.

La Polonia ha provveduto a riordinare il proprio sistema monetario in relazione all'entrata in attività della nuova Banca di emissione. È stata creata una nuova unità monetaria, lo «złoty» il cui valore è stato fissato in 1.800.000 marchi polacchi di carta, pari quindi alla lira oro. I marchi carta verranno gradatamente ritirati; essi saranno cambiati in zloti fino al 30 giugno prossimo; dopo questa data essi cesseranno di avere corso legale.

L'andamento del gettito delle imposte polacche è confortante. I pagamenti a titoli di imposta straordinaria dal primo gennaio al 6 aprile dell'anno in corso hanno raggiunto 87 milioni di franchi oro, mentre ne erano stati previsti soltanto 78 nell'intero primo quadrimestre. Il gettito delle imposte dirette si è mantenuto costante, nello stesso periodo, mentre sono aumentati gli introiti provenienti dalle dogane e dai monopoli.

Il bilancio dell'aprile si presenta come tipo di mese normale, e in base ad esso vengono preventivate le entrate per il resto dell'anno in 130.500.000 zloti e le spese in 119.000.000 di zloti. L'avanzo sarà destinato ad investimenti. Il prestito italiano permetterà di realizzare il riscatto delle fabbriche private di tabacchi portando un aumento mensile da 6 a 12 milioni di zloti nei proventi del monopolio. La disoccupazione, che nel marzo segnava 118.000 operai senza lavoro, va decrescendo gradatamente.

Anche in Germania la situazione finanziaria si presenta migliorata. Al 31 marzo la circolazione era complessivamente di 3050 milioni di marchi oro; al 15 aprile essa era ridotta a 2850 milioni e la riduzione continua progressivamente. Si afferma che si è verificato un certo disimpegno della Reichsbank. La banca di sconto-oro ha dato fino ad ora crediti per 500.000 sterline e per 100.000 dollari e altri importanti crediti sono già stati approvati. Del capitale di 10 milioni di sterline della banca, è stato fino ad ora versato il 62 %. La banca ha fissato il tasso di sconto al 10 %. Si lamenta però un peggioramento nello sbilancio commerciale in quanto la eccedenza delle importazioni sulle esportazioni fu di 135 milioni di marchi oro nel gennaio, e di 250 milioni nel febbraio. Il Presidente della Reichsbank commentando queste cifre deplora che si sia smarrito in Germania il senso del risparmio; egli ritiene che si sia riusciti a pagare i 400 milioni di deficit soltanto vendendo le ultime divise estere di cui si potesse ancora disporre. Secondo lo stesso Presidente, Dott. Schacht, mentre prima della guerra vi erano in Germania 20 miliardi di capitale a risparmio non ve ne sarebbero più attualmente se non 250 milioni. Naturalmente però queste cifre vanno prese con molto beneficio di inventario essendo destinate più ad uso esterno per i creditori che a monito interno per i connazionali.

Floridissimo si presenta, invece, ad onta della crisi acuta delle industrie, il bilancio statale inglese. L'anno finanziario ora chiuso presenta un utile di 48.329.000 sterline ossia di quasi 5 miliardi di lire al cambio attuale. È questo il quarto anno da che il bilancio inglese si chiude nuovamente in avanzo. Si osserva con compiacenza in Inghilterra che mentre negli anni precedenti avevano contribuito a costituire il residuo attivo anche le realizzazioni dei materiali residuati di guerra, in quest'ultimo anno l'avanzo è interamente costituito da proventi di imposte o tasse e da economie. Anche il movimento commerciale è in aumento: nel mese di marzo le importazioni ascesero a 103.728.633 sterline, con un aumento di oltre 13 milioni di sterline in confronto all'anno precedente, mentre le esportazioni raggiunsero 61.102.767 sterline con un aumento di 182.077 sull'anno precedente.

Nell'esposizione tenuta dal Cancelliere dello Scacchiere alla Camera dei Comuni, si rilevano con soddisfazione chiari accenni ad una tendenza alla politica del libero scambio pur conservando le disposizioni già in vigore a favore dei Dominions. L'abbandono delle

tendenze strettamente protezionistiche che erano prevalse nell'ultimo Gabinetto inglese prima dell'avvento al potere dei labouristi costituisce uno degli episodi più confortanti degli ultimi tempi, eliminando una possibile sorgente di nuovi gravi perturbamenti economici che avrebbero potuto avere larghe ripercussioni.

Si sono protratte per tutto il mese le discussioni relative alla ripresa effettiva dei rapporti economici fra l'Inghilterra e la Russia. Ma se la fretta di Mac Donald fu grande quando si trattò del semplice riconoscimento formale, non sembra che sia altrettanto grande quando si tratta di procedere ad accordi che coinvolgono questioni di interessi tangibili. Si chiarisce così sempre più le ragioni essenzialmente di partito che spinsero il governo labourista a precedere i fascisti italiani nel riconoscimento dei bolscevichi russi. Ma mentre il trattato italo-russo costituisce una base effettiva e reale dei rapporti, la ripresa effettiva delle relazioni anglo-russe sembra ancora assai lontana.

In Russia ci si è, del resto, resi conto fin dal principio del vero stato delle cose e non si sono nutrite illusioni sul comportamento inglese. Si fa anzi la voce grossa contro l'Inghilterra alla quale si addossa la responsabilità delle passate campagne militari antibolsceviche. Il Governo russo, lungi dal riconoscere i crediti inglesi, presenta all'Inghilterra una richiesta di indennità che sale a cifre elevatissime; siccome d'altra parte nemmeno Mac Donald si sente di rinunciare ai crediti vantati nei riguardi della Russia da parte di privati cittadini inglesi, è difficile dire quando e come questa difficoltà preliminare potrà essere superata. Per intanto è certo che una ripresa su larga scala di scambi commerciali fra Inghilterra e Russia non è per ora da prevedersi prossima.

Dalla Spagna giungono notizie ufficiali dei risultati del primo esercizio finanziario. Le entrate totali ammontarono a 2.658.808.349 pesetas con un aumento di oltre 229 milioni di pesetas sull'esercizio precedente. Nel solo mese di marzo ultimo scorso, le entrate raggiunsero 301.478.894 pesetas con un aumento di 18.983.699 pesetas sul marzo del 1923; non si era ancora mai toccato un valore così elevato, che corrisponde al doppio delle entrate nel mese di marzo dell'esercizio 1918-1919.

La prosperità spagnola è però ancora sempre minata dalla avventura marocchina dalla quale anche il Direttorio Militare non riesce a liberarsi. I rifiani alzano il tono della loro voce e mentre combattono tenacemente si appellano alle nazioni europee, ed alla Inghilterra in ispecie perchè intervengano in nome della libertà dei popoli.

Come è noto, il 15 aprile scadevano gli accordi vigenti fra le Autorità francesi di occupazioni e gli industriali della Ruhr. Le trattative intercorse per il rinnovamento degli accordi si presentarono in un primo tempo difficili e fecero sorgere delle inquietudini minacciando un nuovo inasprirsi dei rapporti. Fortunatamente l'accordo poté essere raggiunto su tutti i punti in discussione; il nuovo accordo andrà in vigore per due mesi. La produzione delle miniere sarà continuata attivamente e le organizzazioni dei trasporti e la distribuzione resteranno in vigore.



L'accresciuta importanza politica dell'Italia nel campo delle competizioni internazionali si rivela anche nella attenzione preoccupata con cui viene seguito lo svolgersi della sua attività e colla frequenza con cui si diffondono voci più o meno incontrollabili e più o meno fondate di interventi italiani nei diversi Paesi europei.

Così, mentre il piccolo incidente italo-rumeno intorno alla sistemazione dei buoni del Tesoro rumeni, faceva correre la voce di insistenti azioni navali italiane nel Mar Nero, d'altra parte la notizia di un prossimo viaggio in Italia del Presidente della Repubblica Ceco-Slovacchia ha fatto sorgere a Parigi la credenza in un prossimo trattato di alleanza italo-ceco. Si tratterebbe di realizzare l'adesione della Ceco-Slovacchia al trattato italo-iugoslavo; in Francia si vede già così in formazione un blocco a cui parteciperebbero la Francia, l'Italia e la Piccola Intesa.

Quanto ci sia di vero in queste voci, che vengono ufficialmente smentite, è difficile dire. Certo la contemporanea venuta in Italia di Masaryk e di Benes non può non riferirsi a qualche trattativa di indole politica, ma è ben probabile che il programma sia molto più limitato.

Anche intorno alle trattative italo-iugoslave si vanno spargendo voci discordanti. Mentre da una parte si prende occasione dal prolungarsi delle trattative per dedurre che siano sorte fra le due Nazioni nuove difficoltà e nuove diffidenze, d'altra parte si va parlando di accordi assai più ampi di carattere finanziario e politico che starebbero maturando.

A smentire le voci pessimistiche basterà ricordare che proprio nello scorso mese l'Italia e la Jugoslavia hanno provveduto a far registrare il trattato recentemente stipulato, presso la Segreteria delle Società delle Nazioni, in conformità alle prescrizioni del Regolamento della Società stessa.

Fra le voci invece ottimistiche meritano una particolare attenzione quella, secondo la quale, l'Italia starebbe per concedere alla Jugoslavia un prestito di 600 milioni di lire a condizioni assai vantaggiose. Il prestito avrebbe un carattere di operazione privata di un grande Istituto di Credito e si ispirerebbe alle norme del prestito di 400 milioni alla Polonia. Da fonte austriaca si afferma anche che la Jugoslavia si rivolgerebbe all'Italia per la realizzazione del vecchio progetto di linea ferroviaria all'Adriatico.

Anche la ormai annosa questione del Giubaland sembra essere entrata in una fase di risoluzione; certo è che essa viene dalle due parti considerata in una atmosfera di cordialità riconoscendosi opportunamente che essa non è di tale importanza da meritare di condurre a un turbamento nei rapporti italo-britannici sui quali poggiano interessi di ben altra portata. La stampa inglese continua con simpatia insistenza a spingere il proprio Governo verso una soluzione che serva a rinfrancare l'amicizia dei due Paesi.

Pare infatti che Mac Donald abbia rinunciato a voler connettere con quella del Giubaland, la così detta questione del Dodecanneso. Soppressa questa difficoltà di principio non dovrebbe essere difficile raggiungere l'accordo.

Un avvenimento di importanza tecnica ed economica notevole per i rapporti commerciali fra l'Italia e l'Inghilterra è stata l'inaugurazione del servizio dei « ferry-boats » attraverso la Manica. Viene così realizzato un progetto caldeggiato da lungo tempo e che permetterà alle merci italiane di giungere a vapore completo da qualunque stazione d'Italia a qualunque stazione inglese senza subire alcun trasbordo o alcuna manipolazione. La celerità grande che verrà così raggiunta nelle spedizioni avrà importanza per l'Italia specialmente per l'esportazione dei prodotti agricoli deperibili la quale era finora ostacolata appunto dalla lentezza dei mezzi di locomozione.

L'incidente italo-romeno, unanimemente deplorato dalla stampa dei due Paesi, sembra avviato a risolversi felicemente. Già parecchi accordi preliminari sono stati raggiunti coi creditori italiani e non è da escludersi che le trattative in corso si sviluppino più di quanto era prevedibile e conducano ad accordi finanziari ed economici di una certa ampiezza.

Le migliorate condizioni di lavoro nella Ruhr si sono beneficamente ripercosse sulle spedizioni di carbone anche per l'Italia.

Nella settimana terminata al 29 marzo si sono spedite nei diversi Paesi dell'Intesa 187.000 tonnellate di coke e 415.882 tonnellate di carbone, sorpassando notevolmente le previsioni; queste cifre segnano un massimo assoluto dopo il Trattato di Versailles.

Nel periodo dal 16 marzo al 15 aprile le spedizioni complessive hanno raggiunto le 2.759.047 tonnellate. Nello stesso periodo le spedizioni per l'Italia sono state di 750.782 tonnellate fra carbone e coke; da parte francese si insiste nel mettere in evidenza che nel periodo precedente alla occupazione della Ruhr l'Italia non aveva mai ricevuto più di 200.000 tonnellate al mese. È noto che, secondo il piano di riparazioni proposto dai Periti, queste consegne in natura dovrebbero continuare.

Il trattato italo-russo non sembra destinato a restare lettera morta, grazie all'interessamento del nostro Governo ed alla lodevole iniziativa dei nostri industriali. Il Ministro dell'Economia Nazionale si occupa attivamente del coordinamento e della disciplina delle iniziative private che cerca di appoggiare in ogni modo; esso ha anche curato la traduzione della tariffa russa facilitando di non poco il lavoro ai nostri esportatori.

Un Comitato per lo sviluppo commerciale fra Italia e Russia è stato fondato a Roma in una riunione indetta dal Presidente del Consiglio. Erano convenuti i rappresentanti degli Enti più interessati alla ripresa degli scambi commerciali colla Russia e nella riunione vennero esaminati i diversi aspetti del problema e fissate le possibilità di più pronta realizzazione.

Giunge intanto notizia che il Governo russo ha autorizzato il Lloyd Triestino ad aprire agenzie e filiali in Russia e ad esercitare il cabotaggio nei porti del Mar Nero. Il Lloyd Triestino sarà così la prima Società di navigazione estera che porterà la propria bandiera nei porti russi dopo la rivoluzione bolscevica. Anche la Società Italiana dei Servizi Marittimi inizia una linea regolare che toccherà Costantinopoli e Odessa.

Si parla anche della costituzione di un forte Sindacato di mugnai italiani fondato con un capitale di 100 milioni di lire e destinato a sviluppare l'importazione del grano russo. Il Sindacato di cui fa parte anche il Lloyd Triestino si propone anche di sviluppare la navigazione fluviale sul Volga e sul Don. Da Mosca giungono inoltre notizie di primi scambi commerciali; si tratterebbe di un grosso lotto di biciclette per gli operai degli opifici statali; lo stesso gruppo industriale avrebbe anche concesso un credito di un milione di rubli oro al Governo Russo per l'acquisto di automobili. Tutte queste voci non sono ancora interamente controllabili, ma è a sperarsi che realmente non vada perduta la favorevole occasione di espansionismo commerciale che ci viene offerto dal Trattato italo-russo, specialmente in questo primo periodo e in vista delle persistenti difficoltà anglo-russe.

La nostra bilancia commerciale continua a dare sintomi confortanti di assestamento. Possiamo ora disporre dei dati relativi al primo trimestre dell'anno in corso. In tale periodo si importarono in Italia merci per un complessivo valore di L. 4251 milioni di lire, con un aumento di 130 milioni in confronto al primo trimestre dello scorso anno. Nello stesso periodo di tempo le esportazioni di merci italiane all'estero raggiunsero un valore di 3160 milioni di lire con un aumento di 734 milioni sul precedente anno. Abbiamo così avuto nei primi tre mesi di quest'anno un miglioramento di 594 milioni nella bilancia commerciale.

Anche il movimento delle Società per azioni concorre cogli altri indici a testificare della generale ripresa delle attività del nostro Paese. Secondo i dati della Associazione Bancaria Italiana, nel solo mese di marzo scorso, si sono costituite 148 nuove Società per azioni con un capitale complessivo di L. 67.690.150. Se a questa somma si aggiungono le revocche di liquidazioni (L. 3.700.000) e gli aumenti di capitali (82 Società per L. 426.380.146) si ha un totale di nuovi investi-

menti nel mese di marzo di L. 497.770.295. Detraendo L. 78.896.645 di avvenuti disinvestimenti resta un complesso di nuovi investimenti netti, per L. 423.873.650.

*

La chiusura del periodo elettorale, ha segnato come era prevedibile una netta vittoria della lista nazionale, la quale ha raggiunto non soltanto la maggioranza voluta dalla legge ma una effettiva maggioranza toccando quasi i cinque milioni di voti. Questo fatto mentre riafferma poderosamente la posizione del Governo mette il partito ed il Governo stesso di fronte a nuovi doveri e a situazioni nuove.

Che l'on. Mussolini comprenda la necessità di ricondurre sempre più il partito nell'orbita della legge lo dimostra la fermezza colla quale vennero sedati e puniti alcuni deplorevoli incidenti che nel periodo immediatamente susseguente alle elezioni avevano turbato in qualche punto d'Italia la tranquillità e l'ordine.

La nuova situazione parlamentare porterà indubbiamente qualche riflesso anche sulla costituzione del Ministero nel quale già si vanno delineando alcuni spostamenti e alcune sostituzioni.

Spiacevole al cuore di tutti gli italiani giungerà l'allontanamento del generale Diaz, allontanamento però sulle motivazioni del quale non si è nemmeno tentato di costruire alcuna supposizione di dissensi essendo notissimo che esso è realmente dovuto alle condizioni di salute del Generale.

Venne poi costituito un nuovo Ministero delle Comunicazioni nel quale saranno raccolti gli uffici e i servizi che fino ad ora dipendevano dal Ministero delle Poste e Telegrafi, dal Commissariato della Marina Mercantile e dall'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato. Il Commissario per le Ferrovie on. Torre, cessa perciò dalle sue attribuzioni. A reggere il nuovo importantissimo dicastero sarà chiamato l'on. Ciano.

Si parla anche della abolizione del Ministero delle Colonie, mentre verrebbe ricostituito il Ministero del Tesoro. Comunque sia il valore di queste voci, prima della riapertura, ormai prossima, della Camera la sistemazione del Gabinetto dovrà essere definita.

Con le avvenute elezioni il Consiglio dei Ministri ha ripreso la sua attività. Molti commenti ha suscitato la nuova disposizione che regola il giuoco d'azzardo il quale viene con certe norme e cautele tollerato. Questa deliberazione è stata messa naturalmente in contrasto coll'affermazione di principio fatta lo scorso anno; in realtà la nuova legge non contraddice al principio ma costituisce probabilmente soltanto un atto di sano realismo inteso almeno a disciplinare un male che, la pratica di un anno aveva dimostrato insopprimibile.

Alcune manifestazioni di alto significato tecnico e finanziario si sono avute nello scorso mese. La Fiera Campionaria di Milano ha segnato una nuova brillante affermazione ed ha richiamato un concorso notevolissimo di industriali e commercianti anche esteri. In Sardegna, alla presenza del Re, venne inaugurato il grandioso bacino del Tirso, dal quale ci si ripromette tanta messe di felici risultati per il risanamento igienico, agricolo ed industriale dell'isola.

Molto si è parlato ancora di nuovi tentativi che si sarebbero organizzati da potenti gruppi finanziari per impadronirsi di uno dei più noti Istituti di Credito. È deplorevole che si rinnovino tali tentativi che già ebbero clamorose ripercussioni in passato e che tendono a sovvertire la sana ed efficace funzione delle Banche. La situazione che verrebbe a crearsi quando un gruppo industriale che chiede capitali a credito fosse lo stesso che domina l'Istituto che deve concedere il credito stesso sarebbe evidentemente anormale e pernicioso. Di fronte alla minaccia i dirigenti del Credito Italiano sono corsi alla difesa convocando l'Assemblea generale per l'aumento del capitale.

La questione ha avuto ripercussioni nei più alti ambienti politici tanto che il Governo approvò una legge per la sospensione del diritto di sconto in Borsa. La misura ha raccolto le approvazioni unanimi degli ambienti borsistici ed economici, dove si è anche da alcuni caldeggiata l'abolizione assoluta e definitiva del diritto di sconto.

*

Movimentato ed inquieto fu l'andamento delle quotazioni borsistiche. La corsa al rialzo che continuava, più o meno accentuata, da tempo, ha portato inevitabilmente a numerosi realizzazioni che hanno determinato nel primo tempo un regresso generale delle quotazioni. Il bisogno di denaro liquido, creato dalla necessità di coprirsi sentita da molti speculatori impegnatisi fortemente sul ribasso del franco, ha accentuato quella corrente di realizzazioni, producendo in certi momenti un deciso orientamento del mercato al ribasso facendo credere ad un rovesciamento completo della situazione generale. In questo ambiente sfavorevole si è poi gravata la preoccupazione del tentativo di scalata al Credito e lo scompiglio creato dalla improvvisa sospensione del diritto di sconto.

Non deve quindi fare meraviglia se le oscillazioni alla quota furono molteplici e fortissime. Tuttavia constatiamo con compiacenza come la crisi sia stata di breve durata ed abbia ceduto il campo ad una reazione benefica e generale. L'abbondanza di denaro sempre notevole, come è dimostrato dal successo del prestito polacco; la permanenza degli indici di miglioramento nella situazione finanziaria dello Stato e nella bilancia commerciale; l'esito delle elezioni politiche e la conseguente stabilizzazione della situazione politica, hanno certamente contribuito a mantenere la fiducia generale e a favorire la ripresa decisa verificatasi verso la fine del mese.

Particolarmente confortante fu l'andamento dei titoli di Stato i quali dimostrarono una grande fermezza sfuggendo quasi completa-

mente al movimento generale di ribasso, e riprendendo vigorosamente nella ultima settimana. Il Consolidato da 97 in apertura chiude a 98,20 dopo aver segnato come minimo del mese soltanto 96,45; la Rendita analogamente sale da 82,20 a 83,35 passando per 81,50.

Più movimentato il gruppo dei Bancari ed in particolare le Credito che quotate 875 all'inizio del mese raggiunsero in alcuni giorni anche 1050 per chiudere poi a 950. Gli altri titoli chiudono senza spostamenti risultanti notevoli, riguadagnando brillantemente tutto il perduto.

Molto agitato il comparto dei tessili che segnò ripetutamente variazioni di quote assai notevoli nei due sensi. Anche qui però la reazione di fine mese ha fatto riguadagnare le posizioni cedute, tanto che alcuni titoli registrano dei plusvalori notevoli. Specialmente favorite le Cantoni che da 2300 passano a 3175.

Il gruppo dei valori minerari e metallurgici ha seguito l'andamento generale del mercato appesantendosi in un primo tempo per poi riprendere con maggiore fermezza. Fra i titoli più favoriti restano sempre le Fiat; pure in buona vista le Breda e le Montecatini. Poco di notevole vi è da registrare nel comportamento dei titoli dei trasporti.

Buono generalmente il contegno degli Alimentari e particolarmente dei Saccariferi.

Lo specchietto dei titoli elettrici che facciamo seguire, illustra bene il diagramma generale dell'andamento del mercato, al quale abbiamo accennato.

Ing. RENATO SAN NICOLÒ.

Variazioni dei Titoli Elettrici nell'aprile 1924.

| | Valore nominale | I decade | II decade | III decade |
|--------------------------------------|--------------------|-------------|--------------|---------------|
| Edison | 300 | 760 | 719 | 750 |
| Conti | 250 | 434 | 416 | 445 |
| Vizzola | 500 | 1190 | 1110 | 1275 |
| Bresciana | 100 | 161 | 163 | 163 |
| Adamello | 200 | 260 | 259 | 265 |
| Unione Eser. Elettrici | 50 | 112 | 109 | 114 |
| Elettrica Alta Italia | 250 | 290 | | |
| Officine Elett. Genovesi | 250 | 381,50 | 364 | 375 |
| Adriatica | 100 | 161 | 162 | 176 |
| Negri | 100 | 140 | 136 | 145 |
| Ligure Toscana | 200 | 286 | 284 | 295,50 |
| Gener. Elet. della Sicilia | 100 | 125 | 124 | 132 |



**Associazione
Elettrotecnica Italiana**

Ereita in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

Sugli impianti ad altissima tensione

Relazione e discussione sulle memorie presentate alla Conferenza Internazionale di Parigi.

Verbale della 4ª seduta (25 febbraio 1924)

Semenza: L'argomento degli isolatori è della massima importanza per le linee di trasmissione dell'energia, e quindi risulta interessantissima la comunicazione che sta per farci l'Ing. Alessandri sulla discussione tenuta a Parigi in argomento.

Alessandri: A Parigi è stato affermato che i fabbricanti di porcellane mantengono segreto quanto riguarda il loro prodotto; approfittando di questa occasione per fornire tutti gli schiarimenti che possono interessare, riferendomi non solo a quanto fu detto a Parigi, ma anche a esperienze che ho iniziato tempo fa colla collaborazione dell'Ing. Carini, e che poi vennero proseguite in modo indipendente da me e dal Carini stesso. *(legge la sua comunicazione ed i sunti delle note presentate a Parigi.)*

Semenza: Ringrazio il collega per avere presentato il voluminoso riassunto di tutto quanto si collega col problema degli isolatori di porcellana.

Mi sembrano assai importanti le esperienze eseguite sulla variazione della resistenza alla perforazione con lo sforzo meccanico. Dell'argomento si è parlato in una delle sedute scorse circa gli amaraggi.

Rilevo, dando tutto il mio appoggio, la raccomandazione fatta dal collega Alessandri di attenersi nelle ordinazioni alle norme dell'A. E. I. In questo modo anche i produttori restano meglio guidati.

Rebora: I fabbricanti di isolatori di vetro usano un cemento di gesso e colla che dà buoni risultati. Perché esso non viene usato cogli isolatori di porcellana?

Alessandri: Io l'ho sperimentato, ma coll'assorbimento d'acqua si altera. Si è tentato di proteggerlo con una vernice, ma questa ra-

(¹) Si veda *L'Elettrotecnica*, N° 13, pag. 285 e seguenti.

pidamente si distacca. Ritengo più conveniente usare un buon cemento fuso al forno elettrico, quale per ora non viene ancora fabbricato da noi, ma che si può importare dalla Francia. Questo tipo di cemento non dà gli aumenti di volume che si producono durante la presa del tipo Portland.

Il gesso non dà aumenti di volume tranne il caso che venga bagnato.

Rebora: Non credo che la verniciatura o la paraffinatura del cemento usato siano praticamente vantaggiose, osservo però ancora che il gesso e colla usati negli isolatori di vetro non dà luogo a rotture.

Semenza: Crede il collega Alessandri che uno strato di asfalto posto tra cemento e porcellana sia efficace?

Alessandri: L'asfalto colla sua cedevolezza probabilmente diminuisce le sollecitazioni termiche. Lo ritengo quindi utile dato che i riscaldamenti raggiungibili in linea non dovrebbero mai esser tali da provocarne l'alterazione.

Si è tentato di usare anche la gomma, ma con cattivi risultati per la sua forte contrazione.

Semenza: La volta ventura si discuteranno i regolamenti sulle norme per le grandi linee di trasmissione. Ciò interessa molto perchè i belgi e gli svedesi cercano di far istituire regolamenti internazionali.

*

Verbale della 5ª seduta (29 febbraio 1924).

Semenza: Prego l'Ing. Manfredi di riferire sulle proposte di regolamenti e norme per le grandi linee ad altissima tensione.

(La relazione Manfredi è pubblicata a parte nel presente numero).

Semenza: Ringrazio l'Ing. Manfredi della sua relazione molto chiara e completa. La tendenza ad includere in regolamenti internazionali anche ciò che ha carattere essenzialmente nazionale, si spiega col fatto che in ogni paese i tecnici si trovano spesso in urto colla burocrazia, e cercano pertanto di dare maggiore forza ed autorevolezza ai principi che essi sostengono provvedendoli dell'approvazione internazionale. La rappresentanza italiana ha chiesto che l'argomento fosse deferito alla Commissione Elettrotecnica Internazionale. Occorre discutere sui concetti direttivi delle nuove leggi.

Manfredi: Ho avuto occasione di esaminare una delle prime bozze dello schema di legge: esso mi sembrava fondato su buoni principi; mi risulterebbe invece che, successivamente, lo schema è stato variato e non in meglio, ad esempio si sarebbero concessi ai Comuni speciali diritti e prerogative, il che sarebbe oltremodo grave. Occorre poi che la legge, se buona, non venga guastata dal regolamento, come spesso succede.

Una questione per me essenziale è l'unificazione e la semplificazione di tutte le norme tecniche, lasciando le direttive ad un'unica organizzazione tecnica permanente. Questo, ripeto, mi sembra essenziale; e a questo riguardo sarebbe da augurarsi che fosse seguito l'esempio americano, le cui norme sono emanate da un Ente unico di riconosciuta autorità, quale il Bureau of Standards.

Norsa: Il nuovo schema di disegno di legge del quale alcuni soltanto di noi hanno, forse, sinora avuto occasione di prendere visione, si ispira a concetti alquanto differenti da quelli sui quali è stata imposta la vecchia e classica legge del 1894 sulla trasmissione a distanza delle correnti elettriche.

Questa legge del 1894, integrata dai vari provvedimenti emanati successivamente, rappresenta oggi un complesso di disposizioni che rispondono abbastanza bene ai bisogni della nostra tecnica. Invece alcune innovazioni introdotte nel nuovo schema ci lasciano alquanto dubbiosi. Così le condutture sono state divise in due categorie, quelle a tensioni sino a 40 kV e quelle a tensioni superiori a 40 kV. Per le prime viene conservato il regime della servitù di elettrodotto. Per le seconde occorre invece chiedere una speciale « autorizzazione » che può essere negata, nel qual caso la conduttura a tensione superiore a 40 kV non può essere costruita. Se invece l'autorizzazione vien data, allora viene contemporaneamente riconosciuto alla linea anche il carattere di pubblica utilità.

In questo e in altri punti il nuovo schema sembra assai discutibile.

Semenza: A che punto è la nuova legge?

Norsa: Si è stampata una bozza dello schema di legge.

Semenza: Anche il regolamento è in preparazione, e questo spesso cambia la legge.

Carcano: Mi sembrerebbe opportuno che, se ancora in tempo, la nostra Associazione esprimesse il suo parere sulla questione, e chiedo al Presidente di interessarne la Presidenza generale. Credo che convenga riunirci di nuovo a discutere la cosa a fondo.

Semenza: Ritengo che si sia ancora in tempo per far sentire il nostro parere, e rivolgerò domanda in proposito al Presidente generale.

Manfredi: Credo che la nostra Associazione debba nel modo più autorevole ed efficace far presenti i nostri desiderata, per non trovarci di fronte ad una legge peggiore di quella vecchia ed a norme od a regolamenti che intralcino l'applicazione anche delle parti buone di essa. Ricordo che l'articolo 25 della legge sulle derivazioni d'acqua, il quale sancisce che il Decreto di concessione ha efficacia di dichiarazione di pubblica utilità per tutte le opere occorrenti, ed anche per le linee elettriche, è praticamente annullato dal Decreto 17 dicembre 1922, già citato nella relazione testè esposta.

Semenza: Pregherò il Presidente generale d'interpellare l'Associazione in proposito.

Passarin: In merito a quanto accennò nella sua relazione l'Ing. Manfredi della graduale diminuzione di resistenza meccanica degli isolatori sottoposti a sforzi meccanici, desidererei sapere in quale tipo di isolatore si è verificato il suddetto fenomeno.

Manfredi: Gli isolatori di cui ho parlato erano a cappa e perno. Esperienze fatte con contemporanea sollecitazione elettrica e meccanica, hanno dimostrato che sforzi meccanici, anche elevati, su isolatori di tipo robusto non indeboliscono la rigidità elettrica dell'isolatore. Il valore critico dello sforzo meccanico, cioè quello al quale l'isolatore incomincia a deteriorarsi, ed in seguito al quale l'isolatore trovasi poi meno atto a contrastare alla tensione elettrica, è intimamente connesso col valore della resistenza meccanica alla rottura dell'isolatore. Durante le prove combinate elettriche e meccaniche, l'improvvisa diminuzione della resistenza elettrica coll'aumentare dello sforzo meccanico è accompagnata quasi sempre da lievi scricchiolii, assai caratteristici, che denotano il guasto dell'isolatore sotto lo sforzo meccanico, che precede la perforazione elettrica.

Passarin: Da quanto afferma l'Ing. Manfredi si dovrebbe dedurre che l'inconveniente della diminuzione di resistenza meccanica col tempo negli isolatori in esercizio, e quindi sottoposti a sforzi meccanici, fosse comune a tutti i tipi di isolatori.

Personalmente non sono dello stesso avviso, avendo potuto constatare da esperienze eseguite e da risultati di isolatori in esercizio, che il fenomeno si riscontra quasi esclusivamente sui tipi in cui la porcellana è sottoposta a trazione; non avviene in quelli ove la porcellana è sollecitata a compressione; è quasi nulla negli isolatori ove la porcellana lavora al taglio.

L'Ing. Alessandri nella sua interessante relazione fece molto chiaramente vedere come la porcellana sia un agglomerato in cui le sostanze che la formano non tutte entrano in combinazione. Ora si comprende facilmente l'affatto diverso comportamento della porcellana sottoposta a compressione ed a trazione, poichè, se nel primo caso lo sforzo stesso tende ad avvicinare le particelle anche là dove non sono saldate, nel secondo caso le stesse particelle tendono a staccarsi.

Prova che conferma completamente il fenomeno sono i dati caratteristici relativi alla resistenza meccanica della porcellana e cioè:

Compressione kg 4000 a 5000 per cmq.

Trazione semplice kg 261 per cmq.

Flessione kg 540 a 590 per cmq.

(Da tenere presente che i suddetti valori si riferiscono a prove accuratissime con apparecchi di alta precisione su provini tagliati e molati da pezzi di porcellana privi di tensioni interne coi metodi della meccanica di precisione usati per l'ottica e che presentano l'esattezza matematica; da non confondere quindi con le solite prove di rottura di isolatori montati).

Bisogna però tenere ancora presente che se per ottenere da un cilindro di porcellana una maggiore resistenza alla compressione, basta entro certi limiti, aumentarne il diametro, per ottenere invece una maggiore resistenza alla trazione entro gli stessi limiti, non si può aumentare il diametro del cilindro stesso poichè in questo caso la porcellana non potendosi cuocere uniformemente, la resistenza totale può venire diminuita anzichè aumentata.

Mi sovviene in proposito ciò che capitò ad una Casa costruttrice di isolatori in un tipo in cui la porcellana era sollecitata completamente a trazione e che dovette, per ottenere il carico di rottura richiesto, diminuire la superficie resistente del tipo già costruito anzichè aumentarla.

Se i colleghi ricordano ho avuto occasione di accennare altra volta ad una esperienza interessantissima fatta in proposito ed eseguita col massimo scrupolo ed esattezza: Si costruirono parecchi cilindri di porcellana curando al massimo l'eguale composizione dell'impasto, la cottura, le dimensioni, ecc. Ai suddetti bastoni furono applicate delle cappe metalliche allo scopo di poter applicare ai bastoni stessi degli sforzi di trazione e compressione.

Si dedusse così con vari provini il carico unitario medio alla rottura della porcellana a trazione e compressione.

Si sottoposero quindi dei cilindri ad uno sforzo di trazione con un dato carico ed altrettanti ad uno sforzo di compressione con lo stesso carico. Dopo cinque anni si eseguirono le stesse esperienze dalle quali risultò che mentre nei primi il carico di rottura era sceso in media ad un terzo, nei secondi era rimasto perfettamente uguale.

Su quanto suesposto sarei grato se qualche collega volesse dare delle prove atte a rafforzare o diminuire questa mia asserzione.

Manfredi: In parecchi tipi di isolatori, nei quali il costruttore si propone di far lavorare la porcellana alla sola compressione, è assai dubbio che si raggiunga effettivamente lo scopo. Se poi la porcellana ha forme complicate o spessori molto forti, sono presumibili delle tensioni interne che si possono accentuare coi salti bruschi di temperatura. A proposito di temperature, ho osservato recentemente un fenomeno assai interessante, su isolatori telefonici, in una linea di alta montagna, e cioè la rottura di isolatori in occasione di rigidissime temperature (circa 20° C sotto zero) senza sovraccarico di neve sui fili. Questo fatto potrebbe farsi risalire a difetti di porcellana (tensioni interne?) come anche spiegarsi, più semplicemente, per un eccesso di tensione dei conduttori di bronzo nelle condizioni suddette. Di qui l'utilità di calcolare sempre, specie per le campate brevi, le frecce e le tensioni dei conduttori scarichi alle temperature più basse raggiungibili.

Valentini: Vorrei fare una raccomandazione di carattere generale: occorre fare in modo che la legge nuova renda più sollecite le pratiche per le concessioni. Accade spesso, per linee provvisorie di grande urgenza, che la linea venga tolta di servizio prima che arrivi il permesso governativo richiesto. La rapidità con cui si ottengono i permessi varia a seconda degli uffici interessati nella pratica. Conviene cercare di unificare le procedure per le varie autorizzazioni.

*

Verbale della 6ª seduta (14 marzo 1924).

Semenza: Prego l'Ing. Vannotti di esporci la sua relazione sugli interruttori in olio.

Vannotti: Su questo argomento mancò a Parigi la discussione: venne presentata una sola memoria, quella del Neil, ingegnere della Società Westinghouse, la quale dà notizie interessanti sul funzionamento degli interruttori in olio negli impianti americani, e che io voglio qui riassumere.

Nonostante il grande sviluppo degli impianti, i principii costruttivi di questi apparecchi sono rimasti allo stato semplice primitivo: una cassa, un coperchio con passanti e una traversa porta-contatti che si apre per gravità ed è comandata da un'asta generalmente di legno. La grande maggioranza degli interruttori ha soltanto due interruzioni per fase: il sistema con quattro o più interruzioni per fase non è diffuso in America. I maggiori progressi nella tecnica costruttiva degli interruttori si notano nella esclusione di materiali fragili, nella maggior cura posta nell'allestimento delle casse, le quali sono costruite oggi in lamiera di acciaio, e nell'adozione di dispositivi speciali contro la fuoruscita dell'olio, i quali però non risultano ben chiari dalla descrizione. Nella relazione vi è pure un accenno a dispositivi per evitare le false manovre.

In seguito alla diffusione che vanno prendendo le sottostazioni all'aperto, si costruiscono tipi di interruttori molto solidi, resistenti alle intemperie, di poca manutenzione, e riempiti di olio che ha un punto di congelamento molto basso.

In America si sono stabiliti da qualche anno degli accordi fra esercenti e costruttori riguardo alla capacità di interruzione degli interruttori. Questa è definita nel senso che gli apparecchi debbono poter interrompere dei corti circuiti sulle reti, i quali alla tensione indicata, diano luogo a correnti di corto circuito di una data intensità.

Gli apparecchi debbono sopportare senza inconvenienti una prova di due interruzioni come anzidetto, ripetute ad un intervallo di 2'. È ammesso un coefficiente di riduzione per casi speciali.

La memoria accenna poi ai guasti più frequenti negli interruttori delle grandi centrali a forte intensità di corrente. Si verificano in essi fenomeni meccanici di distorsione e fenomeni termici ai contatti. Per attenuare questo inconveniente l'autore accenna alla convenienza di suddividere i contatti in due circuiti in parallelo, ciò che migliora il contatto e diminuisce i fenomeni suddetti.

Si accenna poi al sistema adottato negli impianti ad altissime correnti per evitare i pericoli di corto circuito fra fase e fase: la pratica americana tende a separare nettamente le fasi in tre corpi distinti dello stesso fabbricato o in piani diversi, così come si rileva da una veduta pubblicata nella memoria e che viene proiettata.

Il Neil accenna infine a prove eseguite con interruttori su impianti di grande potenza alla tensione di 13000 volt e con correnti di 25000 Amp; altre a 25000 volt e 12000 Amp e si augura che tutte le società facciano esperienze in questo senso per fornire ai costruttori gli elementi per il perfezionamento dei loro apparecchi. (Si proiettano quindi alcune fotografie ricavate dalla memoria del Neil, e che riguardano principalmente gli interruttori a scatto rapido).

A Parigi si parlò degli interruttori in olio, indirettamente, nelle discussioni di altre memorie.

Sarebbe stato interessante sentire qualche notizia sugli interruttori con camera di esplosione. Quando si interrompe un corto circuito, si ha, com'è noto, grande sviluppo di calore il quale in parte gasifica l'olio e in parte lo brucia producendo fuligine: se questa, a seguito di ripetute interruzioni, va a depositarsi sulle pareti della camera di esplosione anzidetta, l'isolante di cui essa è formata cessa di essere tale e quindi le condizioni di funzionamento dell'apparecchio sono alterate.

A proposito della suddivisione del fabbricato dei quadri in singoli ripartiti riservati agli apparecchi di ciascuna fase, un ingegnere ha riferito che un concetto analogo fu seguito in Germania nella costruzione di un grande impianto nel quale i quadri furono collocati fase per fase in tre fabbricati distinti e lontani fra loro un centinaio di metri. Tale tentativo si risolse però in un insuccesso specialmente per la mancata contemporaneità di funzionamento degli apparecchi sulle tre fasi.

Per quanto riguarda l'interruzione multipla, il Neil non è favorevole a un numero di interruzioni superiore a due per fase. L'opinione sua non è però condivisa da altri tecnici americani. Infatti il Michener, Ingegnere della Società Edison della California Meridionale, che esercisce gli impianti a 60-150 e 220 kV riferisce nel numero del dicembre 1923 del giornale dell'A. I. E. E. che la sua Società, dovendo aumentare la potenzialità della sua rete di distribuzione a 60000 volt, dovette aumentare di conseguenza la capacità di interruzione degli interruttori. I primi tipi erano a due interruzioni per fase: si fece un primo passo portandole a quattro per fase ed aumentando le dimensioni delle casse. Ora stanno installando nuovi apparecchi con sei e perfino dieci interruzioni in serie per fase. La capa-

cità di interruzione di questi apparecchi non è conosciuta esattamente, ma la Società dichiara che hanno sempre servito in modo soddisfacente.

Il Michener informa che gli interruttori sulle sue reti a 150000 volt, non funzionando come automatici, hanno dato buoni risultati. Sulla rete a 220000 volt gli interruttori non hanno ancora funzionato, dal 6 maggio 1923 alla fine del giugno scorso, come automatici. È inteso tuttavia che questi interruttori debbono poter funzionare come automatici per interrompere i circuiti in caso di guasti o anomalie.

L'Ing. Semenza volle sollevare a Parigi la discussione chiedendo ai costruttori se, a loro avviso, fosse preferibile l'interruzione semplice o l'interruzione multipla.

Per mio conto e allo stato attuale della tecnica, io preferisco l'interruzione multipla; tuttavia la risposta decisiva non può essere data che dai risultati di esperienze dirette di apertura di corti circuiti in condizioni identiche, fatte con interruttori di diversi sistemi, così come accennai nella mia comunicazione dello scorso anno.

Le curve oscillografiche dell'interruttore (proiettate sullo schermo) mostrano che tanto in circuiti a $\cos \varphi = 1$ nei quali l'onda di corrente passa per lo zero nello stesso istante in cui si annulla anche l'onda di tensione, quanto nei circuiti a $\cos \varphi = 0$ nei quali l'onda della corrente si annulla quando l'onda di tensione ha il suo valore massimo, l'arco si spegne sempre quando l'onda della corrente passa per lo zero.

La distanza dei contatti, in quest'ultimo caso a $\cos \varphi = 0$, dev'essere maggiore perchè l'arco non si riadeschi, così come si deduce dalle curve oscillografiche. Orbene questa distanza (che chiamerò critica) dei contatti, la quale corrisponde allo spegnimento dell'arco, si raggiunge, a parità di condizioni e quindi anche di velocità lineare della traversa mobile, in un tempo altrettanto minore quanto maggiore è il numero delle interruzioni in serie. Pertanto il sistema a rotture multiple non è, sotto questo punto di vista, inferiore a quello coi contatti ausiliari a scatto rapido, illustrato nella memoria del Neil.

Si obietta, a torto, che nelle interruzioni multiple si sviluppa in ciascun punto di rottura un arco di intensità calorica pari a quello che si forma ai due poli della interruzione semplice. È vero che la corrente è la stessa in ambedue i casi, però il lavoro d'interruzione è sensibilmente diverso. Questo lavoro si può esprimere con la formula:

$$L = \int_0^{t_1} e \cdot i \cdot dt$$

dalla quale si deduce che nella rottura multipla, siccome il valore di e si divide in ragione del numero dei contatti, il lavoro deve ridursi press'a poco nella stessa proporzione.

Perciò il volume delle bolle gassose diminuisce: queste poi, sviluppandosi in parecchi punti, si raffreddano più rapidamente, perchè sono circondate da una massa raffreddante d'olio di superficie evidentemente maggiore a quella che si ottiene nel caso dell'interruzione doppia, con bolle gassose di maggior volume. Del resto le esperienze (di cui al diagramma che si proietta) provano che la durata dell'arco, lo sviluppo delle bolle gassose e quindi il lavoro di interruzione diminuiscono rapidamente col crescere del numero dei contatti di rottura: la curva del fenomeno tende però a disporsi asintoticamente all'asse delle ascisse, ciò che dimostra che non si avranno vantaggi sensibili a suddividere il numero delle interruzioni oltre un certo limite.

Qualcuno muove infine al sistema delle interruzioni multiple l'ap-punto di portare ad una maggiore complicazione degli apparecchi; osservo a questo proposito che anche gli interruttori a scatto rapido americani, non sono dispositivi molto semplici, come abbiamo visto dalle illustrazioni proiettate e estratte dal rapporto Neil.

Semenza: Ringrazio l'Ing. Vannotti della sua esposizione ed apro la discussione su questo argomento.

Voglio spiegare anzitutto che la disposizione speciale dei contatti che si nota nell'interno degli interruttori americani per alte correnti è dovuta a ricerche speciali dell'Ing. Torchio della Edison Company. Egli aveva constatato che i contatti negli interruttori per grandi potenze alle medie tensioni apparivano spesso ricotti e trovò che l'inconveniente era dovuto all'azione elettrodinamica della corrente molto intensa che tendeva ad allontanare i contatti.

Invertendo la posizione dei contatti mobili rispetto ai fissi, riuscì a sfruttare lo stesso fenomeno a vantaggio della stabilità del contatto facendo sì che la deformazione tendesse a comprimere i contatti fra di loro.

Per quanto riguarda la separazione delle sbarre collettrici in corpi di fabbrica distinti, bisogna tener presente che si tratta di potenze dell'ordine dei 250.000 kW, con tensioni intorno ai 12.000 volt e quindi di correnti tali che darebbero luogo a veri disastri in caso di corti circuiti fra le sbarre.

Già nei nostri impianti alle medie tensioni, per quanto le potenze in gioco siano notevolmente inferiori, abbiamo avuto occasione di constatare gli effetti disastrosi dei corti circuiti, pur trattandosi di correnti molto meno intense.

Con la separazione ed il distanziamento delle sbarre rimane ancora la possibilità di corti circuiti a terra i quali però sono meno pericolosi dei corti circuiti diretti. La New York Edison Company, che ha adottato tale sistema, se ne dichiara soddisfatta.

Rebora: Nella mia esperienza ho notato che gli interruttori vanno fuori servizio in seguito a fenomeni che si possono raggruppare in tre categorie:

1) per sovratensione ai morsetti, con archi fra gli stessi, che

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Il "transverter",

Le riviste tecniche inglesi si occupano, con ricchezza di particolari del nuovo tipo di convertitore, dovuto ai signori Calverley e Highfield, il quale costituisce una delle maggiori attrattive dell'esposizione dell'impero inglese, da poco inaugurata a Wembley, e potrebbe veramente segnare una data nella storia dell'elettrotecnica.

L'apparecchio, che gli autori hanno battezzato « transverter », e che noi potremmo chiamare « trasvertitore » è infatti una felice compenetrazione di un trasformatore e di un convertitore, nel quale però, soppressa ogni eccitazione a corrente continua, tutti i circuiti rimangono fissi avendosi solo, di ruotante, un sistema di spazzole. Come un gruppo trasformatore-convertitore, il « transverter » può trasformare l'energia di un sistema trifase in corrente continua, con un rapporto fra le tensioni dei due sistemi praticamente fisso, per una data macchina, ma arbitrario; e viceversa può trasformare energia a corrente continua, in un sistema trifase a qualsiasi tensione e frequenza. Esso — come tanti altri geniali apparecchi — deriva da una ingegnosa combinazione di apparecchi e di procedimenti già noti. La moltiplicazione delle fasi, che ne costituisce una delle più salienti caratteristiche fu infatti già applicata ad altri scopi. L'ottenimento di sistemi esafasi di fase diversa e determinata, partendo da un sistema trifase ed usando trasformatori a due primari e due secondari per nucleo, è quasi intuitivo. Ripetendo il procedimento gli autori del transverter ricavano dal trifase un sistema a 36 fasi col quale alimentano le 36 lamelle di un collettore fisso. Facendo ruotare su questo collettore un sistema di spazzole trascinato da un motore sincrono, si ricaverà da esso una corrente praticamente continua. Reciprocamente, mandando la corrente continua alle spazzole ruotanti di altro analogo apparecchio si potrà ricavarne un sistema trifase la cui frequenza sarà determinata dalla velocità di rotazione delle spazzole. Se si aggiunge che, mettendo in serie vari sistemi di spazzole ruotanti su altrettanti collettori, si possono ottenere tensioni continue elevatissime (l'apparecchio esposto a Wembley può trasformare 2000 kW trifasi a 6000 volt, 50 periodi in *corrente continua* a 100 000 volt) appare subito evidente la grande importanza industriale del nuovo convertitore. Supponendo per un momento superate tutte le difficoltà pratiche di dettaglio, il campo di applicazione del transverter si presenta vastissimo e, soprattutto, per il fatto che esso non è un apparecchio... rivoluzionario. Nulla si dovrebbe per esso modificare degli impianti esistenti, ma esso aprirebbe nuovi orizzonti alla grande trasmissione, alle interconnessioni delle reti, alla trazione. Una linea a due fili a corrente continua ad altissima tensione, senza tutte le gravi difficoltà di regolazione inerenti alle analoghe linee trifasi, potrebbe costituire, coll'ausilio dei transverter, (che, fra l'altro dovrebbero essere necessariamente apparecchi ad altissimo rendimento) il naturale e più perfetto ed elastico collegamento di un numero qualsiasi di reti trifasi a tensioni e frequenze diverse, con una funzione del tutto analoga a quella auspicata per le grandi reti di trazione a corrente continua. E poichè un « transverter » a due collettori e due sistemi di spazzole può evidentemente trasformare corrente continua in corrente continua a diversa tensione, nuove vaste possibilità si intravedono per la trazione e per tutte quelle applicazioni industriali che « preferiscono » la corrente continua.

Ma non vogliamo continuare su una via di profezie che l'abituale oggettività del tecnico potrebbe anche giudicare premature. Per quanto l'apparecchio presentato all'esposizione di Wembley sembri presentarsi con tutti i maggiori requisiti di serietà tecnica, molti particolari costruttivi di capitale importanza sono ancora troppo poco noti per poter formu-

lare un giudizio definitivo. Ma ci è sembrato tuttavia necessario far conoscere subito ai nostri lettori il nuovo convertitore, riassumendo per essi le descrizioni recentemente pubblicate dall'*Electrician* e dall'*Engineering*. E non mancheremo di seguire colla massima attenzione tutto quanto si verrà pubblicando sull'interessante argomento.

Locomotori trifasi.

Anche coloro fra i nostri lettori i quali pensano che la trazione sia una di quelle applicazioni industriali dell'energia elettrica che, come dicevamo or ora, « preferiscono » la corrente continua, condivideranno senza dubbio la nostra grande soddisfazione scorrendo la monografia sui locomotori trifasi dell'Ing. BIANCHI, della quale iniziamo oggi la pubblicazione. Parliamo di soddisfazione perchè molte volte abbiamo dovuto far notare come mancassero pubblicazioni originali sulla trazione trifase, e in particolar modo mancassero notizie dirette sui locomotori nei quali si accentrano molte delle ragioni che si adducono a favore del sistema stesso. Infatti il motore asincrono trifase ha fin dall'inizio colla sua estrema semplicità sedotto l'animo dei tecnici, che studiavano il problema dell'applicazione della energia elettrica alle ferrovie, e ciò ancorchè alcune sue specifiche caratteristiche, quale ad esempio la costanza della velocità, potessero ritenersi a priori e giustamente poco favorevoli alle applicazioni di trazione.

È però interessante il seguire, nell'analisi competente e sagace del Bianchi, (che per dovere d'ufficio si trova da anni a cercar di mettere d'accordo le esigenze ferroviarie con quelle elettrotecniche) le profonde trasformazioni che in pratica ha dovuto subire quella iniziale e seducente semplicità. Così profonde furono queste trasformazioni che non solo la semplicità fu perduta di vista, ma, per usare le parole dell'autore « il motore a campo rotante, già vanto del sistema trifase, ne è ora per così dire la vittima ».

Le complicazioni che la pratica ha introdotto sono dovute in ispecial modo alla necessità di disporre di varie velocità di regime, per adattarsi alle diverse condizioni di pendenze, tipi e pesi di treni, ecc., e il Bianchi fa nel suo studio un'analisi accurata di tutti i principali artifici escogitati per poter soddisfare a queste esigenze. Fra l'altro egli mostra come l'attuale scala di 4 velocità impiegata nei locomotori trifasi in servizio sulle F. S. e imposta da condizioni tecniche, non sia la più conveniente dal punto di vista ferroviario, particolarmente in vista della velocità media che si dovrebbe ottenere coi treni rapidi passeggeri.

Lo studio del Bianchi sviscera a fondo il problema del locomotore trifase tanto dal punto di vista elettrico che da quello meccanico, e mostra chiaramente i limiti che la pratica pone all'uso di esso, limiti che sono già stati forse superati nelle applicazioni e che consigliano un nuovo esame della questione.

Non è il caso, per ora di trarre conclusioni dallo studio del Bianchi, tanto più che egli ha in lavoro un'altra analoga e vivamente attesa monografia sui locomotori a corrente continua; ma i lettori riconosceranno con noi la grande importanza di questo contributo del Bianchi che costituirà senza dubbio un caposaldo per gli ulteriori sviluppi di quella discussione sulla elettrificazione delle ferrovie che deve fatalmente e continuamente rinnovarsi.

La Riunione dello scorso autunno a Venezia.

Iniziamo in questo numero la pubblicazione dei verbali relativi alla XXVIII Riunione Sociale tenutasi lo scorso autunno a Venezia. Dopo che le nostre riunioni hanno cominciato a svolgersi essenzialmente a base di discussioni e dopo che si

è adottato il resoconto stenografico, i verbali hanno completamente perduto quel carattere accademico che essi avevano in passato, e la loro lettura riesce assai spesso molto interessante, specie per chi non ha potuto partecipare alle riunioni.

LA REDAZIONE.

RIASSUNTO DI STUDI SU LOCOMOTORI CON MOTORI ASINCRONI □ □ □ □

GIUSEPPE BIANCHI

In queste note si intende riassumere brevemente qualcuno dei problemi che si riferiscono alla costruzione di locomotori con motori asincroni, impiegati nella trazione trifase e monopolifase, col proposito però di evitare discussioni sul sistema migliore di elettrificazione ed anche paragoni tra locomotori trifasi, monofasi o a corrente continua.

Sembra infatti a chi scrive doveroso limitarsi a una esposizione puramente tecnica e obbiettiva di studi e di dati che non hanno il presupposto di dimostrare la preferenza da darsi a un dato sistema di elettrificazione, e non anticipare in alcun modo le conclusioni che dovranno essere tratte solo da chi deve decidere in questa materia.

Mentre tutti i problemi riguardanti la elettrificazione, come quelli della fornitura dell'energia e la costruzione delle linee di trasmissione e di contatto, hanno dato luogo a trattazioni più o meno pratiche e concludenti, ma certo abbondanti, tutto quanto riguarda le locomotive elettriche è stato o taciuto o passato in seconda linea. Accade anche di leggere su questa ed altre Riviste, descrizioni di locomotive elettriche di altri paesi e anche qualche raro articolo descrittivo o generico sui locomotori elettrici trifasi, ma è rarissimo il caso di trovare accenni a studi o questioni tecniche anche di indole generale, riguardanti i problemi costruttivi dei locomotori.

Questo silenzio è dovuto più che altro al fatto che i pochi tecnici specializzati sono sempre schivi da discussioni e non amano portare a conoscenza di tutti i loro studi, o quanto si connette al loro lavoro, forse anche perchè la materia non si presta a trattazioni interessanti e apprezzabili dalla maggior parte dei lettori di riviste tecniche. Ma anche all'infuori del valore giornalistico, forse dubbio, sarebbe augurabile fossero più noti gli studi fatti sulla applicazione dei motori asincroni ai locomotori, se non altro in relazione al gran numero di locomotori trifasi costruiti in Italia e di monopolifasi (split-phase), costruiti in America.

Origine della trazione trifase e monotrifase.

Per quanto concerne la trazione trifase non è il caso di ripetere la storia ben nota dello sviluppo della trazione elettrica in Italia, nè indagare le complesse ragioni per le quali da noi, sino ad ora, si è preferito di continuare a elettrificare le ferrovie con il sistema trifase anzichè con il sistema a corrente continua o monofase, impiegati in altri paesi. Può chiarire invece alcune delle questioni prospettate in seguito ricordare le origini di alcune decisioni.

Nell'impianto della Valtellina (1901), volendosi fare un esperimento di trazione con unità relativamente pesanti, e ritenendosi allora che da un organo di presa strisciante sulla linea di contatto non potessero derivarsi più di 300 ampere, in relazione alla potenza di 1500 kW occorrente per i locomotori e a un fattore di potenza eguale a 0,8, la tensione della linea di contatto venne fissata di 3000 volt. L'unico tipo di motore che potesse allora essere applicato era quello asincrono trifase.

Fino ad allora la frequenza in uso negli impianti trifasi non era scesa al disotto di 42 periodi. Ma non volendo ricorrere all'uso di ingranaggi riduttori tra i motori e le ruote, nè essendo praticamente possibile la costruzione di motori di tipo coassiale alle ruote a gran numero di poli, specie se di piccole dimensioni, e temendosi gli effetti della induttanza e dello skin-effect nelle linee di contatto e nelle rotaie, si trovò necessario adottare la frequenza di 15 periodi, la più conveniente per la velocità da avere in relazione al diametro delle ruote adottate nell'uso ferroviario e al passo polare dei motori.

L'impiego del motore trifase trovò sin d'allora sostenitori e oppositori: si riconobbe subito, tra l'altro, che la velocità praticamente costante avrebbe condotto alla impossibilità di regolare l'orario di marcia e la potenza assorbita dai treni sulle varie pendenze.

Si ritenne opportuna l'adozione di una seconda velocità di marcia, da adoperarsi sulle pendenze maggiori, praticamente sufficiente a correggere i difetti accennati. Fu così sin da principio previsto l'accoppiamento in cascata e in parallelo tra i motori. Più tardi fu applicato anche l'altro metodo possibile per cambiare la velocità, cioè quello del cambiamento del numero dei poli.

Dopo questo esperimento ritenuto decisivo e su esempio delle ferrovie federali svizzere che nel 1904 avevano deciso di elettrificare la linea del Sempione col sistema trifase, nel 1905 l'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato, succeduta alle passate Società, decideva di iniziare gli studi per l'applicazione della trazione elettrica sulle più importanti linee di valico.

Da questa decisione, presa all'inizio dell'esercizio di Stato, ha avuto origine la vasta applicazione, tanto discussa, del sistema trifase alla elettrificazione delle Ferrovie Italiane.

La storia più recente dello sviluppo della elettrificazione con il sistema trifase è troppo nota per ripeterla. Solo, per quanto riguarda i locomotori, si può mettere in evidenza che, mentre prima della guerra gli studi e i progetti sono stati opera quasi esclusiva di tecnici stranieri, dopo la guerra lo sviluppo di questo speciale ramo di tecnica è dovuto quasi esclusivamente a tecnici italiani e a Ditte costruttrici nazionali, specializzate in questo genere di costruzione tutt'altro che facile, all'infuori di ogni influenza tecnica e finanziaria di altri paesi, il che non può essere detto, nè per noi nè per altre Nazioni per altri rami della elettrotecnica ai quali lo scambio delle idee e le influenze finanziarie danno un carattere di uniformità internazionale.

E' curioso poi il fatto che, indipendentemente dagli studi e dalle applicazioni fatte in Italia del motore asincrono alla trazione trifase, in America, sin dal 1910, si siano compiuti studi, principalmente per iniziativa dell'Alexanderson, che hanno condotto alla applicazione del motore asincrono anche ai locomotori monofasi (split phase system) partendo però da concetti fondamentali diversi di quelli del sistema trifase. Nei locomotori monotrifasi, all'infuori del fatto di essere alimentati da linea di contatto monofase e dell'adozione del trasformatore sincrono ruotante monopolifase, si ritrovano infatti dettagli molto simili a quelli adottati nei locomotori trifasi. I due tipi di locomotori sono tra loro strettamente imparentati e si può dire che i locomotori mono-polifasi siano l'anello di congiunzione tra la trazione monofase e quella trifase.

Indipendentemente da ogni opinione sul migliore sistema di elettrificazione o migliore tipo di motore adatto al servizio di trazione, è certo sintomatica questa preferenza, anche nei locomotori monofasi, per il motore asincrono piuttosto che per quello monofase a collettore che presenta in teoria certo caratteristiche più adatte al servizio di trazione. Tale preferenza viene giustificata dai tecnici americani dal fatto di non avere nessun conduttore ad elevata tensione che non sia coperto da isolante, dalla possibilità di sovraccarichi di valore anche triplo del normale, dalla facilità di ottenere il recupero nelle discese e dalla prospettiva di poter usare correnti a frequenza industriale anche sulla linea di contatto, abolendo le sottostazioni fisse rotative di conversione da corrente alternata in continua. La moltiplicazione delle fasi per l'alimentazione dei motori asincroni, come è noto, è ottenuta sul locomotore a mezzo di un trasformatore ruotante sincrono con avvolgimento primario monofase e secondario polifase. La potenza del trasformatore ruotante è $\frac{n-1}{n}$ volte quella dei motori essendo n il numero

delle fasi dei motori. Per ridurre questa potenza al minimo i motori asincroni del locomotore sono generalmente bifasi o tetrafasi ma possono essere trifasi o esafasi.

I problemi inerenti ai motori asincroni dei locomotori trifasi o monopolifasi sono in ogni modo presso che identici e così pure quelli che si riferiscono alla rimanente apparecchiatura dei locomotori.

Motori asincroni per trazione.

I sostenitori della trazione trifase, hanno, sin dal primo impianto della Valtellina, vantata la semplicità del motore di Ferraris come principale argomento di preferenza del sistema. Quelli della trazione monotrifase hanno voluto congiungere a tale pregio quello della semplicità della linea di contatto monofase; è però curioso come presto in entrambi i sistemi si sia persa di vista la ragione primitiva addotta come titolo di preferenza.

Nei locomotori trifasi più recenti la classica semplicità del motore di Ferraris è infatti scomparsa con le complicazioni inerenti al cambio della velocità, e nei locomotori monotrifasi

anche a due sole velocità la semplicità dei motori è soffocata dalla complessità della rimanente apparecchiatura.

Con la prospettiva di usare ora correnti a frequenza industriale, scartata, come si è accennato, nel primo impianto della Valtellina per il trifase, e in tutti gli impianti monofasi con motori a collettore nei locomotori, si sono potute attribuire al locomotore con motori asincroni sia trifasi che monopolifasi nuove benemeritenze dato che quelle più anticamente riconosciute sembravano almeno in parte svalutate.

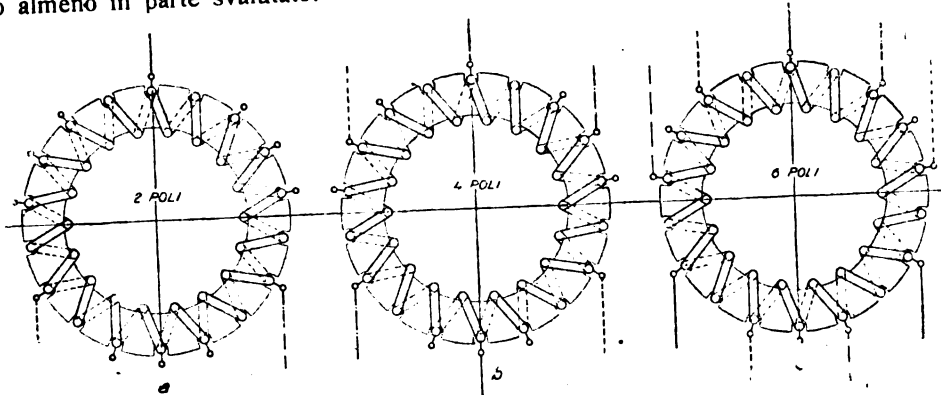


Fig. 1.

I pregi della trazione trifase o monofase a frequenza industriale non sono evidentemente più fatti consistere nella semplicità dei motori asincroni di trazione e tanto meno del locomotore in complesso, che, se non subirà in avvenire radicali semplificazioni, raccoglie gli svantaggi caratteristici rimproverati agli altri sistemi di locomotori per correnti alternate ed anche di quelli a corrente continua, ma nella possibilità di utilizzare con sola trasformazione statica nelle sottostazioni le correnti di impianti elettrici non esclusivamente destinati a scopi di trazione e, per quanto riguarda il trifase, in una minore spesa per il conduttore della linea di contatto a 10000 volt anziché a 3700.

Con questi nuovi sistemi il locomotore con motori asincroni si addossa molti oneri che non aveva con i sistemi trifasi o monofasi a bassa frequenza e resta confermato che il motore a campo ruotante, già vanto del sistema trifase e monotrifase, ne è ora, per così dire, la vittima.

Può quindi interessare ricordare quali adattamenti e trasformazioni sono state attuate e quali sembrano ancora possibili per i motori asincroni applicati ai locomotori.

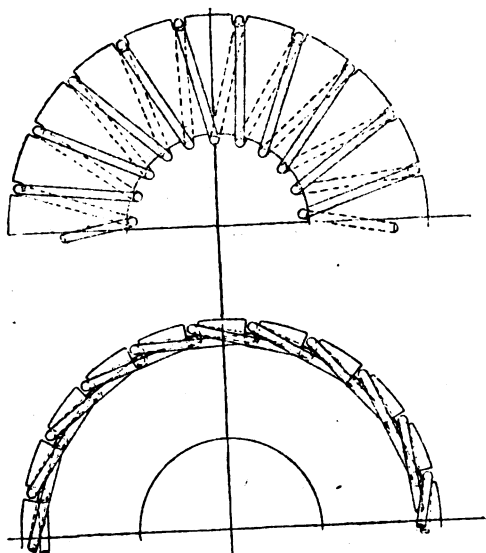


Fig. 2.

Regolazione della velocità.

La regolazione della velocità è la condizione che impone ai motori asincroni dei locomotori gli artifici che ne snaturano la semplicità originaria, anche se le velocità di marcia caratteristiche sono soltanto due come nel caso dei locomotori per linee di montagna o per servizio merci. Al massimo in pratica quattro velocità sono ritenute sufficienti per svolgere il servizio con treni viaggiatori su linee pianeggianti. I valori di tali velocità, per la natura stessa degli artifici adoperati per ottenerle, sono tra di loro in determinato rapporto che non può

essere scelto a volontà. Ne risultano in pratica serie di velocità che spesso non sono le più opportune per lo svolgimento del servizio ferroviario specie su certe linee. Così ad esempio la serie di velocità 37, 50, 75, 100 km-ora, la più comune per i locomotori per servizio viaggiatori, non è completamente soddisfacente per alcune linee dove 100 km sono quasi sempre eccessivi, per le condizioni difficilmente perfette dell'armamento, e i 75 km rappresentano una velocità troppo bassa come velocità normale. Più opportuna, almeno per molte linee,

sarebbe una velocità massima di 90 km-ora e una velocità normale intorno a 80 km. Ma in tale caso non sarebbe possibile avere con i mezzi usuali anche le altre velocità più basse, proprie ai locomotori per servizio di montagna e merci con i quali deve essere possibile la doppia trazione.

I rapporti più usati di velocità sono quelli $4 \div 3 \div 2 \div 1,5$ e l'altro $3 \div 2 \div 1,5 \div 1$; altri rapporti sono però realizzabili facilmente.

Gli artifici possibili per ottenere varie velocità nei motori asincroni dei locomotori sono molti; i più comuni sono l'accoppiamento dei motori in cascata e il cambiamento del numero di poli.

L'accoppiamento in cascata diretta è tanto noto che non occorre parlarne. E' il sistema comunemente usato nei locomotori a due velocità aventi motori eguali. In tale caso le due velocità ottenibili con l'accoppiamento in parallelo e cascata stanno nel rapporto $1 \div 2$ che per altro non è il più opportuno in molti casi di esercizio.

Con due motori aventi diverso numero di poli sono possibili tre velocità, due in parallelo con il funzionamento di un

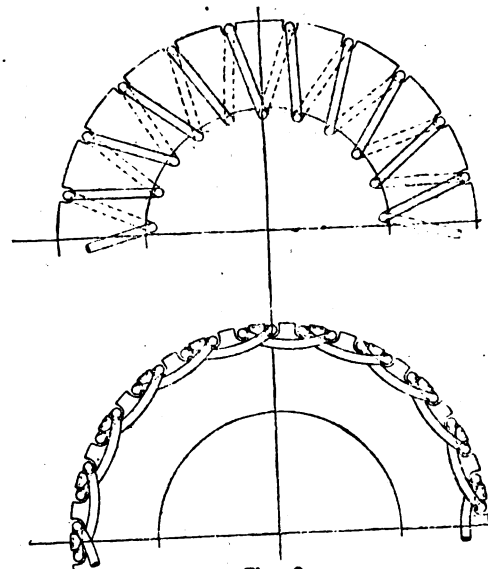


Fig. 3.

solo motore, una cascata. L'artificio fu applicato su qualche locomotore ma dava luogo a inconvenienti di natura meccanica quando funzionava un solo motore; inoltre la potenza del locomotore è poi quella di un solo motore.

La cascata inversa non ha ricevuto applicazioni: con due motori, aventi necessariamente diverso numero di poli, si potrebbero, almeno teoricamente, ricavare quattro velocità che però non risulterebbero in una scala opportuna: due velocità funzionando ciascuno dei due motori da solo e altre due con la cascata diretta o inversa.

Con tre motori, di cui due eguali tra loro e il terzo accop-

piato in cascata inversa o diretta con i due altri, si possono avere quattro velocità in una scala appropriata, di cui tre coi due accoppiamenti in cascata suddetti e con la marcia in parallelo tra loro dei due motori eguali. La quarta velocità si può ottenere con l'accoppiamento in cascata dei due motori eguali.

Non è il caso di pensare all'accoppiamento in cascata diretta di più di due motori perchè le caratteristiche di funzionamento, appena tollerabili con l'accoppiamento in cascata di due soli motori, sarebbero praticamente inaccettabili.

cessario ricordare alcune condizioni indispensabili alle quali il sistema di cambiamento dei poli deve soddisfare per questa speciale applicazione.

a) A seconda del servizio a cui il locomotore è destinato sono accettabili due tipi di motori: uno avente una coppia motrice costante alle varie velocità e quindi una potenza crescente con la velocità. Sarebbe questo ad esempio il caso di locomotori adibiti esclusivamente al servizio di treni diretti su linee a livelletta costante. La resistenza alla trazione di questi treni, aventi presso a poco sempre lo stesso tonnellaggio, su linee a pendenza uniforme, cresce in ragione della velocità; è quindi opportuno che i motori alle più alte velocità abbiano una coppia maggiore che non alle più basse velocità.

All'infuori di questo unico caso (piuttosto raro) i locomotori sono in generale adibiti a servizi promiscui cioè oltre treni diretti e direttissimi devono effettuare, per essere bene utilizzati nei turni, anche treni accelerati o omnibus e magari anche dei merci su linee con livellette varie. In questo caso il locomotore è chiamato a trainare treni di tonnellaggio molto diverso e quasi sempre tanto più elevato quanto minore è la velocità propria del treno. La coppia motrice in corrispondenza alle varie polarità è opportuno sia, per quanto è possibile, regolarmente decrescente con il crescere della velocità del motore o, in altre parole, la potenza resa dal motore alle varie velocità resti all'incirca costante⁽²⁾. Diciamo subito che questa è una delle condizioni più difficili da soddisfare praticamente e infatti nessun sistema applicato di cambiamento di numero di poli vi soddisfa completamente. I locomotori trifasi infatti hanno sforzi di trazione che variano a seconda delle velocità e, purtroppo, in molti casi ad una delle velocità più basse corrispondono sforzi di trazione minori di quelli sviluppati alle velocità contigue. Non è chi non veda il grave inconveniente che nell'esercizio un tale difetto produce; praticamente ci porta alla soppressione delle velocità alle quali corrispondono sforzi deficienti o ad adottare motori di potenza esuberante in corrispondenza di alcune velocità.

La condizione di avere una potenza costante alle varie velocità può essere soddisfatta in due modi. Se la tensione di alimentazione alle varie polarità resta la stessa e se gli avvolgimenti commutati alle varie polarità presentano un fattore di avvolgimento poco diverso, è necessario che il flusso risultante nell'interferro abbia un valore tanto più piccolo quanto è maggiore la velocità del campo ruotante. Il numero delle sezioni di avvolgimento da mettersi in serie in corrispondenza delle varie polarità in tale caso risulta all'incirca sempre lo stesso.

Se invece, come più spesso accade, i fattori di avvolgimento corrispondenti ai vari numeri dei poli sono diversi, occorre raggruppare le varie sezioni dell'avvolgimento in corrispondenza alle varie polarità in modo che la somma geometrica delle tensioni sulle singole fasi sia costante.

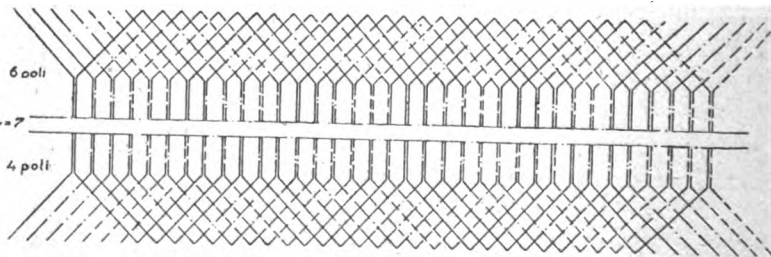


Fig. 5. — Commutazioni 6-4 poli - Avvolgimento in 36 cave.

La condizione che resti invece costante la coppia del motore e cioè lo sforzo di trazione del locomotore alle varie velocità è soddisfatta se, a parità delle altre condizioni, resta costante il flusso nell'interferro in corrispondenza delle varie

Anche il noto tipo di motore di L. J. Hunt a cascata interna non è stato impiegato nei locomotori trifasi. Come è noto con tale tipo di motore si ottengono tre velocità, due in parallelo e una in cascata interna.

Il problema del cambiamento del numero dei poli nei motori asincroni trifasi è stato molto studiato in questi ultimi anni e questa stessa Rivista se ne è occupata più volte⁽¹⁾. Riguardando il problema dal lato teorico, le soluzioni possibili sono quanto mai numerose. Se invece i vari sistemi di cambiamento del numero dei poli vengono esaminati avendo riguardo strettamente alla applicazione del motore asincrono sui locomotori e tenendo conto di tutte le esigenze che, non solo la teoria, ma la pratica di progetto e di esercizio insegnano, si finisce con riconoscere che i sistemi praticamente applicabili non sono molti.

Sebbene quindi questo problema sia stato trattato più volte nelle sue soluzioni più largamente possibili credo forse interessante riassumere il risultato di mie ricerche fatte su questo argomento in questi ultimi anni. Tali ricerche, anche se non hanno importanza teorica nè caratteri di assoluta novità, mi hanno permesso di classificare in modo abbastanza completo i vari metodi adottati o possibili e giudicare del loro valore intrinseco nei riguardi della applicazione dei motori asincroni alla trazione elettrica.

Prima di esporre il risultato delle accennate ricerche è ne-

⁽¹⁾ Tra gli altri vedansi i pregevoli articoli dell'Ing. G. N. Pestarini sul n. 1 e seguenti dell'Elettrotecnica del gennaio 1922.

⁽²⁾ In tale modo il motore asincrono viene ad avere caratteristiche che si avvicinano a quelle del motore in serie a corrente continua.

velocità. Il motore in tali condizioni assorbe una potenza all'incirca proporzionale alla velocità.

Se la tensione alla quale possono essere alimentati i motori può essere variata a volontà a seconda del numero di poli del motore (e cioè se sul locomotore è installato un trasformatore con varie prese di tensione) le condizioni sopra esposte possono essere realizzate con maggiore facilità.

b) Un gran numero di sistemi proposti per il cambiamento del numero dei poli è tale che in corrispondenza di alcune polarità la forma della forza magneto-motrice nell'interferro si scosta più o meno dalla forma sinoidale; presenta cioè le armoniche di campo in misura molto maggiore di quella degli avvolgimenti normali.

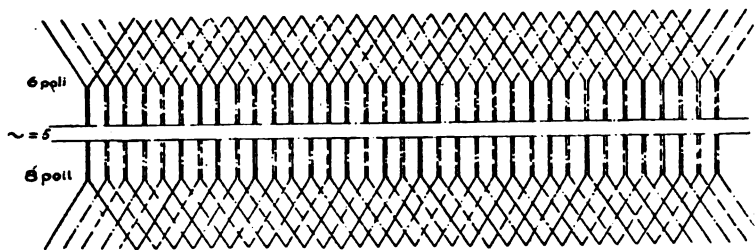


Fig. 6. — Commutazioni 6-8 poli - Avvolgimenti in 36 cave.

Tali anomalie sono tollerabili in motori di piccole dimensioni; sono invece intollerabili in grossi motori in quanto che in tale caso ne risulta una riduzione notevole della corrente di corto circuito del motore e quindi della coppia motrice, anche se le irregolarità nella forma della forza magneto-motrice sono apparentemente abbastanza piccole.

Tale condizione, alla quale da molti che hanno trattato il problema della commutazione dei poli non è data la necessaria importanza, fa scartare numerosi sistemi di commutazione dei poli che in uno studio teorico non molto approfondito e in applicazioni su motori di non grande potenza si presentano come accettabili ed anzi attraenti, specialmente perchè il numero dei terminali del motore che fanno capo ai commutatori dei poli è relativamente piccolo e il sistema di avvolgimento del motore è dei più semplici.

Non è facile prevedere esattamente col calcolo la riduzione di coppia motrice che un sistema di commutazione avente una forma di forza magneto-motrice irregolare presenta. In questo campo vale meglio di tutto qualche misura pratica. In ogni modo si può sicuramente affermare che su grossi motori sono applicabili solo quei sistemi di commutazione dei poli con i quali la forma della forza magneto-motrice nell'interferro si mantiene poco discosta dalla forma sinoidale. Nel seguito della esposizione verranno riportati i risultati di alcuni esperimenti a tale riguardo, che confermano nel modo più efficace le affermazioni sopra fatte.

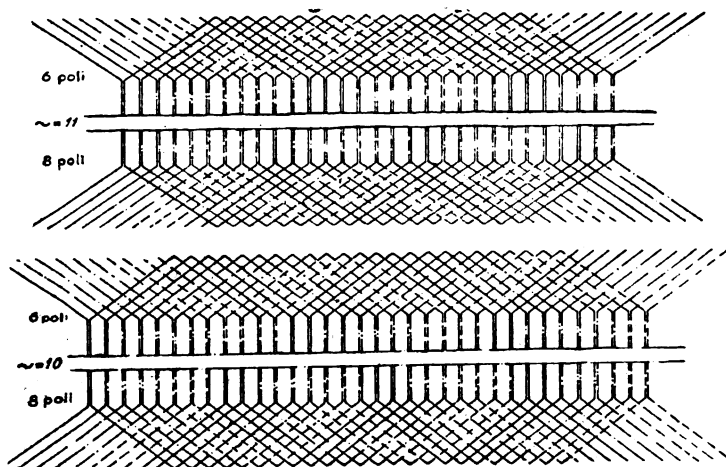


Fig. 7. — Avvolgimento in 72 cave.

c) Si è già accennato che un sistema di commutazione è tanto più pratico quanto più piccolo è il numero di derivazioni che dall'avvolgimento del motore vanno al commutatore che collega in vario modo le sezioni dell'avvolgimento a seconda del numero dei poli.

E' noto che il numero dei gruppi in cui va diviso l'avvolgimento del motore per permettere le commutazioni non è mai superiore al prodotto del numero delle fasi che si ha in ciascuna delle varie polarità moltiplicato per due. Il numero

dei conduttori di collegamento tra motore e commutatore è eguale al massimo a due volte il numero dei gruppi in cui l'avvolgimento resta diviso.

I commutatori dei poli riescono tanto più semplici quanto minore è il numero di conduttori da commutare.

In generale può dirsi però che i sistemi di commutazione nei quali la forma della forza magneto-motrice si scosta poco da quella regolare presentano un numero piuttosto grande di conduttori di collegamento tra motori e commutatori.

Questi ultimi risultano quindi di costruzione complessa e ingombrante, se non si ricorre agli speciali artifici dei quali è cenno più avanti.

Sistemi trifasi di commutazione dei poli.

Uno studio sistematico dei vari sistemi di commutazione dei poli sembra si possa fare molto semplicemente, prendendo in esame il caso fondamentale di un avvolgimento ad anello nel quale si possano fare prese intermedie in modo da ottenere differente numero di poli alimentando sempre l'avvolgimento con correnti trifasi. Così ad esempio nell'avvolgimento ad anello rappresentato dalla fig. 1, avente dodici prese, si possono ottenere 2, 4 e 6 poli alimentando l'avvolgimento stesso come è indicato in a, b, e c.

In generale con un numero di prese equidistanti eguale a $3p$, si ottengono $2p$ poli.

Nel caso si vogliano ottenere più polarità, ad esempio tre con $2p_1$, $2p_2$, $2p_3$ poli, il numero delle prese comuni è dato

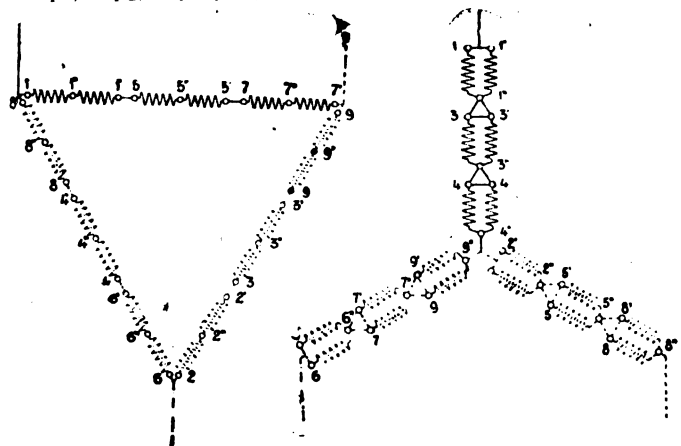


Fig. 8.

dalla somma dei fattori comuni a due dei numeri $3p_1$, $3p_2$, $3p_3$; così nel caso considerato per $p_1 = 1$ occorrono 3 prese per $p_2 = 2$ ne occorrono 6 e per $p_3 = 3$ ne occorrono 9. Il numero totale di prese da derivarsi dall'anello non è però di $3 + 6 + 9 = 18$ ma solo di $18 - 6 = 12$. Il sistema di avvolgimento ad anello si presterebbe quindi ad ottenere un numero grande di polarità con un numero di prese relativamente piccolo. Sarebbe facile dimostrare anzi che tale numero è il minimo possibile con ogni altro sistema. Basta del resto pensare che un indotto ad anello di una dinamo a corrente continua può funzionare in presenza di un induttore bipolare, tetrapolare, esapolare, ecc., solo variando la distanza tra le spazzole del collettore.

La tensione di alimentazione di una stessa sezione dell'avvolgimento ad anello, se è costante la tensione applicata, risulterebbe proporzionale al numero dei poli risultati. Dato che la forza contro elettromotrice nei conduttori situati in un campo rotante, a parità di induzione nel ferro, è proporzionale alle velocità di rotazione del campo stesso, ne risulta che alimentando a tensione costante un avvolgimento ad anello commutato alle varie polarità si otterrebbe una induzione nell'interferro variabile in ragione inversa al quadrato della velocità, una coppia decrescente con la stessa legge alle varie velocità, e una potenza crescente in ragione inversa.

Desiderando ottenere invece un motore di potenza costante, e quindi coppia decrescente con la velocità, occorrerebbe variare la tensione di alimentazione delle singole sezioni in modo decrescente al crescere della velocità, il che può ottenersi anche collegando opportunamente in serie parallelo, stella o triangolo gli avvolgimenti del motore che non avrebbe più in tale caso il numero minimo di prese.

La difficoltà di realizzare un motore asincrono con avvolgimento ad anello nello statore o nel rotore, sono esclusivamente costruttive. Tali difficoltà non sono però insormontabili, specie se si pensa quali artifici e complicazioni sono state adottate nelle testate degli avvolgimenti di certi tipi di motori

asincroni a commutazione di poli. Il motore ad anello in compenso renderebbe possibile senza nessuna limitazione la risoluzione del problema del cambiamento dei poli con un numero minimo di commutazioni. Ad esempio un indotto ad

medio a S_1 e S_2 con esclusione, per i motori trifasi, dei valori che risultano multipli di $\frac{S_1}{3}$ e di $\frac{S_2}{3}$.

Così ad esempio per $N = 144$ cave, $2 p_1 = 8$ poli, $2 p_2 =$

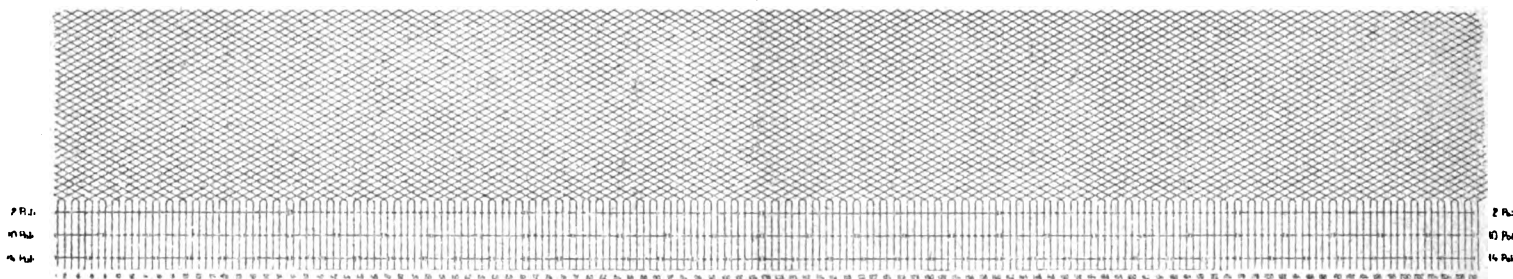


Fig. 9.

anello per 6 e 8 poli possiede solo 18 derivazioni nell'avvolgimento dello statore (numero minimo teorico) mentre in un avvolgimento a tamburo ne sono necessarie in generale 36 cioè il numero massimo teorico.

= 12 poli si ha $S_1 = \frac{144}{8} = 18$ e $S_2 = \frac{144}{12} = 12$. Il passo S (detto anche salto) dell'avvolgimento può avere i valori 13, 14, 15, 17. I valori 12 e 16 sono esclusi perchè risultano

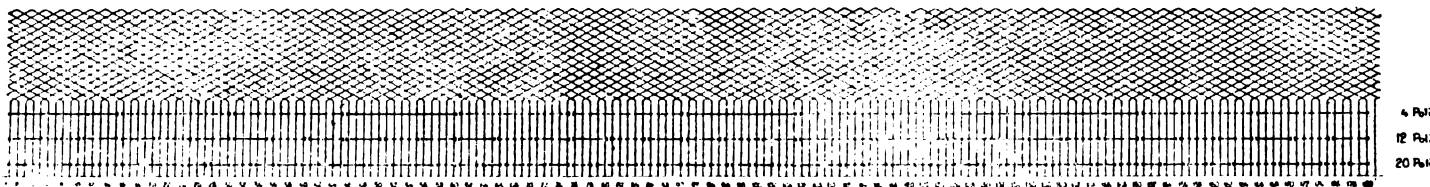


Fig. 10.

Gli schemi di avvolgimento a tamburo atti a permettere la commutazione dei poli possono derivarsi dagli schemi di avvolgimento ad anello. La difficoltà da risolvere nel caso di avvolgimento a tamburo è quella di determinare il passo dell'avvolgimento in relazione alle polarità che si desidera ottenere, in generale non più di due.

Idealmente un avvolgimento a tamburo può derivarsi da uno ad anello facendo ruotare le singole spire attorno al conduttore esterno. In tal modo i conduttori interni dell'anello vengono a trovarsi sovrapposti o contigui a quelli esterni. Ai due casi teorici corrispondono due tipi di avvolgimento usati in pratica: quello della fig. 2 in cui in alcune cave del motore si trovano conduttori appartenenti a fasi diverse, e quello della fig. 3 in cui, pur appartenendo i conduttori di una stessa cava alla medesima fase, si trovano alcune cave con conduttori di fase diversa di quelli della cava immediatamente precedente e seguente contenenti conduttori della stessa fase.

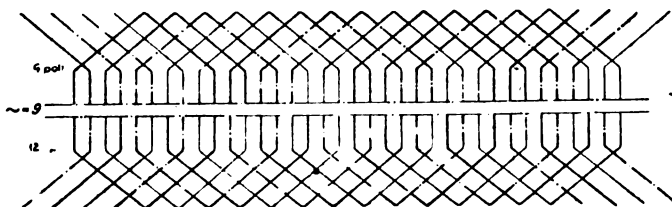


Fig. 11. — Commutazioni 4-12 poli - Avvolgimento in 36 cave.

Diciamo subito che il primo sistema presenta sul secondo l'inconveniente della difficoltà di isolare i conduttori di fasi diverse, che si trovano nella stessa cava e una notevole complicazione nelle testate dell'avvolgimento. Presenta invece sul secondo il vantaggio di fornire curve della forza magnetomotrice, che si scostano assai poco dalla sinusoide perfetta. Data la necessità che sarà messa in evidenza, di scostarsi per quanto è possibile poco da questa condizione, il primo tipo di avvolgimento è stato preferito in molti casi al secondo nonostante gli accennati svantaggi.

La determinazione del passo dell'avvolgimento capace di dare mediante commutazioni delle sezioni i due numeri di poli $2 p_1$, e $2 p_2$ viene fatta con le seguenti considerazioni:

Se N è il numero di cave dello statore il passo teorico corrispondente a $2 p_1$ poli è $S_1 = \frac{N}{2 p_1}$ e quello corrispondente a $2 p_2$ poli è $S_2 = \frac{N}{2 p_2}$. Il passo S dell'avvolgimento capace di essere commutato per $2 p_1$ e $2 p_2$ poli è in generale inter-

eguali a $\frac{2 S_1}{3}$ e a $\frac{4 S_2}{3}$. La fig. 4 indica i quattro schemi corrispondenti ai quattro passi possibili. Tra questi è più opportuno scegliere quello con $S = 15$ che presenta in corrispondenza di

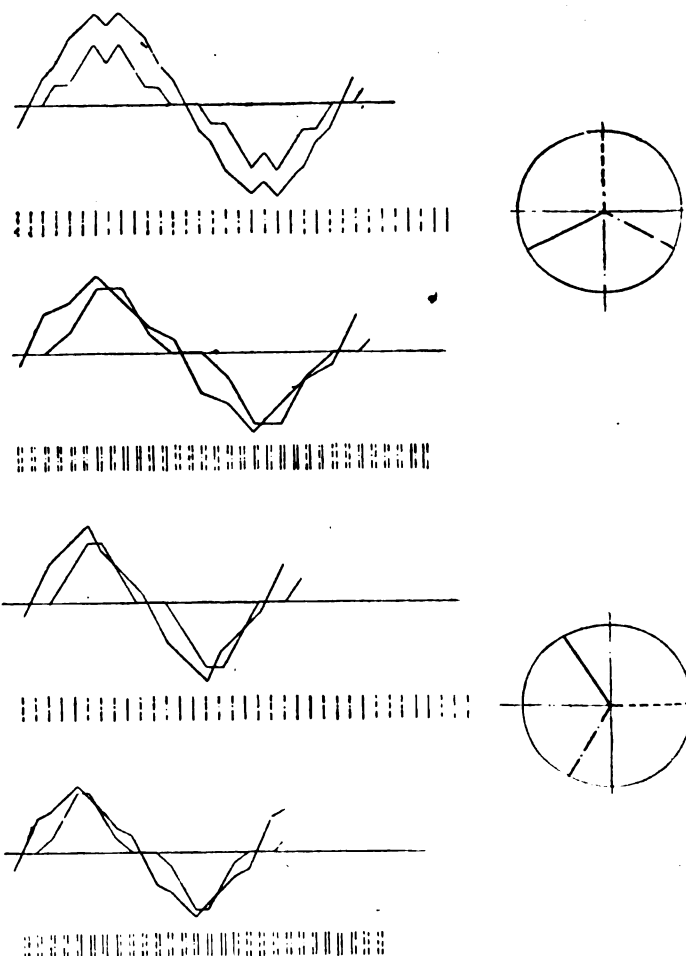


Fig. 12.

ciascuna delle due polarità presso a poco lo stesso fattore di avvolgimento. In qualche caso è invece opportuno che il fattore di avvolgimento in corrispondenza di uno dei due numeri di

poli sia migliore che non nell'altro; in generale la scelta può essere fatta anche soddisfacendo la condizione che una delle due commutazioni risulti migliore dell'altra. Così nell'esempio citato scegliendo $S = 13$ è favorita la commutazione a 12 poli mentre con $S = 17$ è favorita quella a 8 poli.

Per trovare gli elementi dell'avvolgimento capace di essere commutato per $2p_1$ e $2p_2$ poli si procede come segue. Il numero minimo di cave del motore per avere $2p_1$ poli è $3 \times 2p_1$; quello minimo per cave $2p_2$ poli è $3 \times 2p_2$. Il minimo comune multiplo di $3 \times 2p_1$ e di $3 \times 2p_2$ è il numero minimo delle cave che bisogna adottare per avere la possibilità di commutare il motore a $2p_1$ e a $2p_2$ poli. Così, per esempio, un motore trifase a quattro poli può avere al minimo $3 \times 2 \times 2 = 12$ cave e per 6 poli $3 \times 2 \times 3 = 18$. Il numero minimo di cave capace di dare contemporaneamente 4 e 6 poli è quindi 36; il passo teorico dell'avvolgimento a 4 poli è 9; per 6 poli è 6. I valori intermedi sono 7 e 8; quest'ultimo deve essere scartato perchè $8 = \frac{6}{3} \times 4$; i passi possibili sono quindi 7 e 9.

Nella figura 5 è riprodotto lo schema dell'avvolgimento col passo 7.

mi di avvolgimento per i passi 9 e 10 sono rappresentati nella figura 7.

Nel caso dal calcolo del motore risulti più conveniente un numero anche maggiore di cave, ad es. 144 anzichè solo 36 o 72, i passi possibili dell'avvolgimento sono più numerosi e precisamente 18, 19, 20, 21, 22 e 23.

Si intende che tra i passi possibili conviene scegliere, come si è accennato, quello che assicura i migliori fattori di avvolgimento e una forma della forza magnetomotrice che meno si scosta dalla sinusoidale.

In questo sistema di commutazioni il numero di sezioni in cui è necessario dividere l'avvolgimento per ottenere i due numeri di poli non è mai, in generale, inferiore al valore massimo e cioè a 18. Occorrono quindi in generale 36 collegamenti tra motore e commutatore.

Per diminuire il numero di questi collegamenti si può ricorrere all'artificio di collegare a triangolo gli avvolgimenti del motore in corrispondenza del numero di poli maggiore e a stella doppia in corrispondenza del numero di poli minore. In tal modo il numero di conduttori uscenti dal motore si riduce da 36 a 27. Lo schema della fig. 8 indica questo collegamento

Quadro per le commutazioni dei poli.

N è il numero minimo di cave risultanti per il motore; s è il passo dell'avvolgimento.

| Numero di poli | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
|----------------|--------------------|---------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--|---|--|---|
| 2 | $N = 6$ $s = 3$ | $N = 12$ $s = 3$ | $N = 18$ $s = 9$ | $N = 43$ $s = 21-23-24$ | $N = 30$ $s = 15$ | $N = 72$ $s = 31-33-35$ | $N = 42$ $s = 21$ | $N = 96$ $s = 41-43$ 45-47 | $N = 54$ $s = 28$ | $N = 120$ $s = 51-53$ 55-57-59 |
| 4 | | $N = 12$ $s = 3$ | $N = 36$ $s = 7-9$ | $N = 24$ $s = 3$ | $N = 60$ $s = 11-13$ | $N = 36$ $s = 9$ | $N = 84$ $s = 15-17-19$ | $N = 96$ $s = 21-23$ | $N = 108$ $s = 19-21$ 23-25 | $N = 60$ $s = 15$ |
| 6 | | | $N = 18$ $s = 3$ | $N = 36$ $s = 5$ | $N = 90$ $s = 45-11$ 13-14 | $N = 36$ $s = 3$ | $N = 126$ $s = 63-10$ 11-13-16-17 19-20 | $N = 144$ $s = 10-11$ 13-14-17-19 20-22-23 | $N = 54$ $s = 9$ | $N = 180$ $s = 11-13-14$ 16-17-19-22 23-25-26-29 |
| 8 | | | | $N = 24$ $s = 3$ | $N = 120$ $s = 13-14$ | $N = 144$ $s = 13-14-15$ 17-18 | $N = 168$ $s = 13-15-17$ 18-19 | $N = 48$ $s = 3$ | $N = 216$ $s = 13-14-15$ 17-19-21-22 23-25-26 | $N = 240$ $s = 13-14-15$ 17-19-21-22 23-25-26-29 |
| 10 | | | | | $N = 30$ $s = 3$ | $N = 180$ $s = 16-17$ | $N = 210$ $s = 16-17$ 18-19 | $N = 240$ $s = 16-17-19$ 21-22-23 | $N = 270$ $s = 16-17$ 19-21-22-23 25-26 | $N = 60$ $s = 3$ |
| 12 | | | | | | $N = 36$ $s = 3$ | $N = 252$ $s = 19-20$ | $N = 288$ $s = 19-20$ 21-22-23 | $N = 324$ $s = 19-20$ 21-22-23 25-26 | $N = 360$ $s = 19-21$ 22-23-25-26 28-29 |
| 14 | | | | | | | $N = 42$ $s = 3$ | $N =$ $s = 22-23$ | $N =$ $s = 22-23$ 24-25-26 | $N =$ $s = 22-23-24$ 25-26-28-29 |
| 16 | | | | | | | | $N = 48$ $s = 3$ | $N = 432$ $s = 25-26$ | $N = 430$ $s = 25-26$ 27-28-29 |
| 18 | | | | | | | | | $N = 54$ $s = 3$ | $N =$ $s = 28-29$ |
| 20 | | | | | | | | | | $N = 60$ $s = 3$ |

Questi semplici ragionamenti mi hanno permesso di compilare la tabella che segue dove sono raccolte in corrispondenza dei numeri dei poli da 2 a 20 i dati relativi al minimo numero di cave e ai passi intermedi da dare all'avvolgimento, per avere la possibilità di commutare l'avvolgimento stesso a due e in qualche caso a più numeri di poli prestabiliti. La tabella viene letta come la tavola pitagorica. Il numero più alto di ogni casella indica il minimo di cave nel quale l'avvolgimento può essere distribuito, gli altri numeri i passi possibili per l'avvolgimento stesso.

In molti casi il numero di cave da assegnare al motore conviene sia maggiore di quello minimo risultante nella tabella. Così ad esempio risulta dalla tabella che per la commutazione 6-8 poli occorrono almeno 36 cave e che il passo dell'avvolgimento è 5 (fig. 6). Per un grosso motore 36 cave sono troppo poche e almeno sarà bene adottarne 72; in questo caso i passi dell'avvolgimento possono essere 9, 10 e 11. Gli sche-

mi di avvolgimento per i passi 9 e 10 sono rappresentati nella figura 7.

per una commutazione 6-8 poli di questo tipo. La commutazione del collegamento da triangolo a doppia stella è utile in qualche caso per aumentare la coppia del motore in corrispondenza del minore numero di poli; infatti nel collegamento a doppia stella la tensione di alimentazione di una sezione dell'avvolgimento risulta $\frac{2}{\sqrt{3}} = 1,15$ volte quella corrispondente al collegamento a triangolo.

Un caso speciale di commutazione di poli, che merita speciale attenzione è quello in cui i numeri di poli siano nel rapporto $2 \div 6 \div 10 \div 14 \div 18$, ecc., cioè i numeri delle coppie di poli sono rappresentati dalla serie dei numeri dispari. In questo caso esiste un passo dell'avvolgimento unico e capace di permettere tutte le commutazioni accennate; tale passo è precisamente eguale a quello massimo corrispondente alla polarità più bassa.

La figura 9 indica ad esempio un avvolgimento ripartito

in 210 cave avente il passo di 105 che può essere commutato per 2, 10, 14 poli.

Altra commutazione adottabile sarebbe quella con 4, 12, 20 poli ripartita in 180 scanalature con il passo 45 (fig. 10). Per ottenere con tale commutazione una serie di velocità adatte alla trazione elettrica converrebbe accoppiare i motori in cascata per la velocità più alta (4+4 poli) e più bassa (12+12) e in parallelo per le altre due. Le varie velocità risulterebbero nel rapporto 3 : 2 : 1,66 : 1 avente tre valori comuni a quelli adottati in altre commutazioni ad es. 8-12 poli.

Il numero di sezioni in cui va diviso l'avvolgimento per realizzare queste commutazioni è eguale a tre volte il numero delle polarità che si vogliono ottenere. Così nel caso di 4, 12, 20 poli l'avvolgimento ha solo 9 sezioni e 18 capi liberi.

Il rotore di un tale motore, se di tipo avvolto, dovrebbe avere un avvolgimento analogo allo statore. I capi liberi di tale avvolgimento, cioè gli anelli collettori possono essere ridotti a 9 soltanto per quattro polarità e a 6 per due sole polarità come verrà mostrato parlando dei sistemi di commutazione polifasi.

Il caso particolare di commutazione considerato comporta conduttori di una sola fase in ogni cava dell'avvolgimento e al tempo stesso fornisce forza magneto-motrice di forma perfettamente normale. E' quindi meritevole di essere preso in considerazione nei casi in cui le serie di velocità che ne risultano siano abbastanza accettabili. Tra gli altri vi è il caso, ad esempio, di una locomotiva di manovra per la quale possono ammettersi due sole velocità: una ad es. di 8 km-ora e l'altra di 24. Lo schema di avvolgimento di un motore commutabile da 4 a 12 poli adatto a questo caso è rappresentato nella fig. 11 per il numero minimo di cave adottabile, che è 36.

La categoria di avvolgimenti aventi in una cava conduttori di una sola fase può derivarsi immediatamente dalla categoria generale sopra considerata con conduttori di fase diversa in una stessa cava supponendo tali conduttori situati in cave distinte o in altre parole supponendo doppio il numero delle cave.

La tabella sopra riportata dà il numero di cave e i passi da adottarsi nei singoli casi di commutazione anche in questo caso supponendo raddoppiati i numeri in essa segnati per le cave e quelli dei passi raddoppiati e aumentati di 1.

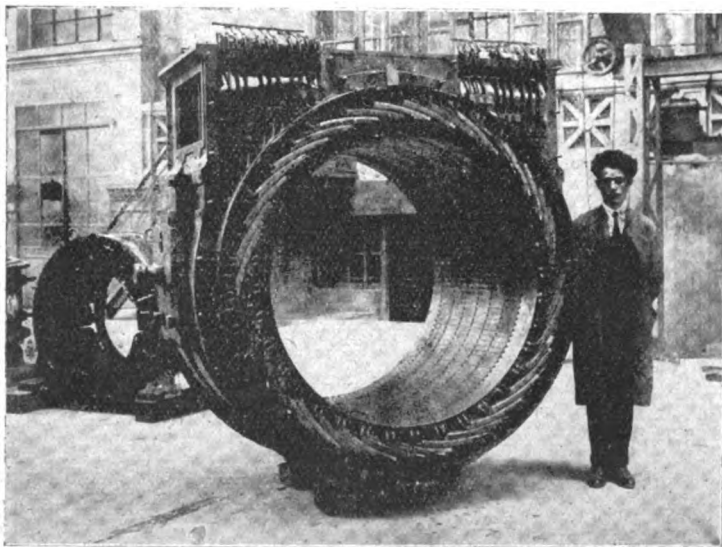


Fig. 13.

Per mettere chiaramente in evidenza il difetto caratteristico di tali sistemi di commutazione e cioè quello di fornire curve della forza magnetomotrice che si scostano dalla forma sinusoidale, si consideri come esempio il caso di due avvolgimenti ripartiti in 72 scanalature e atti alla commutazione 6-8 poli.

L'uno avente in una stessa cava conduttori di fasi diverse fornisce curve della forza magneto-motrice abbastanza regolari (fig. 12). L'altro con conduttori di una sola fase in ogni cava presenta curve di forza magneto-motrice di forma meno vicina a quella sinusoidale e che accusano in modo evidente l'esistenza di una terza armonica.

Come si è accennato, l'esperienza ha insegnato che in grossi motori specialmente con avvolgimenti del rotore con bobine in parallelo, come quasi sempre è indispensabile avere per la commutazione dei poli, è questa una condizione assolu-

tamente indispensabile per ottenere una coppia motrice che sia in relazione alle dimensioni del motore. Pur tuttavia in qualche caso la riduzione di coppia motrice, dovuta alle irregolarità del campo, può riuscire abbastanza piccola e la commutazione accettabile. Studi al riguardo furono compiuti dall'Ing. Guido Guastalla⁽³⁾ che indicò una serie di commutazioni di questo tipo per il cambiamento dei poli da 6 a 8. La figura 13 riproduce un motore costruito per esperimento in base a tali studi avente lo schema di avvolgimento della figura 14.

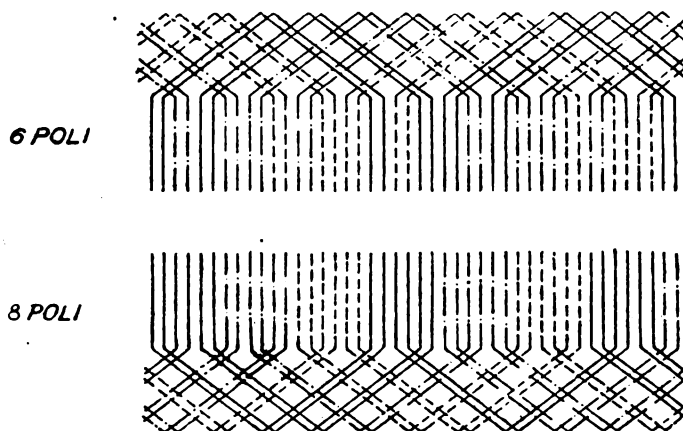


Fig. 14.

Per ridurre al minimo le irregolarità della forma della forza magneto-motrice in questo tipo di avvolgimenti è necessario ripartire l'avvolgimento stesso in un numero quanto è possibile grande di cave. In tal modo le irregolarità della forma del campo estendendosi al massimo a una o due cave, hanno una ampiezza relativamente piccola rispetto a quella del passo polare. E' però da notare che desiderandosi un motore capace di una notevole coppia massima, non conviene d'altra parte diminuire troppo la larghezza dei denti del motore per aumentare il numero delle cave. Le curve caratteristiche si presentano abbastanza buone se si ha cura di tenere anche piuttosto bassa la saturazione del ferro.

Per quanto concerne la commutazione dei poli dei motori occorre provvedere questi di commutatori ruotanti. Dato però le cattive condizioni in cui i commutatori si trovano a dover funzionare si preferisce ricorrere a rotori con avvolgimenti polifasi dei quali è cenno più avanti.

(Continua).

⁽³⁾ Vedi Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, Vol. XIII, N. 1, 15 gennaio 1918.

Publicazioni dell'A. E. I.

| | | |
|--|-----------------|---------|
| L' ELETTRTECNICA — Ogni annata | più per postali | L. 60,— |
| Abbonamento (nel Regno) | | 9,— |
| (estero) | Fr. oro | 60,— |
| Un numero separato (nel Regno) | | 70,— |
| (estero) | Fr. oro | 2,50 |
| | più per postali | 3,— |
| | | 1,— |
| STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA: | | |
| Vol. I. - II ^a Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Provincie redente | | 20,— |
| | più per postali | 2,— |
| Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia | | 20,— |
| | più per postali | 3,— |
| Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione). | | |
| L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - suo avvenire (broch.) | | |
| | più per postali | 2,50 |
| CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia | | 0,80 |
| | più per postali | 1,— |
| NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici | | 0,50 |
| | più per postali | 3,— |
| NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche | | 1,— |
| | più per postali | 4,— |
| NORME per l'ordinazione ed il collaudo degli isolatori di porcellana | | 1,— |
| | più per postali | 1,50 |
| | | 0,80 |
| Descrizione di una macchinetta elettromagnetica di A. PACI- | | |
| NOTTI in cinque lingue: italiana, francese, inglese, latina, tedesca (edizione di lusso) | | |
| | più per postali | 3,— |
| | | 1,— |

IL "TRANSVERTER" (1)

Il « *transverter* » è una macchina ideata da F. E. Calverley a W. E. Highfield e serve per trasformare la corrente alternata alla tensione alla quale viene ordinariamente generata (vale a dire fra 3000 e 11000 volt), in corrente continua a tensioni dell'ordine di 100 kilovolt.

Prima di trattare della teoria e dei particolari costruttivi di questa macchina che rappresenta la vera novità nelle applicazioni elettriche presentata all'esposizione imperiale britannica, è opportuno dire qualche parola sulle ragioni che hanno indotto gli inventori ad occuparsi di questo problema.

L'invenzione della turbina a vapore ci ha portato ad impiegare generatori ad alta velocità e a produrre corrente alternata. La facilità con cui questa può essere trasformata da una tensione ad un'altra, offre uno spiccato vantaggio per la distribuzione qualunque sia la tensione occorrente. Il suo impiego non presenta particolari difficoltà, in molti casi anzi offre notevoli benefici.

Se noi consideriamo invece il problema della trasmissione dell'energia, le cose cambiano.

Negli Stati Uniti dove le tensioni superiori a 100.000 volt, sono diventate comuni nei grandi trasporti di energia, si è trovato che l'impiego della corrente alternata fa sorgere problemi di soluzione molto difficile. Se si usasse corrente continua molte di queste difficoltà potrebbero essere evitate. Però per ottenere corrente continua ad una tensione che renda possibile una trasmissione economica, si è urtato fino ad ora contro difficoltà tali che questa soluzione, malgrado i grandi vantaggi presentati col miglior sfruttamento del materiale, con l'assenza dei fenomeni di capacità e di induttanza, con la maggiore semplicità di isolamento, le minori perdite per effetto corona, la maggiore possibilità di usare cavi invece di linee aeree, non ha potuto venire adottata.

Con l'impiego del *transverter* questa condizione di cose viene totalmente cambiata.

Il *trasvertitore* è stato appunto studiato per permettere la trasmissione dell'energia a distanza con corrente continua, mentre si continuerà ad usare la corrente alternata per la generazione e la distribuzione. Questo scopo è stato interamente raggiunto. La corrente alternata viene fornita dal generatore al *trasvertitore* e da questo viene trasformata in continua ad alta tensione. Nella stazione ricevente è installato un altro *trasvertitore* che ritrasforma la corrente continua in alternata a quella tensione che è richiesta per la distribuzione.

In sostanza il *trasvertitore* è una macchina essenzialmente statica, la cui parte mobile è costituita solo dalle spazzole le quali sono fatte ruotare mediante un piccolo motore sincrono. Si può riguardare come la combinazione di un trasformatore statico con un convertitore rotante, ma indubbiamente la sua applicabilità va oltre quella della combinazione trasformatore-convertitore.

Il *trasvertitore* può essere costruito per circuiti bifasi o polifasi e per una conveniente serie di tensioni; inoltre è completamente reversibile.

Durante la conversione della corrente alternata in continua avvengono tre operazioni:

- 1) trasformazione della tensione;
- 2) moltiplicazione del numero delle fasi;
- 3) commutazione.

La prima di queste operazioni provvede a fornire la tensione desiderata; la seconda serve a darci una tensione costante (cioè non pulsante dalla parte della corrente continua); la terza converte la corrente alternata in continua. Un altro scopo della moltiplicazione del numero delle fasi è quello di poter realizzare un avvolgimento ad anello chiuso simmetrico sul quale agisce una f. e. m. costante.

In una comune combinazione trasformatore-convertitore rotante, la trasformazione della tensione viene compiuta nel trasformatore e la moltiplicazione del numero delle fasi è principalmente affidata al convertitore. Nel *trasvertitore* queste due operazioni sono compiute in una parte statica della macchina che prende l'aspetto di un complesso di trasformatori polifasi raggruppati. Da questi partono le connessioni che vanno al commutatore, le lamelle del quale stanno ferme mentre la

parte mobile è costituita dalle spazzole che sono comandate da un piccolo motore. La moltiplicazione delle fasi è fatta in modo che risultino raggruppati gli elementi aventi fasi uniformemente distanziate. Questi elementi sono poi congiunti in serie per formare un circuito chiuso simile a quello di un anello di Pacinotti; da questo si possono collegare ai segmenti del collettore punti uniformemente distanziati.

Per rendersi meglio conto del procedimento seguito per ottenere la moltiplicazione delle fasi è opportuno riferirsi ad un esempio. Si alimentino con le tre fasi di un ordinario sistema trifase (vettori 1, 7, 13 della fig. 1) i tre primari di un

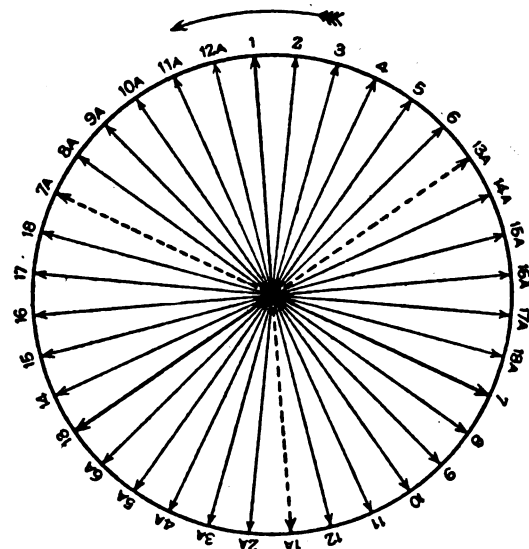


Fig. 1.

trasformatore, su ciascun nucleo del quale vi siano due secondari indipendenti avvolti o presi in senso contrario. Tali secondari daranno il sistema esafase 1, 13A, 7, 1A, 13, 7A. Si abbia ora un secondo trasformatore su ciascun nucleo del quale vi siano due primari e due secondari. Alimentando i due primari di un nucleo, aventi diverso numero di spire, con due fasi del trifase, si otterrà nel nucleo un flusso di fase intermedia a quello che corrisponderebbe alle due fasi impiegate, cosicchè i sei secondari ci daranno un secondo sistema esafase con le fasi intermedie e quelle del primo. Modificando opportunamente il numero delle spire dei due avvolgimenti primari si può regolare a piacere la fase di questo secondo sistema esafase, realizzando per es. il sistema 2, 14A, 8, 2A, 14, 8A. Con altri trasformatori come il secondo, ma in cui siano modificati i numeri delle spire dei due avvolgimenti primari, potremo analogamente ottenere altri sistemi esafasi di fase convenientemente spostata, cosicchè in definitiva sarà possibile ottenere un qualunque sistema polifase a numero di fasi multiplo di sei.

Nel caso della figura (in cui i vettori opposti n e nA rappresentano sempre le tensioni indotte nei due secondari di uno stesso nucleo) si ha un sistema a 36 fasi a 10 gradi elettrici l'una dall'altra, che possono alimentare un unico avvolgimento ad anello (tipo Pacinotti) a 36 sezioni collegate alle 36 lamelle di un collettore fisso. Da un sistema di spazzole ruotante su questo collettore con velocità sincrona si potrà ricavare una corrente praticamente continua.

Il collettore dovrebbe dunque avere un numero di segmenti uguale a quello delle sezioni dell'avvolgimento ad anello. Si dovrebbe perciò impiegare un paio di spazzole diametralmente opposte comandate da un motore sincrono a due poli alimentato con la stessa frequenza che alimenta i primari dei trasformatori. È possibile però disporre le cose in modo da far girare le spazzole a velocità più bassa. Invece di congiungere ogni segmento del commutatore con una sezione dell'avvolgimento secondario, il commutatore può avere un numero di segmenti doppio o triplo di quello delle sezioni dell'avvolgimento. In tal caso ogni sezione sarà collegata con due o con tre segmenti uniformemente distanziati sul commutatore, e la velocità di rotazione corrisponderà a quella rispettivamente di un motore a quattro o a sei poli e la distanza angolare delle spazzole sarà conseguentemente modificata.

Questo tipo di connessioni è analogo a quello impiegato nelle armature multipolari per corrente continua.

Dal punto di vista costruttivo è evidente che il progettista incontra difficoltà assai minori se il commutatore rimane

(1) Da *The Electrician*, N. 2399 del 9 maggio 1924, e da *The Engineering*, N. 3044 del 2 maggio 1924.

fisso anzichè ruotare. Un commutatore rotante è soggetto a sforzi meccanici più grandi e rende necessario l'uso di nastri o di anelli per tenere in posto i segmenti. Queste fasciature vanno isolate mediante mica; ora la forza meccanica che trattiene i segmenti in posto viene trasmessa attraverso l'isolante ed è quindi limitata dalla resistenza della mica, ed anche quando questa potesse avere lo spessore sufficiente per resistere alla massima d. di p. ottenibile in un commutatore, diventa molto difficile proteggere in modo soddisfacente il nastro o l'anello di tenuta in modo che esso non faciliti la formazione di corti circuiti provocati dallo scintillamento. Con un commutatore fisso invece, il progettista non avendo più da preoccuparsi di sforzi meccanici notevoli, è libero di scegliere una costruzione che gli dia maggiori garanzie dal lato isolamento.

*

Fissate queste premesse vediamo i vantaggi caratteristici che ne derivano:

1) Poichè le parti mobili del *transverter* sono ridotte al minimo (le spazzole) e tutti gli avvolgimenti stanno fermi,

da ottenere una buona commutazione; lo stator del motore è perciò costruito in modo da poter essere fatto ruotare di tale angolo.

*

Si è trattato fin qui del trasvertitore considerando la conversione della corrente alternata in continua, ma esso può eseguire anche la trasformazione inversa. Il trasvertitore può inoltre convertire la corrente continua da una tensione ad un'altra. Per ciò basta immaginare due sistemi di avvolgimenti secondari analoghi a quello descritto e del tutto identici salvo che per il numero delle spire delle singole bobine e, correlativamente, per la sezione e l'isolamento dei conduttori. I due avvolgimenti secondari fanno capo a due analoghi sistemi di collettori fissi, sui quali ruotano sincronicamente due sistemi di spazzole: da uno entra la corrente continua alla tensione data, dall'altro esce quella a diversa tensione. Gli avvolgimenti primari di cui si è parlato sono conservati ed alimentati ancora da un sistema trifase solo per dare la corrente di eccitazione del sistema. Diversamente la eccitazione del sistema dovrebbe essere data dall'uno o dall'altro

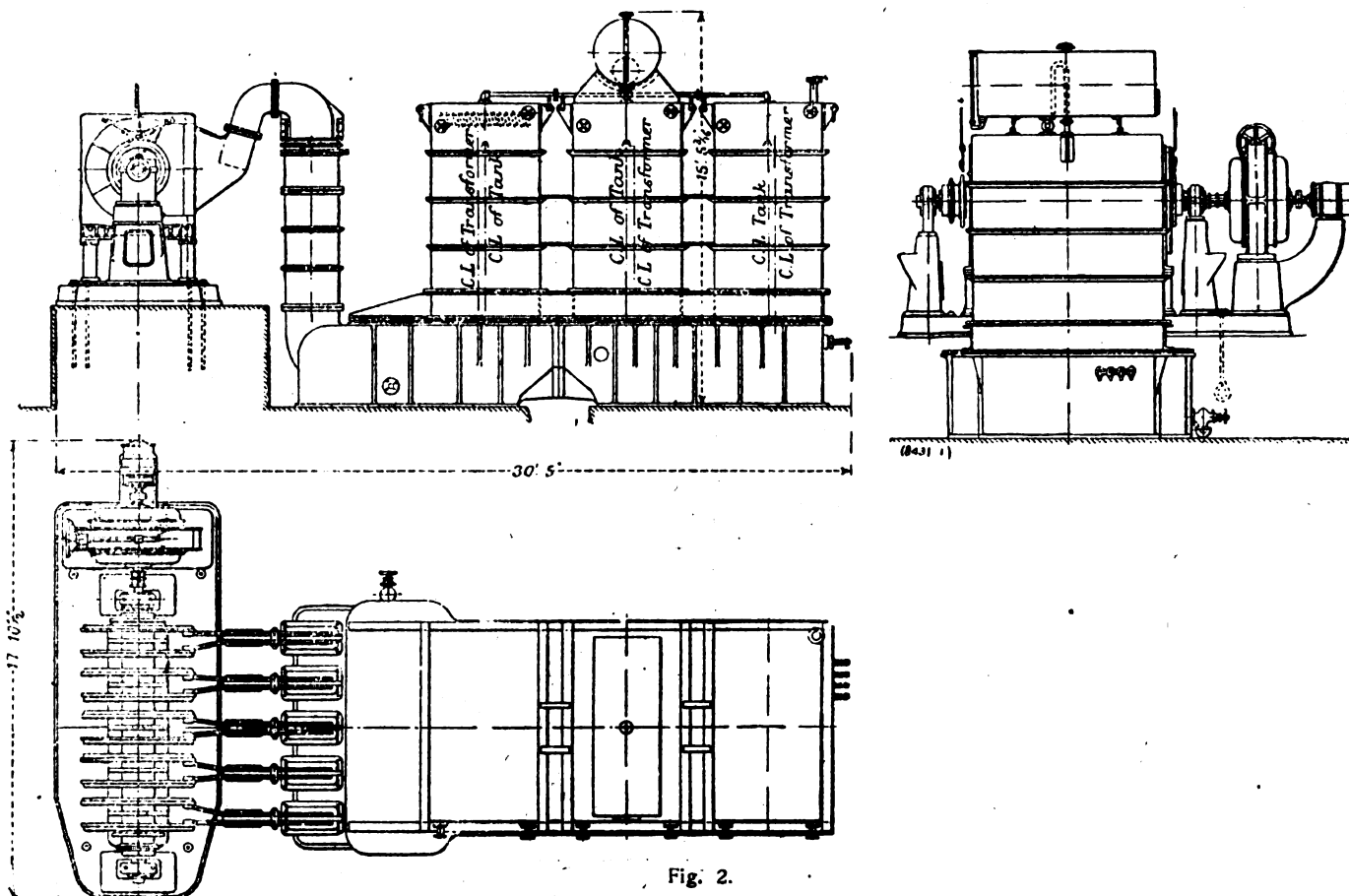


Fig. 2.

questi possono essere immersi in olio. Ne deriva che le parti vitali del trasvertitore hanno le stesse vantaggiose caratteristiche dei trasformatori statici.

2) Tutte le bobine del secondario hanno identica forma ed ugual numero di spire, quindi, sebbene il loro numero sia abbastanza rilevante, specie in un trasvertitore che debba fornire una tensione elevata dal lato della corrente continua, la loro costruzione e la messa in opera si riduce ad una operazione molto semplice.

3) Poichè la forma e le dimensioni della macchina non sono limitate da nessuna particolare ragione, su ogni nucleo possono essere montati più gruppi di bobine del secondario; ciascun gruppo va poi connesso ad un proprio commutatore. Ogni gruppo, col proprio commutatore, è completamente isolato dagli altri; essi però hanno tutti caratteristiche uguali perchè sono tutti sottoposti alle stesse variazioni di flusso. Connettendo in serie i sistemi di spazzole dei vari commutatori si possono ottenere altissime tensioni continue.

Pel resto il « *transverter* » si riduce al dispositivo adottato per assicurare il perfetto sincronismo nella rotazione delle spazzole. Per ciò si è usato un motore sincrono auto-avviatore con eccitatrice direttamente accoppiata. La posizione delle spazzole può essere variata di un angolo sufficiente in modo

dei due sistemi a corrente continua; le ampère-spire dei due avvolgimenti risulterebbero squilibrate e nascerebbero delle difficoltà nella commutazione ai collettori.

*

Dalla descrizione fatta appare che il trasvertitore si può costruire in forma particolarmente robusta, e poichè ogni organo mobile è escluso nella parte principale della macchina, il progettista può concentrare tutta la sua attenzione ad una buona esecuzione della parte elettrica.

Il complesso, costruito dalla English Electric. Co. ed esposto a Wembley, è rappresentato nella fig. 2. Va notato che il motorino sincrono e la sua eccitatrice sono montati ad una delle estremità del commutatore, abbastanza lontano da questo e precisamente all'estremità negativa. I trasformatori sono immersi in olio per garantire l'isolamento e il raffreddamento e chiusi in un robusto cassone di acciaio saldato elettricamente. Tutti i giunti sono accuratamente lavorati ed a perfetta tenuta d'olio, e dove è necessario, sono provvisti di guarnizioni di gomma pure a perfetta tenuta d'olio.

L'interno del cassone è preparato in modo speciale onde impedire la formazione della ruggine. Il cassone è montato con

una camera d'espansione d'olio la quale, com'è noto, diminuendo la superficie dell'olio esposta all'aria, riduce o evita la formazione di depositi. Diversi termometri sono montati sul coperchio; il raffreddamento è ad acqua.

I nuclei del trasformatore sono laminati e costituiti da materiale avente alta permeabilità e bassa costante d'isteresi.

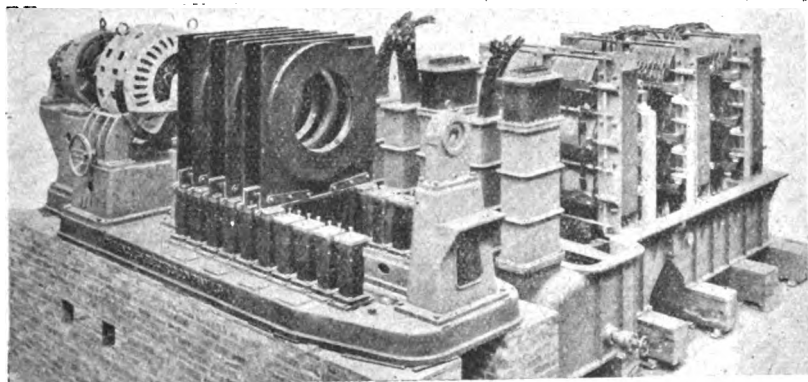


Fig. 2. — Vista della macchina, durante il montaggio, dalla parte del collettore.

Le singole lamiere trattate con « insuline », sono tenute insieme rigidamente mediante bulloni pure isolati.

I nuclei sono riuniti in gruppi e montati su convenienti incastellature con le parti portanti gli avvolgimenti disposte orizzontalmente. I gioghi sono costruiti in modo da essere facilmente smontati per facilitare la rimozione delle bobine. I rubinetti di scarico d'olio sono posti sul fondo del basamento e questo è abbastanza profondo da formare una cavità in cui sono condotte le connessioni che vanno dalle bobine del secondario ai segmenti del commutatore.

L'avvolgimento primario è formato da conduttori di rame ricoperti da doppio strato di cotone ed ulteriormente isolati con nastro, con lino e con presspan. Esso è poi isolato dal nucleo mediante un tubo di cartone bakelizzato e fortemente amarrato.

Le bobine secondarie sono avvolte con rame nudo ma isolate rispetto alle primarie mediante tubi di cartone bakelizzato ed ogni cura è usata per assicurare una libera circolazione d'olio fra gli avvolgimenti.

Le connessioni provenienti dal secondario, accuratamente isolate, sono condotte in fondo al cassone. Fra il cassone ed il commutatore sono contenute in un involucro isolato in modo da formare un'adeguata protezione elettrica e meccanica. Una cura speciale va posta nella loro disposizione per ottenere una

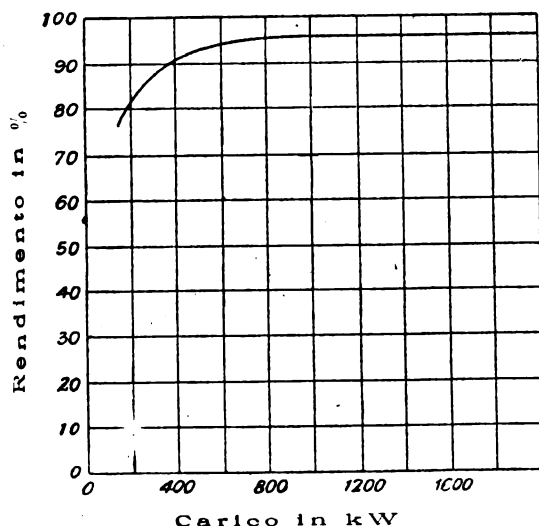


Fig. 5.

certa simmetria e sopra tutto per limitare convenientemente la differenza di potenziale fra conduttori adiacenti.

I segmenti del commutatore sono di rame duro e solidamente fissati fra dischi piatti di materiale speciale. Tutte le connessioni col commutatore sono saldate.

I dischi di materiale isolante formano delle lastre le quali

sono sostenute da isolatori affrancati all'incastellatura in modo da formare un doppio isolamento verso terra. Le connessioni al commutatore sono isolate e protette con materiali a prova di fuoco.

L'asse che porta gli organi rotanti è in acciaio tornito ed è fortemente isolato mediante mica di conveniente spessore.

I dischi portanti le spazzole, di forma circolare, sono di cartone bakelizzato, montati saldamente su mozzi di materiale isolante e possono sopportare una velocità di oltre l'80 per cento superiore alla normale.

La corrente viene raccolta mediante anelli posti all'estremità di ciascun sistema di spazzole. I porta spazzole sono fatti con una lega forte e leggera e sono montati in modo da non permettere vibrazioni. L'incastellatura portante il commutatore è pure in ghisa, opportunamente dimensionata per reggere anche il motore sincrono che comanda le spazzole e la sua eccitatrice. Il motore è di costruzione speciale con circuito magnetico smorzatore per assicurare la stabilità e viene tenuto di dimensioni piuttosto abbondanti in modo da permettergli una prestazione continua.

✱

Concludendo: il trasvertitore è atto a ricevere corrente alternata direttamente dalle stazioni generatrici e trasformarla in corrente continua fino a 100 kilovolt. Per la distribuzione un altro trasvertitore può operare la trasformazione inversa, cioè ricevere corrente continua e restituire corrente alternata alla tensione e frequenza desiderate.

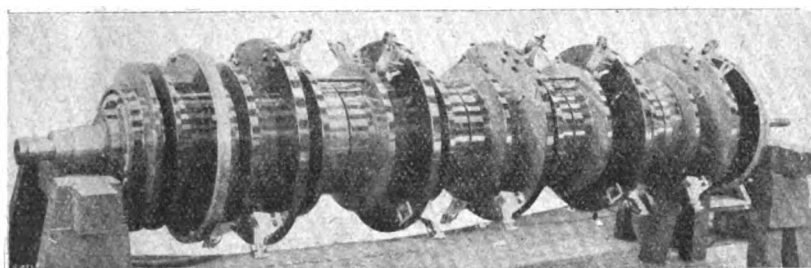


Fig. 4. — Collettore e spazzole.

dalla tensione di 100 kilovolt ad una tensione per es. di 1500-3000 volt, adatta per la trazione. Il trasvertitore può quindi facilitare la soluzione del problema della elettrificazione delle ferrovie. Fino ad ora non è prevista la costruzione di trasvertitori per tensioni continue più basse di 1500-3000 volt.

Altre applicazioni possibili sono: il collegamento di due impianti a corrente alternata di diversa frequenza mediante la trasformazione in corrente continua; e la fornitura di corrente continua ad alta tensione per le radio-trasmissioni.

Grazie al piccolo valore delle perdite il trasvertitore ha un alto rendimento entro limiti assai ampi di carico, come si vede dalla fig. 5 che dà la curva di rendimento del modello esposto a Wembley il quale ha la potenza di 2000 kW e può convertire corrente alternata a 6000 volt in corrente continua a 100 kilovolt.

Elenco dei fabbricanti in Italia ... di macchinario e materiali elettrici ...

L'Ufficio Centrale sta preparando la 3^a edizione dell'elenco, del quale pervengono continue richieste da parte di Ministeri, Enti pubblici, Camere di commercio, Consolati, ecc. È quindi interesse di tutte le Ditte costruttrici in Italia di essere incluse in questa vera Guida dell'industria elettrotecnica nazionale.

Gli interessati sono pregati di rivolgersi direttamente all'Ufficio Centrale (Via S. Paolo 10 - Milano (9)).

LETTERE ALLA REDAZIONE

In tema di istruzione professionale.

Riceviamo:

Premesso che il pessimismo che mi invade nella valutazione dei metodi proposti nel corso delle discussioni sull'Istruzione professionale non è effetto di misonismo, ma piuttosto deriva dal dubbio sulla loro completa efficacia, giacché non dobbiamo dimenticare che un metodo di istruzione deve trarre la sua ragione da un numero non indifferente di circostanze relative che culminano nella natura individuale, nella preparazione mentale, nella educazione civile e scolastica della fanciullezza, nella capacità di mezzi e fini della scuola, nelle attitudini medie degli allievi, ecc. Essendo contrario ad ogni generica importazione di prodotti del pensiero, ché essi sono sempre il risultato della forma mentale e di vita del popolo che li crea — data l'indole della nostra razza, non seconda per altezza e profondità di sentimenti e di pensiero a nessun'altra — (la storia di ieri e di oggi non mi dà tutti i torti) — non vedo la ragione di andare a prendere in prestito dalle scuole americane questo o quel sistema di impartire lezioni o di formazione di specifica cultura; si finirà così, incoraggiandoci e fornendoci tali umili esempi, col non comprendere più noi stessi e con l'isterilire le nostre attitudini, senza per altro avere la sicurezza di raggiungere lo scopo.

Dunque poiché la scelta di un metodo deve logicamente dipendere dalle predette circostanze ognuno può vedere che solo agli insegnanti può affidarsi il problema arduo della ricerca dei mezzi efficaci di istruzione, perché solo essi, vivendo ed esplicando la propria attività direttamente a contatto con gli allievi nella scuola, (e quindi ne conoscono il carattere individuale e la formazione mentale ed educativa) e al di fuori della scuola nel vasto ed istruttivo campo dell'esercizio professionale, risultano più idonei a comprendere le necessità e difficoltà cui gli allievi vanno incontro e i requisiti e attitudini di cui devono, nella vita, rispondere.

Sarebbe quindi consigliabile, e questo dovrebbe essere a mio modesto parere il passo risolutivo, rendere le Scuole Professionali più che sia possibile indipendenti dalle pastoie programmatiche, amministrative, e didattiche che pervengono da organi centrali, assolutamente incompetenti nelle valutazioni di necessità specifiche, regionali e locali, e valorizzare efficacemente, una buona volta, i colleghi di insegnanti i quali dovrebbero essere arbitri e responsabili del funzionamento didattico più rispondente alle necessità della scuola. I colleghi di insegnanti dovrebbero, discutere, provare, uniformare, disciplinare, migliorare, mezzi e sistemi in modo di farli correre, in evoluzione continua; parallelamente ai progressi della tecnica, della scienza e del pensiero.

Si verrebbe così anche a creare della scuola un'anima ed una individualità e non si vedrebbe più in essa il tetro fabbricato nel quale si dispensano pezzi di carta e dove, giovani che attendono ansiosi e fidenti di incamminarsi nei difficili sentieri della vita, perdono il loro tempo e gli anni migliori nella problematica speranza di una formazione culturale ed educativa efficace; la scuola, uscendo dalla grigia atmosfera di un sistema genericamente importato riscuote scarsa fiducia, e, distinguendosi per le sue specialità e la sua specifica rinomanza, può diventare meta agognata di giovani volenterosi che, accingendosi, con vera coscienza e razionalità di metodo, ai nuovi e complessi studi e tirocini, garantiscano il raggiungimento del fine della scuola a tutto vantaggio del progresso dell'industria del paese.

Per tali ragioni proporrei quindi che si prendessero in considerazione i postulati seguenti:

- 1) Maggiore indipendenza e autonomia delle Scuole Professionali;
- 2) Valorizzazione vera e pratica dei Collegi di insegnanti che dovrebbero costituire i consessi superiori della scuola;
- 3) Provvedere la scuola di tutti i mezzi necessari e vitali al suo funzionamento, senza grette lesinazioni da parte degli organi governativi che dovrebbero ripudiare una buona volta l'eloquenza falsa delle cifre di un bilancio che nessuna relazione possono avere con le ragioni intrinseche dell'istruzione.

Quanto ad una questione di particolari, giacché è stato affacciato l'inconveniente grave della mancanza di libri di testo, mi permetto fornire un pratico suggerimento. Poiché occorre assolutamente respingere il giudizio del Prof. Occhialini, e in ciò mi associo alla protesta dell'Ing. Cesari, che non vi siano in Italia insegnanti capaci di scrivere un buon libro di testo, la grave questione della loro stampa può essere superata ricorrendo, non agli editori, ai quali risulta sempre ostico lavorare senza il conseguimento quasi immediato di

lauti utili, — ma alle tipografie delle Scuole del Libro annesse ad alcuni Istituti Professionali.

Tali Sezioni, giudiziosamente integrate con qualche macchina per la composizione rapida, fabbricazione dei clichés, stereotipie, fototipie, potrebbero essere messe in condizioni di stampare i libri di testo che, a giudizio di competenti risultassero meglio idonei al fine che si propongono. Non vedo alcuna difficoltà per la realizzazione di ciò, anzi poiché le spese di edizione sono in parte coperte dalle spese fisse per il funzionamento delle dette Scuole, i libri potranno riuscire molto economici raggiungendo diffusione vasta e apportando sensibili vantaggi finanziari alle famiglie degli allievi.

Ing. DOMENICO CIOCCIA.

LA NOSTRA INDUSTRIA

In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali.

La sala prova della Manifattura Isolatori Vetro di Acqui.

La M. I. V. A. sorta da poco tempo presso l'antica vetreria di Acqui per la fabbricazione degli ordinari isolatori di vetro verde e di un nuovo tipo cosiddetto in « porcellana trasparente » il quale dovrebbe presentare sensibili vantaggi sia sugli isolatori di vetro che su quelli di porcellana, ha rivolto particolari cure al suo laboratorio sperimentale destinato a controllare la proprietà e le caratteristiche dei suoi prodotti. Da una relazione del Consulente della Società, Ing. Arigo — gentilmente comunicataci — stralciamo i seguenti particolari di interesse generale.

« La sala di prova misura metri 13,26 × 8,20 con una altezza da pavimento a soffitto massima di m 5,50, essa è preceduta da un piccolo vestibolo e dispone adiacentemente di una camera oscura per le operazioni fotografiche.

La Sala di Collaudo misura metri 10,70 × 3,50 ed è alta m 5, essa è servita da un binario Decauville sul quale vengono portati direttamente i pezzi da sperimentare, riportandoli poi al magazzino od alla spedizione senza ulteriori maneggi.

Nella Sala di Prova si è stabilito un punto di esperimento collocando a debita altezza una traversa metallica opportunamente sostenuta da sospensioni isolanti e sulla quale si fissa l'isolatore in cemento. Detta traversa può essere messa a terra mediante opportuno collegamento o mantenuta isolata a seconda delle prove che si vogliono fare.

Superiormente è applicata una doccia dalla quale cade da una altezza di circa tre metri l'acqua da una serie di fori predisposti a debita distanza e di dimensioni tali da dare la precipitazione richiesta di 5 mm al minuto.

Si è disposto di un pluviometro per il controllo della precipitazione e di un Ponte di Wheatstone per la verifica della conducibilità dell'acqua.

Un giuoco di robinetti permette la regolazione della precipitazione.

Per la prova si è adottata l'energia fornita dalla Società Piemonte Centrale sotto forma trifase, a volt 220 fra filo e filo di 50 periodi.

Dovendo frequentemente mettere a terra uno degli estremi dell'alta tensione ho interposto fra la corrente della rete e gli avvolgimenti a bassa tensione dei trasformatori elevatori principali un trasformatore con rapporto 1/1 ma con fortissimo isolamento tra i due avvolgimenti ottenendo così la più assoluta garanzia che nessuna eccezionale condizione di tensione creata negli esperimenti possa avere ripercussione od influenza sui circuiti esterni.

La corrente in arrivo è controllata da amperometro e voltmetro e protetta da un interruttore automatico di massima con relais a corrente continua comandata dal circuito speciale di sicurezza il quale impedisce che possa essere immessa la corrente se non sono in precedenza state prese le fissate precauzioni di chiusura di porte e cancelli e di allontanamento degli estranei.

I trasformatori elevatori sono due della potenza ciascuno di 25 kVA e con un rapporto fra gli avvolgimenti di 568, è così possibile con 440 volt sulla bassa tensione ottenere circa 245 kilovolt sulla alta.

Sono costruiti in modo che uno degli estremi sia della alta che della bassa tensione debba essere messo a terra e che si possano disporre in serie od in parallelo ottenendo o una tensione massima fra gli estremi di 490.000 volt o una potenza disponibile di 50 kVA con tensione di 245.000 volt.

La variazione della tensione è ottenuta con un regolatore ad induzione monofase che permette di portare la tensione da 0 a 440 volt e che è comandato da un motorino trifase il cui movimento nei due sensi, per aumentare o diminuire la tensione, è ottenuto da bottoni di comando posti nei punti di controllo della tensione tanto nella Sala Prova come in quella di Collaudo.

I detti trasformatori sono controllati da amperometro e voltmetro e protetti da interruttore di massima a relais con speciale dispositivo per regolarne, colla più grande sensibilità, il funzionamento.

Le condutture ad alta tensione sono sospese con isolatori a catena e costituite da un tubo in ottone lucido.

Così pure una traversa in ferro è sostenuta da una doppia serie di isolatori a catena in modo di poter portare ad essa la tensione massima raggiungibile di 490 kV e di effettuare le prove degli isolatori a secco, sotto pioggia e con un apposito dispositivo quelle di perforazione sotto olio.

Dati gli spessori del vetro ed il suo elevato potere dielettrico non si riuscirà quasi mai ad ottenere la perforazione dell'elemento completo e per ottenerla sarà necessario paralizzarla ai vari elementi, operando successivamente su ciascuno di essi.

Siccome però il valore della tensione di perforazione deve essere (a tenore delle norme sovraccitate) di una volta e mezzo quella della tensione critica a secco dell'intero isolatore, la quale per 100 kilovolt di esercizio è stabilita in 300 kilovolt, così il nostro impianto ci consente la prova ordinaria anche in questa forma di isolatori rigidi completi per 100.000 volt di tensione di esercizio, limite che presso di noi non si è ancora affrontato.

minazioni che potranno presto diventare una caratteristica obbligatoria colle altre indicazioni nelle offerte.

Volendosi poi completare la produzione con la costruzione degli isolatori terminali, dei passamuri e degli isolatori da applicarsi agli apparati di cabina e di esercizio queste misure saranno frequentissime e indispensabili.

Per le alte frequenze il complesso è costituito: da un trasformatore con rapporto 220/15 000 volt che può essere inserito sia sulla corrente della rete sia dopo lo sfasatore e che al solito è controllato mediante amperometro e voltmetro e protetto da un automatico a relais di massima.

La corrente primaria di detto trasformatore protetto da due Kokers è interrotta da un interruttore a rotazione azionato da motore trifase a 2850 giri ed è raccolta da quattro condensatori che a mezzo di appropriato commutatore a spine tipo svizzero possono avere tutte le disposizioni di serie, parallelo e serie parallelo. Dopo vi è un Tesla dal quale esce la corrente ad alta tensione ed altissima frequenza che a mezzo di un conduttore opportunamente isolato e protetto contro

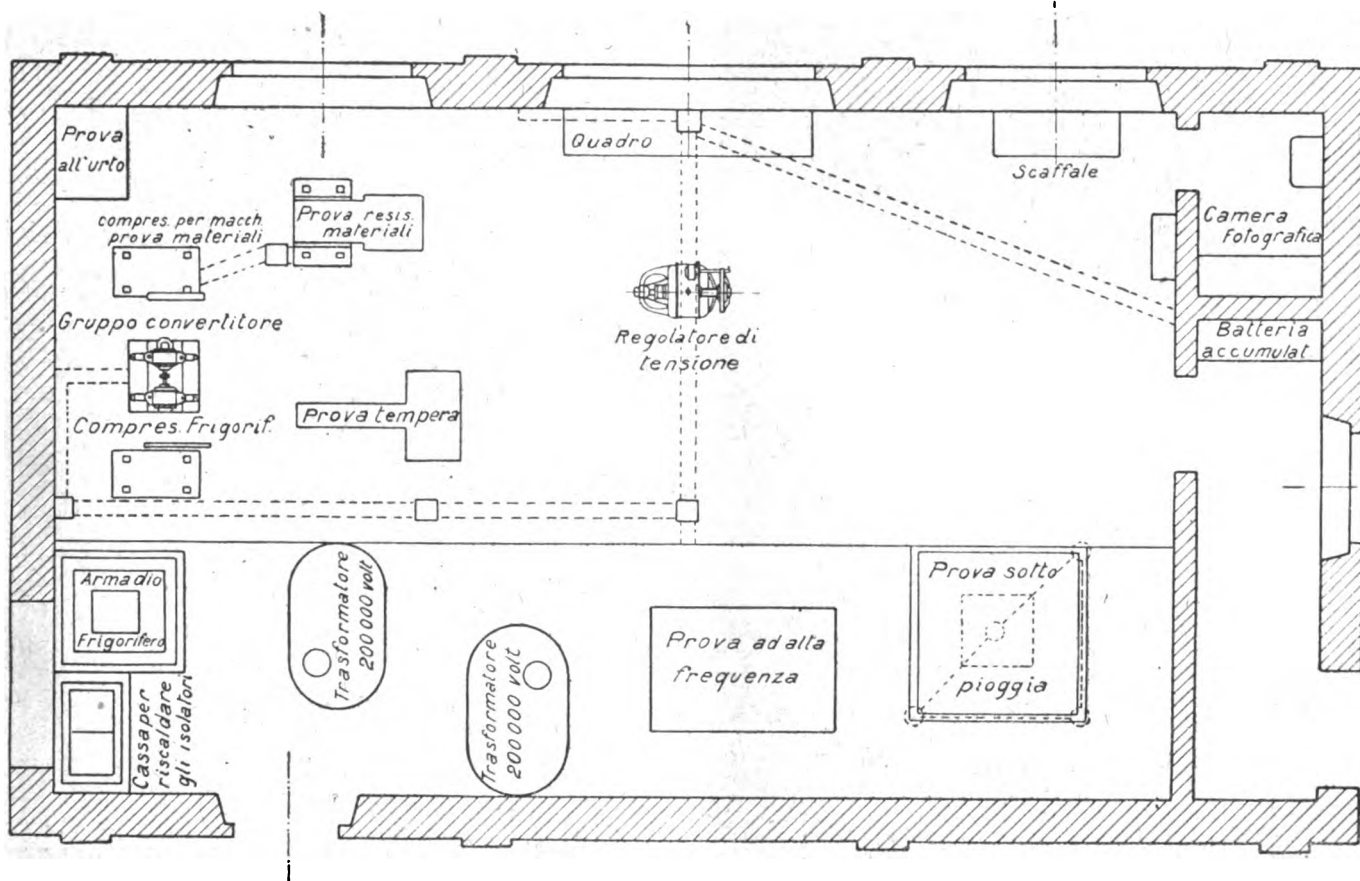


Fig. 1.

Per queste prove sempre a sensi delle norme dell'A. E. I. occorre la determinazione della forma della curva ed il controllo della frequenza che si possono effettuare la prima con un Ondografo Hospitalier e la seconda a mezzo di un frequenzimetro a lamine vibranti.

Oltre alle prove sotto pioggia, noi saremo in grado di effettuare quelle coll'isolatore ricoperto di uno strato di brina e cioè nelle condizioni in cui può trovarsi nelle linee di alta montagna.

Per questo ho disposta una camera raffreddata con un appropriato generatore di freddo nella quale potremo abbassare la temperatura a 20/25 gradi sotto lo zero. Ponendo l'isolatore così raffreddato in un ambiente saturo di vapore acqueo la sua superficie, per effetto della condensazione del vapore, verrà ad essere rivestito di uno strato di brina della forma e spessore da noi desiderato. In dette condizioni potremo con i dispositivi sopradescritti determinare la tensione della scarica disruptiva e vedere in quale rapporto essa venga a trovarsi con quella a secco e sotto pioggia, studio assolutamente nuovo e originale.

Ho poi predisposto il mezzo per ottenere qualche elemento positivo sulla legge di distribuzione della tensione nelle diverse parti dell'isolatore e durante le varie fasi dell'esercizio, ho fatto perciò acquistare un gruppo di Voltometri statici di costruzione Chauvin e Arnoux di Parigi di cui uno con due scale: una da 0 a 10 e da 0 a 20 kilovolt e gli altri due con tre scale una da 0 a 15, una da 0 a 30 ed una da 0 a 45 kilovolt.

Collegando detti apparecchi colle varie superfici costituenti l'isolatore e confrontando le loro indicazioni colla tensione portata all'isolatore stesso si vedrà come essa di disponga. Occorrerà tener conto sia della capacità dell'isolatore come di quella dei precitati apparecchi e delle risultanti dei loro accoppiamenti.

Le teorie moderne ed i più recenti studi danno grandissima importanza alla determinazione della capacità degli isolatori e quindi è certa la necessità di spingere e coltivare queste ricerche e deter-

gli effluvi è portata all'isolatore in esperimento.

La frequenza, che può salire ad 1500 periodi al secondo, è controllata a mezzo di un ondometro a coppia termo-elettrica e relativo galvanometro; la tensione che può giungere al massimo sino a 150 000 volt è misurata mediante apposito spinterometro.

Anche questo impianto è assolutamente nuovo ed originale ed è unico in Italia; fu scelto dopo diligentissimi studi e dopo aver avuto anche da esaurienti pubblicazioni del Dott. Ing. Fritz Grunewald di Berlino la dimostrazione come la prova colla corrente fornita dal Tesla possa in tutto e per tutto comprendere e sostituire quella fatta colla corrente ad impulso.

Osservazioni molto interessanti potranno venir fatte con questo impianto che comunicate ai tecnici specializzati manterranno desto il loro interesse alle nostre applicazioni e ci permetteranno una facile e continua propaganda.

Per tutte le opportunità di usi di laboratorio ed impiego dei vari metodi ed apparecchi di misura, nonchè per il comando a distanza della regolazione della tensione e per i dispositivi di sicurezza, si dispone di un gruppo di conversione della corrente e di tre batterie di accumulatori che possono essere raggruppate colle varie disposizioni e permettono di usare della corrente continua da 2 a 300 volt con tutte le desiderabili combinazioni.

Per essere assolutamente sempre sicuri delle condizioni dei trasformatori elevatori essi, oltre all'avvolgimento secondario, hanno una spirale voltmetrica colla quale si effettuano le misure delle tensioni e sono muniti di una resistenza fissa per il riscaldamento dell'olio la cui conservazione in piena efficienza dielettrica può costantemente essere sorvegliata e mantenuta. Dette resistenze sono manovrabili dal quadro generale e hanno inserito un Amperometro. Una opportuna bobina di Self disposta sull'estremo superiore dell'isolatore principale serve poi a proteggere il trasformatore da eventuali sovratensioni prodotte da fenomeni transitori.

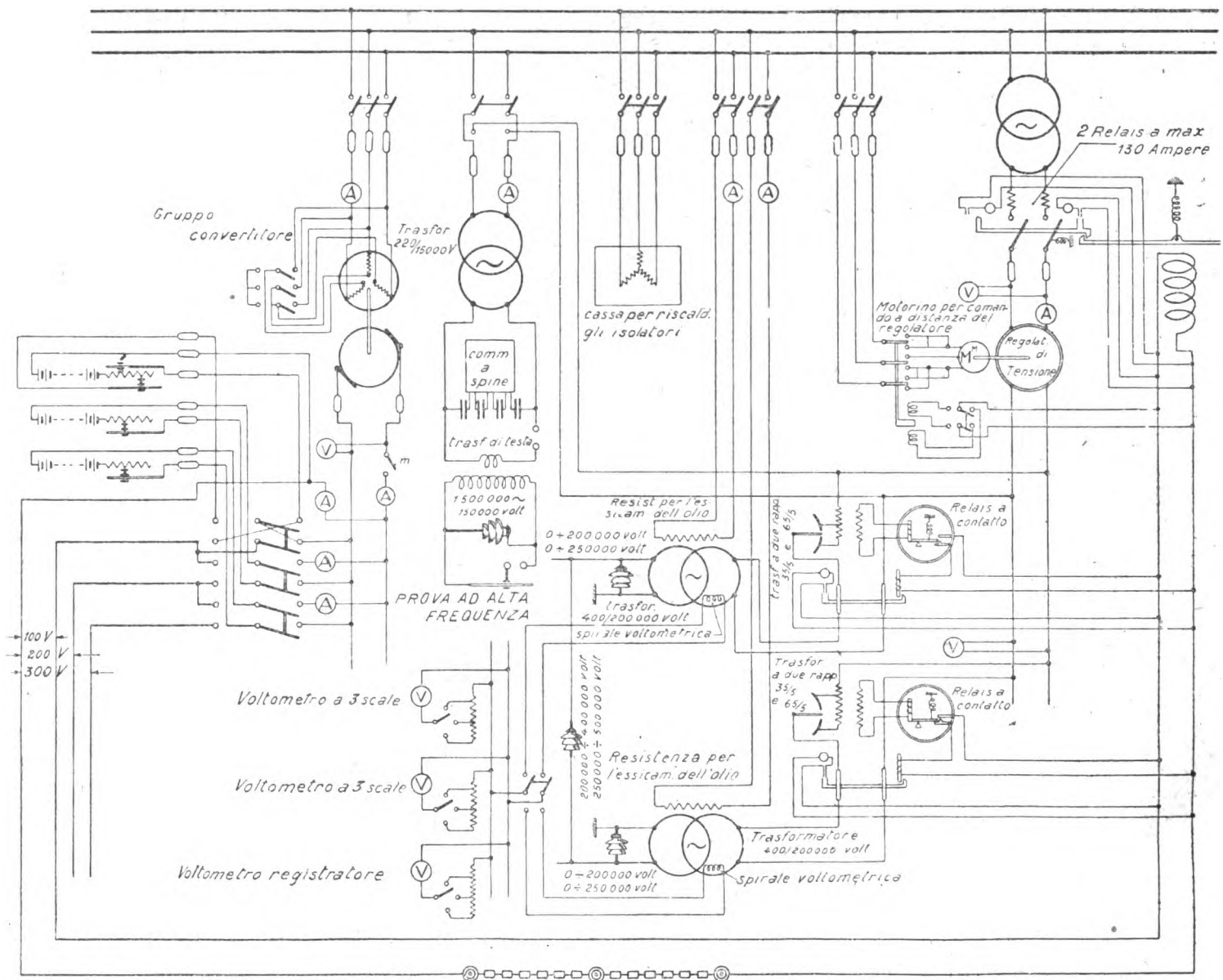


Fig. 2.

Venendo infine alle prove non elettriche il nostro laboratorio ha un'altra interessantissima particolarità e cioè un indicatore ottico delle tensioni interne esistenti nel vetro la cui tempera fu imperfettamente eseguita; esso quindi permette di constatare la imperfezione, localizzarla ed eliminare tutti gli elementi di un dato forno di tempera in cui la importantissima operazione non fosse stata regolarmente compiuta.

Oltre all'impianto frigorifero che permette di portare gli elementi in esame a temperature sotto lo zero vi sono vasche riscaldate e con circolazione d'acqua in cui si possono far avvenire colla voluta rapidità tutti gli sbalzi che si credono opportuni.

Per le prove meccaniche invece di una delle solite macchine di Amsler si dispone di una pressa idraulica con sforzi graduabili fino a 35.000 kg e con dispositivi permettenti di realizzare il cemento sia a compressione che a tensione ed a flessione diretta o deviata.

L'installazione permette anche le determinazioni per impronta della durezza secondo i più recenti metodi di Brinell; essi non potranno forse, data la durezza della materia dei nostri manufatti, essere applicati direttamente ma si potranno ricavare dati analogici e correlativi.

Ho poi disposto un piccolo magliq per le prove ad urto con mazze cadenti da varie altezze e di varie dimensioni, peso e forme; credo anche in questo campo molto interessante una serie di esperienze comparative con altre sostanze e con tipi similari tanto più se potremo offrire materiali speciali con qualità specifiche da far apprezzare sul mercato».

Ing. GIUSEPPE ARIGO.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

:: SUNTI E SOMMARI ::

COSTRUZIONI.

G. E. LUKE — Il raffreddamento delle macchine elettriche. (J. A. J. E. E., dicembre 1923, pag. 1278).

L'A. preoccupato dell'importanza sempre maggiore che va assumendo il problema della dissipazione del calore prodotto nelle macchine elettriche, ha condotto una serie di esperienze intese a determinare un gran numero di dati pratici relativi ai disperdimenti di calore da parte di diverse superfici in diverse condizioni.

Il calore disperso è valutato in watt per centimetro quadro per grado di differenza di temperatura.

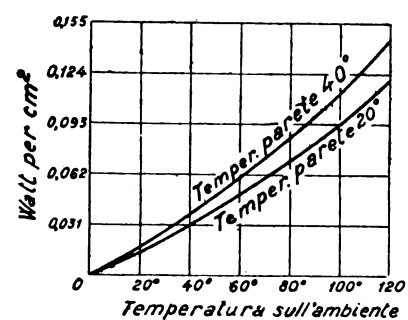


Fig. 1. — Perdite di calore per radiazione da una superficie nera.

Il diagramma di figura 1, riporta i valori del calore disperso per radiazione da una superficie nera a diverse temperature. Come si vede la radiazione aumenta colla temperatura del corpo; anche la

temperatura delle pareti dell'ambiente ha un'influenza sensibile. Le curve di figura 2 sono invece intese a mettere in evidenza l'effetto della convezione del calore; le curve delle quantità di calore perduto da una superficie di alluminio o di acciaio secondo le diverse posizioni da essa assunte nello spazio, sono esprimibili come risulta dal diagramma, mediante funzioni della potenza $5/4$ della temperatura.

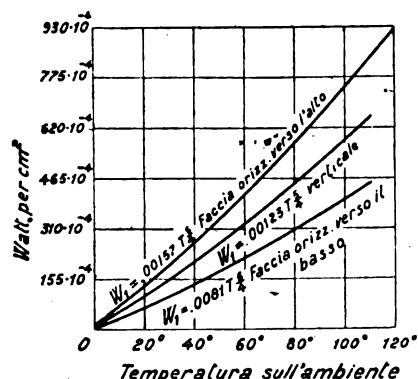


Fig. 2. — Perdite di calore con convezione in aria ferma da una lastra di acciaio o di alluminio di 0.28 m² di superficie.

La figura 3 riassume invece i risultati ottenuti con tre lastre verticali di cui una di ottone e due annerite.

L'uso delle superfici nerate aumenta notevolmente la dispersione del calore ma più in causa dell'incremento delle correnti di convezione che non per l'incremento della radiazione; la superficie ra-

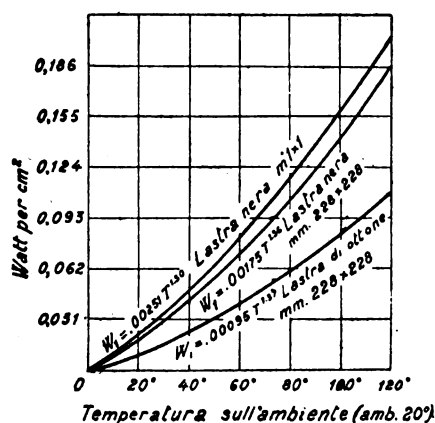


Fig. 3. — Perdite di calore per radiazione e convezione da una superficie verticale.

dante è la superficie minima d'involuppo e non tutta la effettiva superficie.

La dispersione di calore in aria calma da superfici cilindriche è una funzione del diametro. Ciò si riconosce agevolmente osservando

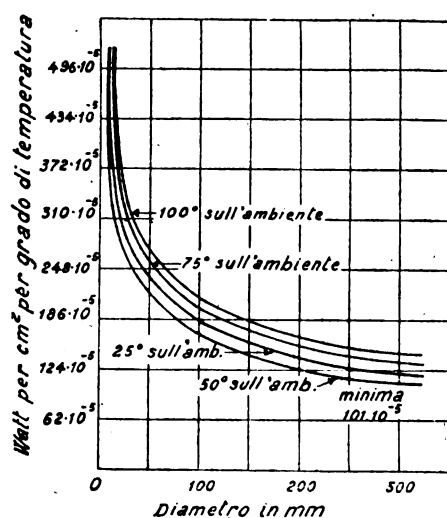


Fig. 4. — Perdite di calore da un filo o da una superficie cilindrica in aria ferma a 20°.

i diagrammi di figura 4 ottenuti sperimentando su fili disposti orizzontalmente in un largo ambiente all'aria libera.

Il raffreddamento ottenuto con ventilazione forzata, assai usato nelle macchine elettriche, produce un dissipamento di calore specialmente per conduzione e convezione.

I condotti di ventilazione disposti in direzione assiale, specialmente usati nei turbo alternatori e nei motori da trazione, presentano i seguenti vantaggi: rapida dispersione del calore, sia per lo stato irregolare della superficie interna del canale, sia perchè il flusso di ca-

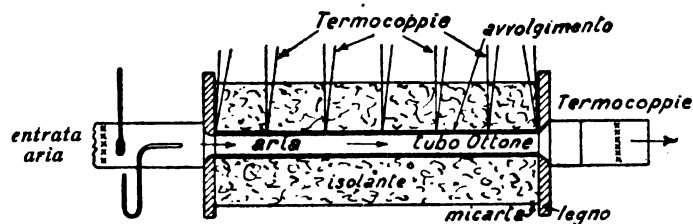


Fig. 5. — Dispositivo per la determinazione dei disperdimenti di calore in condotti assiali.

lore avviene lungo le lamiere (la resistenza al flusso del calore in senso trasversale ai lamierini è da 30 a 50 volte maggiore che non lungo i lamierini stessi); la velocità dell'aria è costante tale essendo la sezione del canale e occorre quindi una pressione minore per data

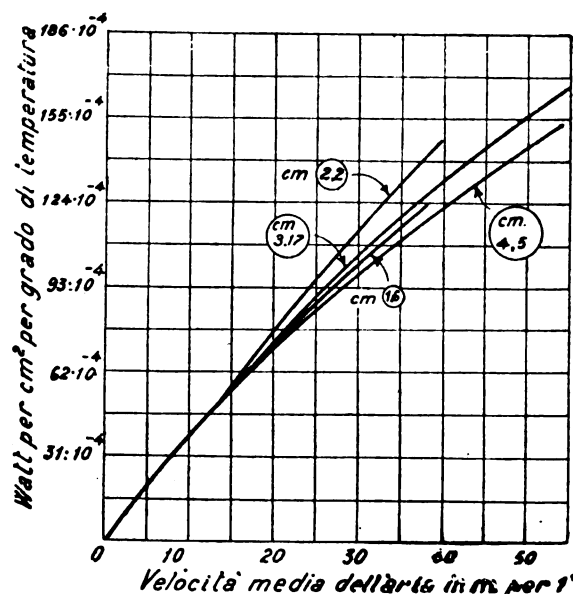


Fig. 6. — Perdite di calore in condotti assiali di vario diametro.

velocità media; la lunghezza del nucleo della macchina può essere la minima per un flusso magnetico dato. Alcuni inconvenienti di tale sistema di ventilazione sono i seguenti: necessità di un ventilatore; i canali devono essere situati nelle zone interne del rotor e quindi il

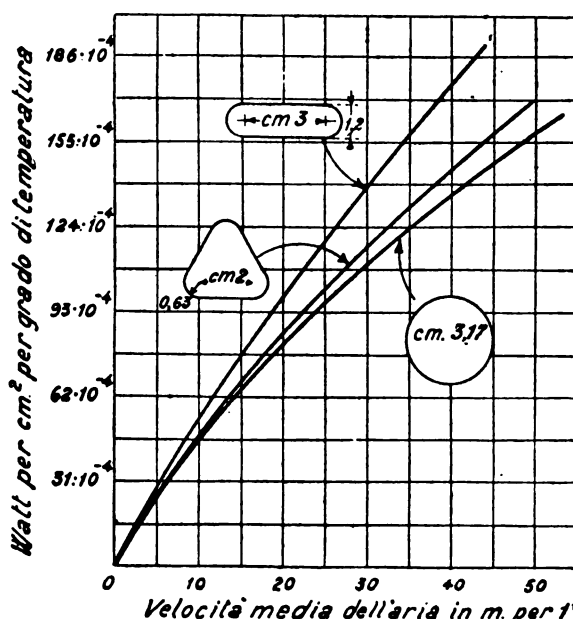


Fig. 7. — Perdite di calore in condotti assiali di eguale periferia ma di varia forma.

percorso del flusso di calore è lungo; il diametro esterno del rotor deve essere aumentato; la massima temperatura nel ferro sarà usualmente dove l'aria è più calda ossia alla fine dei canali.

La figura 5 rappresenta il dispositivo usato per determinare le dissipazioni di calore in condotti assiali di varia forma e dimensioni.

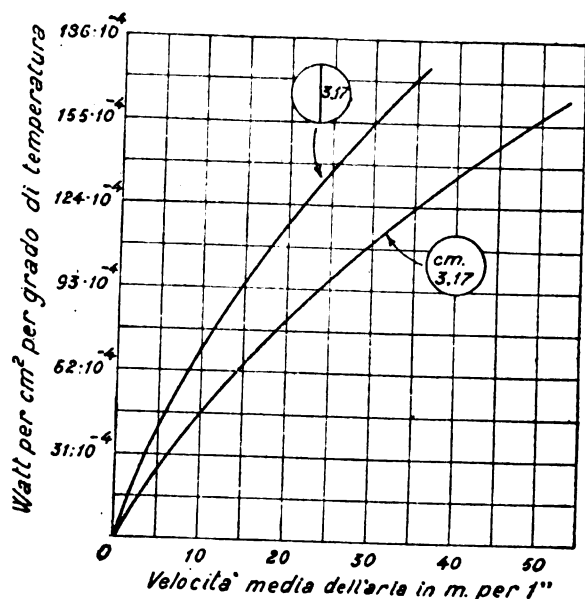


Fig. 8. — Perdite di calore in condotti assiali con diverso percorso dell'aria di ventilazione.

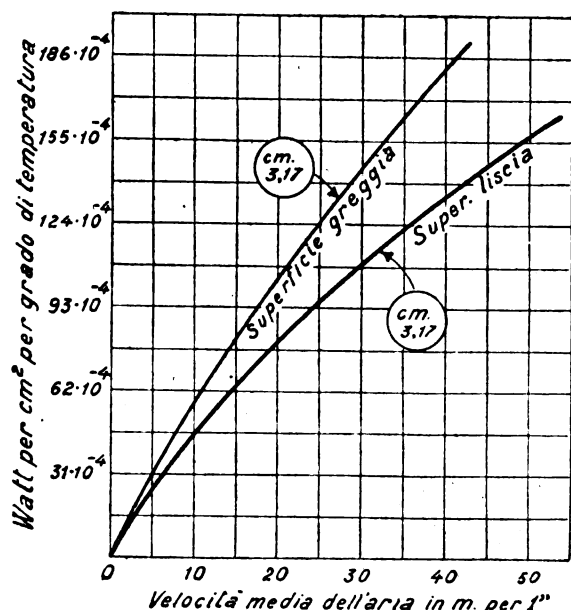


Fig. 9. — Perdite di calore in condotti assiali, con diverse condizioni delle pareti.

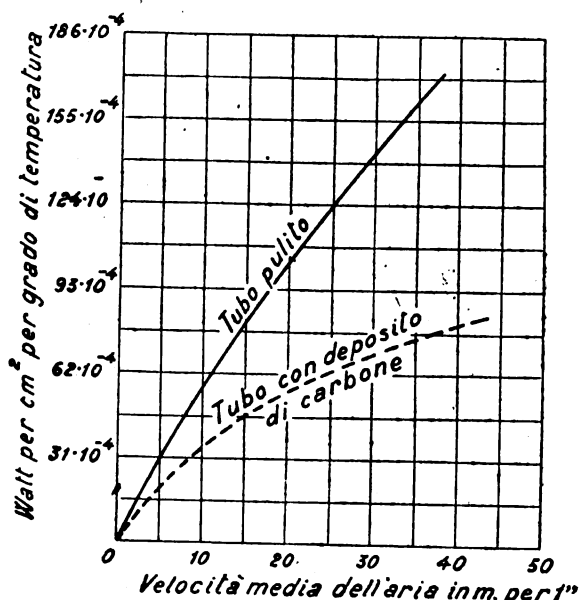


Fig. 10. — Effetto del deposito di polveri in condotti assiali sui disperdimenti di calore.

Come risulta da figura 6 il disperimento varia poco colle dimensioni del canale, eccetto che per le forti velocità dell'aria. Notevole influenza ha invece la forma del canale, come si vede in figura 7 dove sono confrontati tre canali di diversa forma ma di eguale svi-

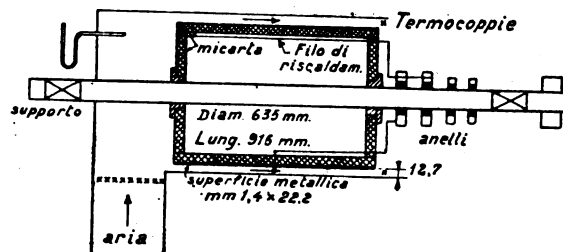


Fig. 11. — Dispositivo per la dissipazione del calore nei rotori.

luppo periferico. Un notevole aumento nella dissipazione di calore si ottenne introducendo in un canale una lamina avvolta ad elica in modo da costringere l'aria ad assumere un movimento elicoidale; i risultati sono indicati in figura 8. Anche una certa irregolarità nella

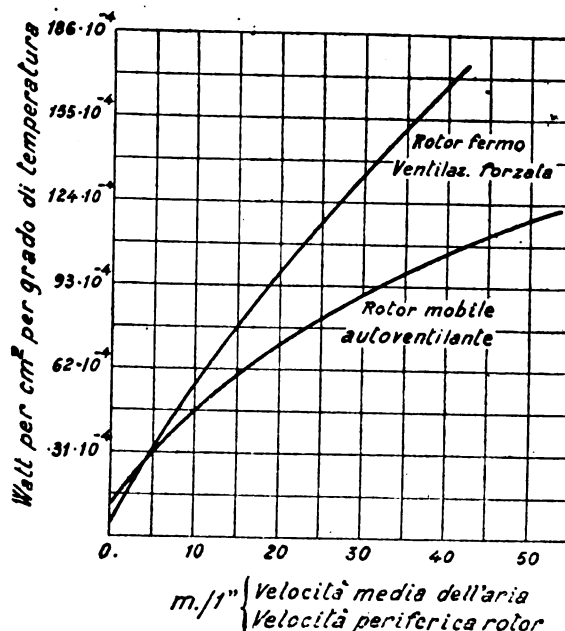


Fig. 12. — Disperdimento di calore dalla superficie di un rotore del diametro di 635 cm e lungo 772 cm.

superficie del canale, come si ottiene praticamente nelle lavorazioni comuni, è vantaggiosa alla dispersione di calore, come risulta dai diagrammi di figura 9. Assai nocivi sono invece i depositi di polvere nell'interno del canale; per determinare tale effetto si sperimentò su

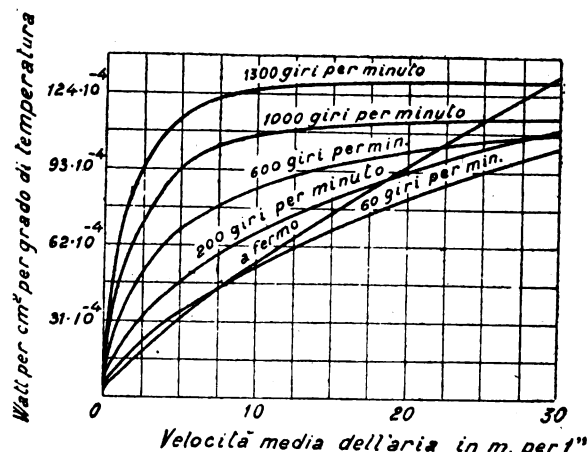


Fig. 13. — Disperdimenti di calore dalla superficie di un rotore ($d = 635$ cm. $l = 772$ cm.) con ventilazione forzata.

un tubo da 31,7 mm nell'interno del quale si era prodotto un deposito di fine polvere di carbone, dello spessore di 0,75 mm.

L'uso di canali ventilanti disposti in senso radiale, anziché assiale, presenta i seguenti vantaggi: non occorre ventilatore; la ve-

locità dell'aria è massima dove massime devono essere le dispersioni; l'aria arriva nella zona dei denti del rotor prima di aver subito un

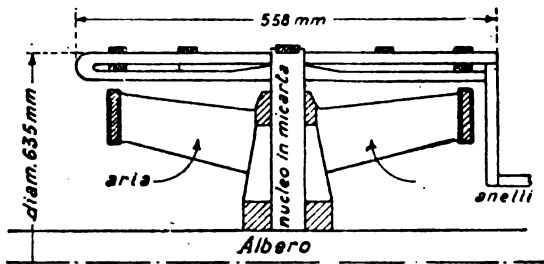


Fig. 14. — Dispositivo per determinare i disperdimenti di calore dalle testate delle bobine.

riscaldamento apprezzabile. Alcuni svantaggi di questo tipo di ventilazione sono: con rotor a piccola velocità periferica, l'azione venti-

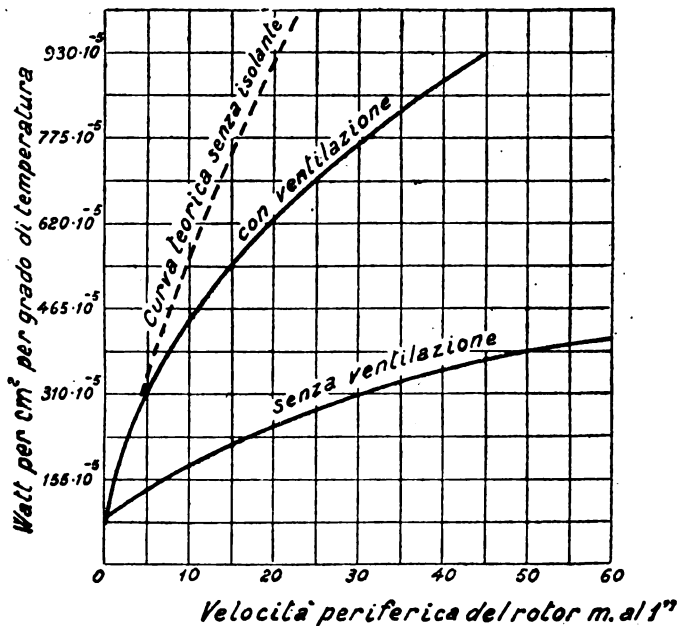


Fig. 15. — Disperdimenti di calore dalla superficie di bobine rotanti.

lante è scarsa; il calore che si genera nei lamierini compresi nell'intervallo di due canali ventilanti, deve giungere ad essi in direzione

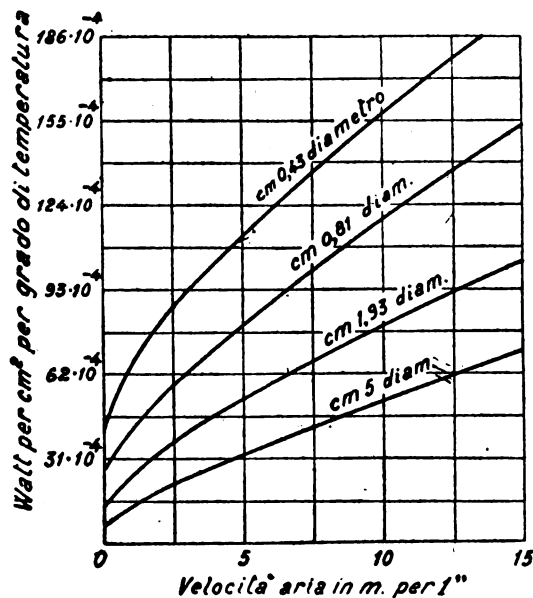


Fig. 16. — Disperdimenti di calore dalla superficie esterna di tubi di rame, in aria soffiata normalmente ai tubi.

normale ai lamierini stessi incontrando grande resistenza; in macchine con piccola larghezza di denti, lo sbocco dei canali può ri-

sultare di dimensioni insufficienti; la lunghezza del rotor e quindi la distanza dei supporti risulta maggiore.

Col dispositivo di figura 11 si condusse una serie di esperienze per determinare le dispersioni di calore da parte di un elemento in rotazione; la ventilazione poteva essere forzata, oppure si poteva sperimentare con ventilazione naturale togliendo l'involucro esterno.

La curva relativa alla ventilazione forzata dimostra (vedi fig. 12) che il disperdimento è proporzionale alla velocità periferica del ci-

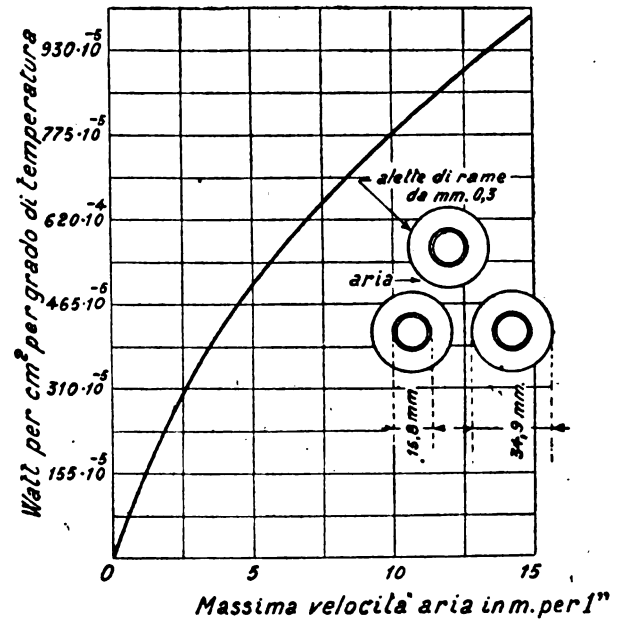


Fig. 17. — Disperdimenti di calore da tubi nervati, in aria soffiata.

lindro; invece la curva relativa alla ventilazione si inclina dimostrando che vi è un fenomeno di trascinato dell'aria calda superficiale, da parte del cilindro girevole, alle alte velocità.

La figura 13 espone i risultati di esperienze eseguite con diverse

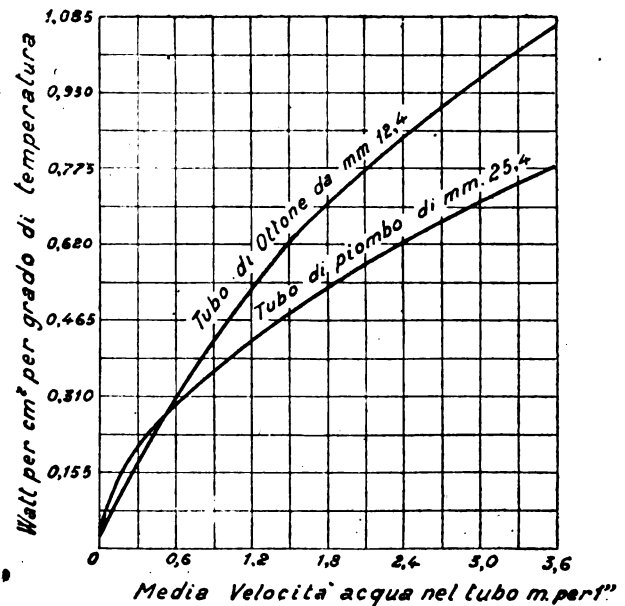


Fig. 18. — Trasmissione di calore fra superficie di tubo e acqua in esso scorrente.

velocità di rotazione del cilindro, con ventilazione forzata. Come si vede, a cilindro fermo il disperdimento è praticamente proporzionale alla velocità dell'aria, mentre col cilindro in movimento il disperdimento, oltre una certa velocità dell'aria, tende a rimanere costante.

Il dispositivo di figura 14 fu usato per esperienze relative al raffreddamento delle testate libere delle bobine degli avvolgimenti.

I risultati ottenuti sono espressi dalle curve di figura 15; una delle curve si ottenne sopprimendo la ventilazione col chiudere l'accesso dell'aria; la grande differenza d'andamento delle due curve mette in evidenza l'importanza della ventilazione delle testate delle bobine.

Altre esperienze furono eseguite circa i disperdimenti di calore da parte di superfici tubolari cilindriche. La figura 16 si riferisce a tubi di rame in aria soffiata normalmente all'asse dei tubi sulla loro

superficie esterna; si vede che le dimensioni dei tubi hanno un'importanza notevolissima.

Le curve di figura 17 riguardano tubi di rame nervati, con nervature trasversali a 5 mm di distanza l'una dall'altra; nel tracciare le curve ci si è riferiti alla superficie esterna totale, nervature comprese.

Disperdimenti di calore assai maggiore si ottengono, come è noto usando come agente raffreddante un liquido.

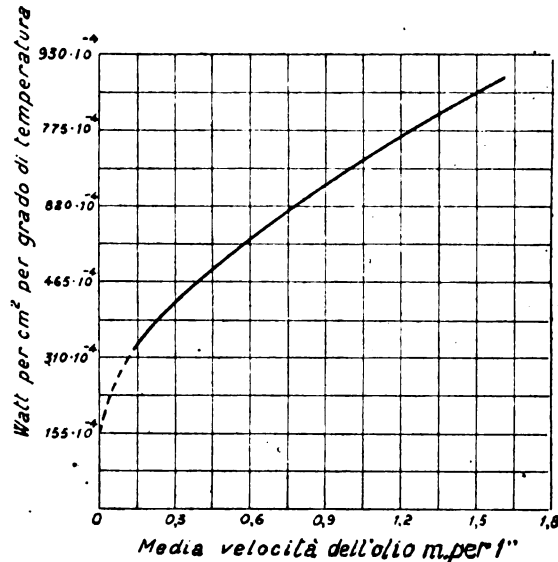


Fig. 19. — Trasmissione di calore pro superficie di tubo e olio in esso scorrente.

Le curve di figura 18 si riferiscono alla trasmissione di calore fra una colonna d'acqua moventesi in un tubo e le pareti del tubo stesso; invece la figura 19 si riferisce a un olio da trasformatore.

R. S. N.

* *

FISICA.

B. SALOMON — Sulle analogie giroscopiche delle macchine elettriche sincrone e asincrone e sulla possibilità di trasportare nella meccanica alcuni diagrammi. (Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, 5 marzo 1923, pag. 661-663).

Calcoli assai semplici stabiliscono una grande analogia fra un vecchio apparecchio di cui Hirn e Gruey si disputarono un tempo la priorità, e il motore sincrono o l'alternatore.

Un anello A, mobile intorno all'asse verticale aa (fig. 1) porta in corrispondenza di un diametro bb, un anello B, che gira intorno

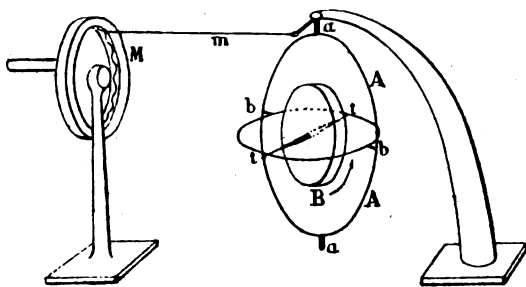


Fig. 1

all'asse bb. L'anello B porta un giroscopio, il cui asse tt è perpendicolare a bb. Un semplice meccanismo permette di far vibrare l'anello A, il che può provocare la rapida rotazione dell'anello B. Inversamente la rotazione di B produce queste vibrazioni. Il calcolo mostra che questo apparecchio costituisce in meccanica quello che è in elettricità il motore sincrono o l'alternatore.

Nel caso, particolarmente semplice, in cui l'elissoide d'inerzia del giroscopio è una sfera, si ha:

$$W = A \ddot{\vartheta} + A \dot{\vartheta} \psi \sin \vartheta$$

$$K = (A + P) \psi'' + \frac{d}{dt} (A \dot{\vartheta} \cos \vartheta)$$

$$\vartheta' = r - \psi' \cos \vartheta$$

con le notazioni di Eulero. Il termine P rappresenta l'inerzia delle masse esterne al giroscopio trascinate nell'oscillazione di velocità ψ' . I lavori elementari d'origine esterna sono $K d\psi + W d\vartheta$.

Se si suppone $K = -R\psi'$ e se si fa l'approssimazione $\vartheta' = r$, si ottiene l'equazione:

$$(A + P) \psi'' + R \psi' = A r \dot{\vartheta} \sin \vartheta$$

che corrisponde termine per termine a una equazione ben nota agli elettricisti e che porta a formule, che si deducono semplicemente da quelle dell'elettrotecnica, sostituendo al flusso il momento cinetico $A r$ del giroscopio, alla forza elettromotrice massima la coppia massima $A r \omega$ applicata all'equipaggio oscillante, alla corrente alternata la velocità di oscillazione ψ' , alla selfinduzione totale del circuito la somma dei momenti d'inerzia $A + P$.

Se per analogia, si indicano con C_{eff} la coppia efficace (applicata all'equipaggio oscillante) con $\psi' \omega$ la velocità di oscillazione efficace, si trova facilmente, come valore della potenza, l'espressione $C_{eff} \psi' \omega$, in cui:

$$\cos \varphi = \frac{R}{\sqrt{(A + P)^2 \omega^2 + R^2}} \quad \text{per } \dot{\vartheta}' = \omega = \text{costante}$$

la quantità

$$Z = \sqrt{(A + P)^2 \omega^2 + R^2}$$

potendo essere considerata come una « impedenza meccanica ».

Si può dunque spingere l'analogia anche più lontano.

Ad esempio il termine $\psi' \cos \vartheta$ che interviene nell'espressione $\vartheta' = r - \psi' \cos \vartheta$ della velocità di rotazione propria, può essere considerata come una vera e propria reazione d'indotto.

Altro esempio: si possono collegare con una biella un apparecchio Gruey-Hirn funzionante come alternatore (cioè produttore oscillazioni) e un apparecchio analogo funzionante come motore sincrono. Tutte le questioni di stabilità e di potenza potranno trattarsi coi metodi dati in elettricità dal Blondel.

Inoltre si potrà studiare l'accoppiamento di due apparecchi giroscopici funzionanti come alternatori, cioè oscillazioni, in analogia cogli alternatori elettrici.

È possibile generalizzare largamente, per il fatto che i fenomeni giroscopici presentano analogia con l'induzione mutua, e le coppie e le velocità immaginarie si rapportano alle forze elettromotrici e alle intensità immaginarie.

Studiamo delle trasmissioni giroscopiche derivanti più o meno direttamente dall'apparecchio sopra descritto e presentanti tutti i caratteri essenziali di un motore asincrono. Alla corrente indotta nel rotore corrisponde una certa velocità di oscillazione. Questi movimenti di oscillazione possono essere smorzati da un freno che corrisponde al reostato di un motore ad anelli, oppure anche trasmessi ad un altro « elemento giroscopico asincrono » il che dà luogo ad accoppiamenti in cascata tutt'affatto analoghi a quelli dell'elettrotecnica e permettenti di realizzare, senza alcuna complicazione meccanica, con un piccolissimo numero di elementi giroscopici un numero assai maggiore di punti di sincronismo, effettuandosi il passaggio da un punto all'altro, in modo tutt'affatto progressivo. (a. r.).

* *

GENERATORI ELETTRICI.

S. R. BERGMAN — Un generatore a corrente continua per alta tensione. (J. A. I. E. E., ottobre 1923, pag. 1041).

Dopo avere brevemente accennato ai diversi sistemi di generazione di correnti continue ad alte tensioni, l'A. ricorda come le maggiori difficoltà che si incontrano nella costruzione di dinamo di tale

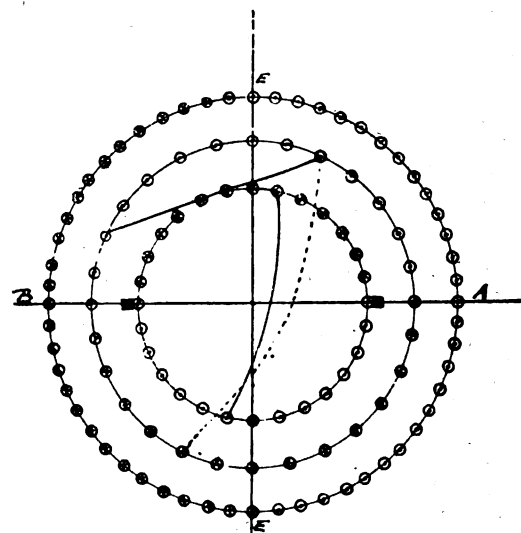


Fig. 1. — Schema degli avvolgimenti indotto, induttore e compensatore.

genere consistano principalmente: nella commutazione, nei pericoli di scariche al collettore nell'eventualità di corti circuiti in linea, e nella notevole differenza di potenziale che viene necessariamente a verificarsi fra le lamelle contigue del collettore.

In una dinamo da 15 kW per 12000 V, pur adottando pel collettore il massimo numero di lamelle praticamente possibile ed eseguendo sull'indotto due avvolgimenti distinti, ciascuno connesso a un collettore, la differenza di tensione fra lamella e lamella sale a 90 V, valore assai superiore a quello comunemente adottato nelle dinamo.

L'A. descrive una macchina da 15 kW a 12 000 V da lui progettata con uno speciale sistema di avvolgimento compensatore distribuito, che permette di ottenere una commutazione perfetta, pur essendo meccanicamente semplice ed economicamente conveniente.

La disposizione adottata è schematicamente indicata in fig. 1, nella quale le circonferenze interne, media ed esterna indicano rispettivamente l'avvolgimento indotto, quello compensatore e quello

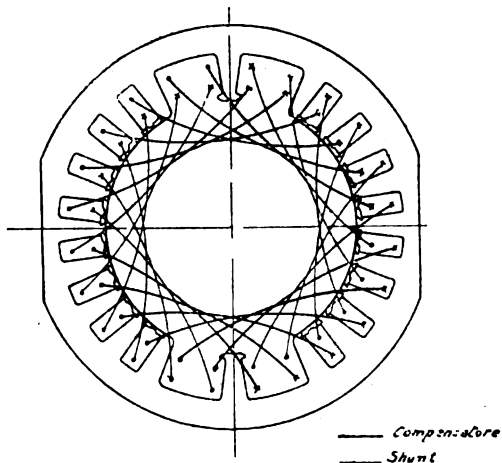


Fig. 2. — Disposizione degli avvolgimenti induttore e compensatore sullo stator.

induttore; i punti e le croci indicano nel solito modo l'andamento delle correnti. Come si vede subito, supponendo gli avvolgimenti del tipo a tamburo a passo diametrale, mentre la reazione di indotto è indicata da A.B, l'avvolgimento compensatore produce un flusso in senso esattamente contrario.

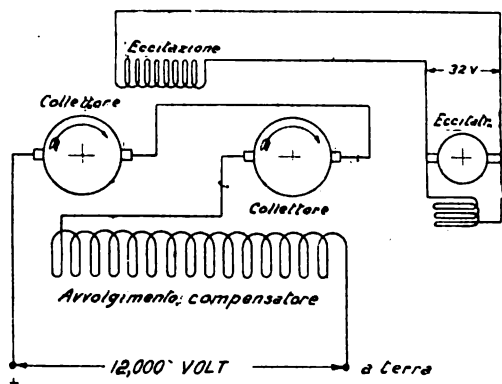


Fig. 3. — Diagramma delle connessioni della dinamo.

L'A. ha trovato che gli avvolgimenti compensatore ed induttore possano essere eseguiti anziché a passo diametrale (linea punteggiata in fig. 1), anche a 90° come è indicato dalla linea continua in fig. 1.

In figura 2 è indicato l'avvolgimento completo. Come si vede ogni canale contiene un lato di bobina compensatrice e un lato di bobina d'eccitazione. È interessante osservare come la reazione d'arma-

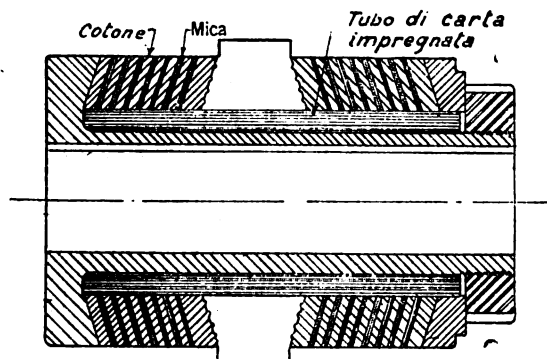


Fig. 4. — Sezione collettore per 12 000 V

tura d'un indotto a passo diametrale sia neutralizzata da un avvolgimento compensatore distribuito con passo di 90° .

Coll'adozione del passo a 90° nell'eccitazione, si realizza una notevole economia rispetto al passo diametrale, essendo nel primo caso ogni bobina di dimensioni assai minori, mentre il numero delle bobine non cambia.

I canali nell'induttore sono distribuiti uniformemente, fuorché presso l'asse di commutazione, d'ambo i lati del quale si salta un dente, creando così una larga zona neutra. Le amperspire dell'avvolgimento di compensazione sono un poco maggiori della reazione d'armatura e la differenza produce un flusso di commutazione nel dente sul piano di commutazione.

Le esperienze hanno dimostrato che l'avvolgimento compensatore così distribuito, ha il vantaggio d'una distribuzione di flusso prossima alla sinusoidale.

I canali sono aperti e dopo messe in posto le bobine vengono tutti chiusi con chiavi d'acciaio, fuorché quelli più larghi adiacenti al piano di commutazione perché qui le chiavi d'acciaio avrebbero deviato parte del flusso di commutazione invece di lasciarlo penetrare nell'armatura.

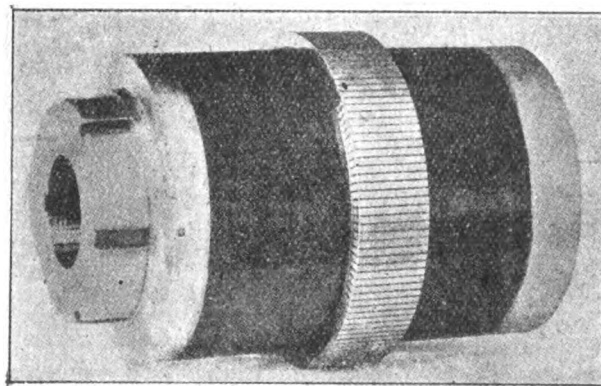


Fig. 5. — Collettore completo per 12 000 V.

L'indotto porta, come si è detto, due avvolgimenti distinti, ciascuno connesso a un collettore, e ciò allo scopo di ridurre la tensione fra le lamelle adiacenti del collettore. Con tutto ciò nella dinamo di cui l'A. si occupa, tale tensione non si può rendere inferiore a 90 V. Il doppio avvolgimento indotto portò qualche difficoltà nella commutazione. Infatti l'avvolgimento collocato più profondamente entro i canali dell'armatura viene ad avere un'induzione maggiore di quello collocato più superficialmente. Ne segue che se l'avvolgimento compensatore è proporzionato esattamente per ottenere perfetta commutazione su uno dei due collettori, si ha scintillio sull'altro. Si trovò che l'inconveniente poteva essere eliminato usando per l'avvolgimento più profondo delle spazzole più grosse che non per l'altro; nel caso particolare si fecero di un terzo più grosse.

La fig. 3 dà lo schema delle connessioni nella macchina. Come si vede, l'eccitazione è indipendente e ciò per due ragioni: perché sarebbe stato difficile eseguire l'avvolgimento in derivazione a una tensione di 6000 V che è quella di un collettore; e perché verificandosi una improvvisa variazione del carico, la grande induzione dello shunt avrebbe prodotto una scarica attraverso l'armatura coi conseguenti inconvenienti o danneggiamenti alla macchina.

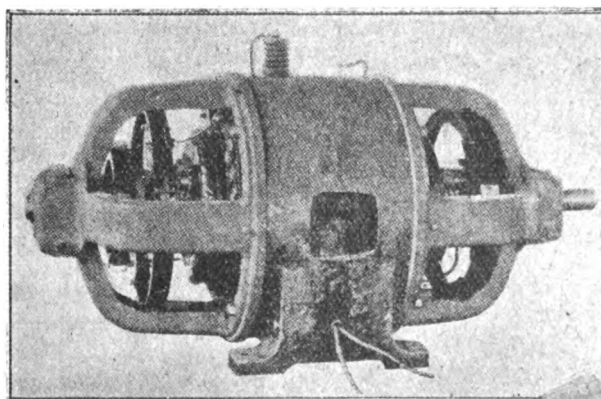


Fig. 6. — Dinamo tipo CY 70 da 15 kW - 12 000 V. - 1800 giri.

L'esperienza ha dimostrato che la macchina così costruita funziona in ottime condizioni. La commutazione è perfetta anche a un carico cinque volte maggiore del normale, carico che può essere attaccato e staccato senza che si produca scintillio. L'eccitazione può essere tolta o inserita senza bisogno di resistenze ausiliarie. Corti circuiti istantanei vengono sopportati senza difficoltà alcuna.

Gravi difficoltà si incontrano nella costruzione del collettore. La soluzione adottata è rappresentata in figure 4 e 5.

I segmenti del collettore sono tenuti strettamente insieme con grosse guarnizioni di ovatta di cotone con interposte lamine di mica. Il collettore è messo insieme sotto una pressione di quasi 800 chili per centimetro quadrato. Grazie alla resilienza del cotone alle alte pressioni, la stabilità del collettore è garantita.

La figura 6 rappresenta la macchina completa costruita sui calcoli dell'A. per usi di radiotrasmissioni.

R. S. N.

CRONACA

ASSOCIAZIONI, CONGRESSI, ECC.

Esposizione internazionale del carbone bianco. — Nell'ottobre del 1925 avrà luogo a Grenoble una Esposizione internazionale del carbon bianco e di turismo.

La Camera di Commercio Italiana di Parigi dandocene notizia, annuncia l'invio di maggiori particolari sul programma all'Ufficio centrale dell'Associazione, al quale gli interessati potranno rivolgersi per ulteriori notizie.

*

Congresso Internazionale di Matematica. — Dall'11 al 16 Agosto prossimo avrà luogo in Toronto (Canada) un Congresso internazionale di matematica, la cui Quarta Sezione è dedicata all'Ingegneria elettrotecnica, meccanica, edile, ecc., col concetto di mettere in particolare rilievo l'interesse pratico di molti studi di carattere matematico.

La Segreteria del Congresso ha sede in Toronto presso il Royal Canadian Institute.

INDUSTRIA NAZIONALE.

Per l'industria italiana all'estero. — Il R. Consolato d'Italia a Uskub comunica che si è costituita una Società Commerciale e d'industria di Tetovo, nella quale sono interessate banche locali ed anche il Municipio di Tetovo, che ha ottenuto la concessione per lo sfruttamento idraulico di un corso d'acqua nelle vicinanze della città.

Ditte jugoslave, austriache, ceco-slovacche e tedesche hanno già mandato dei tecnici a studiare la località per presentare dei progetti concreti.

Il R. Consolato invita anche le Ditte Italiane a presentarsi per concorrere alla concessione della costruzione della Centrale che si prevede capace di fornire una potenza di 3000 HP durante la maggior parte dell'anno, e di 1200 HP nel rimanente periodo. La spesa è prevista in 8 o 10 milioni di dinari.

*

Per l'industria italiana all'estero. — Il R. Consolato d'Italia a Bombay, d'accordo col R. Addetto commerciale, nell'intento di favorire lo sviluppo dei rapporti commerciali fra l'Italia e le Indie inglesi, si è offerto di assumere — anche d'intesa con la Camera di Commercio indiana — la distribuzione di opuscoli, cataloghi, listini, prezzi, ed altro materiale di propaganda relativa alle nostre industrie.

Le Società di navigazione Lloyd Triestino e Marittima Italiana hanno a loro volta concesso il trasporto gratuito, da un porto italiano a Bombay, dei materiali che le Ditte italiane vorranno inviare approfittando dell'offerta fatta dal nostro Consolo.

Per schiarimenti gli interessati potranno rivolgersi agli Uffici della Camera di Commercio di Milano.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Vetture automotrici leggere per alte velocità. (E. R. J. 30 settembre 1922, pag. 517-518). — La Western Ohio Railway ha posto in esercizio nell'estate del 1922 sulla linea Findlay-Piqua, lunga circa 180 km, dieci vetture automotrici per il servizio interurbano, caratterizzate

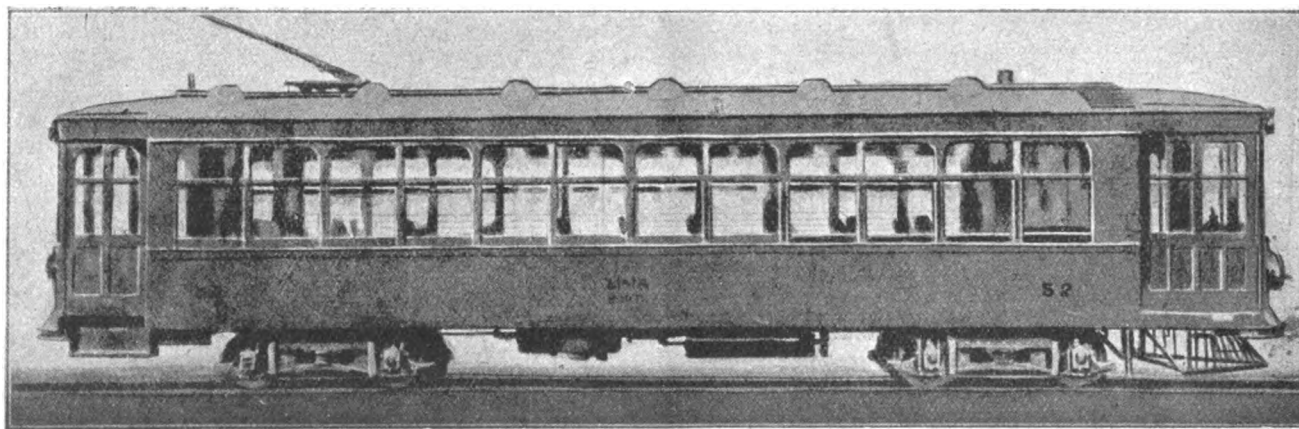


Fig. 1.

principalmente dalla loro notevole leggerezza ed alta velocità. I risultati ottenuti sono stati ottimi giacché queste automotrici mantengono una velocità di circa 72 km e possono raggiungere benissimo gli 80 km all'ora, riducendo il consumo d'energia di circa la metà di quello delle vetture ordinarie, dato il loro peso di circa 14,7 tonnellate. Queste sono le prime vetture automotrici leggere impiegate per le alte velocità nei servizi interurbani. Come appare dalla fig. 1, l'aspetto esterno della vettura è affatto normale. Essa è divisa in tre scomparti, e misura una lunghezza di circa m. 10,40 tra i due montanti estremi e di m. 13,70 tra i respingenti (fig. 2).

La costruzione dell'ossatura è costituita di materiale commerciale normale e comprende ai lati lungheroni d'acciaio in più parti, che vanno dagli spigoli della fiancata ai parapetti delle finestre, rivestiti esternamente con lamiera. Negli angoli sono disposti dei montanti come pure dei montanti a T dividono in due le finestre. Questi sono disposti a circa 1,60 m dalla testa della vettura e vanno dallo spigolo della fiancata fino al tavolato superiore, rinforzati da ferri a T. Capriate o centine in acciaio stampato, chiodate al tavolato superiore, sostengono un tetto in haskelite dello spessore di circa 1 centimetro.

Le finestre sono doppie e divise anche orizzontalmente in due parti: le due parti superiori sono riunite, mentre le inferiori indipendenti, portano vetri mobili e sono provviste di dispositivi per impedire i tremolii e l'entrata dell'acqua e della polvere.

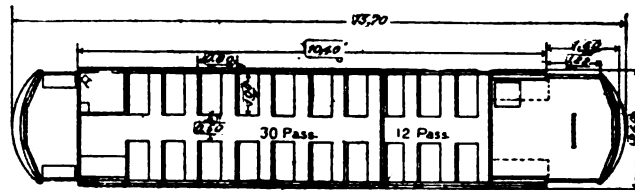


Fig. 2.

Nell'interno della vettura, anteriormente è predisposto un passaggio ad arco aperto, posteriormente una porta girevole, come pure sono usate porte girevoli come separazione tra i diversi scomparti.

Sotto le finestre, da ciascun lato le pareti sono rese impermeabili al freddo e al caldo, con tavolato di legno di circa 2 cm di spessore, ricoperto nella parte interna con linoleum. I sedili sono del tipo Brill, non rovesciabili, costituiti di lamiera stampata e con braccioli rivestiti di legno. Quelli dello scompartimento passeggeri sono rivestiti di velluto, quelli dello scompartimento fumatori di una copertura uso pelle.

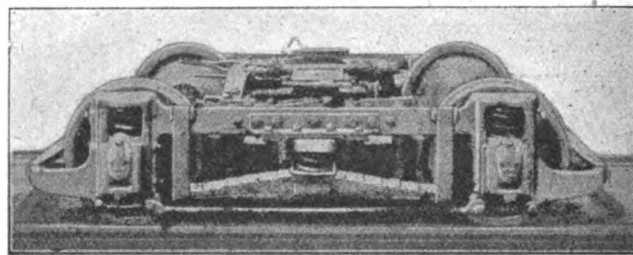


Fig. 3.

I sedili longitudinali del bagagliaio sono del tipo ribaltabile a listelli.

L'equipaggiamento elettrico comprende quattro motori G. E. da 35 HP con controllo ad una sola estremità ed un equipaggiamento di freni ad aria compressa tipo G. E., con comando di frenatura anche all'estremità posteriore.

Furono particolarmente studiati i carrelli, in vista del peso, della

comodità e della sicurezza; la fig. 3 ne rappresenta una vista prospettica. È stato adottato il tipo Brill, n. 77-E-1 con m. 1,62 d'interrasse, ruote del diametro di m. 0,66, con superficie di rotolamento di 89 mm e bordino di 22 mm circa.

Le caratteristiche principali di queste vetture sono la loro elasticità e leggerezza, unite alla notevole solidità. Il peso di 14,7 tonn., che può sembrare alto a paragone delle altre automotrici di uguali dimensioni, è totalmente dovuto alla pesantezza dell'equipaggiamento per l'alta velocità, giacché la vettura in sé è considerata la più leggera finora costruita.

a. r.

ELETTROFISICA.

Produzione di onde elettromagnetiche della lunghezza di mm 0,22.
— La «Radio-électricité» (N. 55, vol. 5°, pag. 118 del 10 marzo 1924), riferisce che i fisici F. Nichols e J. Tear, hanno recentemente annunziato alla National Academy of Science di Washington, di avere ottenuto, dopo una lunga serie di esperimenti assai delicati, onde elettromagnetiche di lunghezza minima, intorno a mm 0,22, lunghezza d'onda che è inferiore a quella (0,32 mm) dei più corti raggi infrarossi finora sperimentati. Per quanto gli AA. non abbiano ancora pubblicato le loro esperienze, si sa che l'oscillatore impiegato era costituito da due bastoncini di tungsteno, e che il ricevitore riproduceva il radiometro del Nichols, nel quale si utilizza il calore sviluppato per induzione nelle ali metalliche di un mulinello, sotto l'azione delle onde elettromagnetiche incidenti, per mettere il sistema in rotazione. La lunghezza d'onda è stata misurata con metodi ottici.

Le ricerche degli AA. hanno in tal guisa colmato l'unica lacuna esistente nella scala della lunghezza d'onda dei vari tipi di radiazione, che presentava una zona di discontinuità fra le onde radioelettriche più corte ($\lambda = 7$ mm) ottenute nel 1918 da Nöbels, e le onde infrarosse più lunghe ($\lambda = 0,32$) mm studiate nel 1911 da Rubens e von Baeyer: cosicchè la scala delle lunghezze delle onde elettromagnetiche risulta oggi esplorata in tutta la sua estensione.

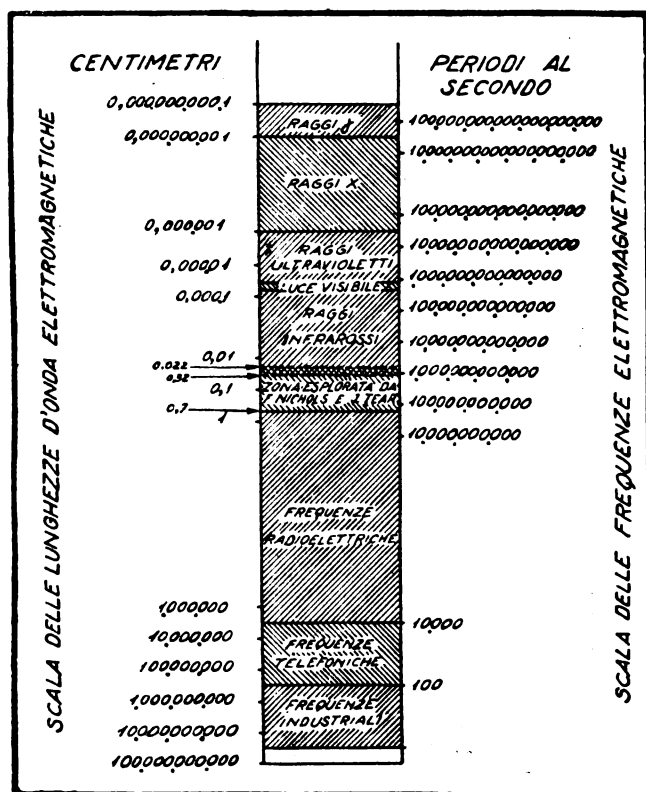


Fig. 1.

Partendo (fig. 1) dalle onde elettromagnetiche di lunghezza dell'ordine di decine di migliaia di km (frequenze industriali e frequenze telefoniche) si passa a quelle di lunghezza compresa fra 30 000 metri e 7 mm (frequenze radiotelegrafiche), che costituiscono il veicolo delle comunicazioni radiotelegrafiche e radiotelefoniche. Si entra quindi, per il tramite delle radiazioni studiate da Nichols e Tear, nel campo dell'ottica: e in corrispondenza a lunghezze d'onda, che decrescono progressivamente da 0,032 a 0,000001 mm, si hanno i raggi infrarossi, i raggi luminosi ed i raggi ultravioletti. I gradini più elevati della scala sono occupati dai raggi X e dai raggi γ .

I primi, con lunghezze d'onda comprese fra un milionesimo e un miliardesimo di centimetro, nascono da un bombardamento degli atomi effettuato dagli elettroni. Gli effetti di tale bombardamento sono di rallentare da un lato la marcia degli elettroni proiettili, ciò che dà luogo a una perturbazione elettromagnetica, che si propaga nell'atmosfera (raggi X primari), e di provocare dall'altro delle perturbazioni nella ripartizione degli elettroni intorno ai nuclei degli atomi bombardati, il che dà origine ad una seconda onda elettromagnetica (raggi X secondari). La zona intermedia fra i raggi luminosi ed i raggi X è stata negli ultimi anni esplorata dall'Holweck, che è riuscito a produrre raggi X aventi una lunghezza d'onda superiore a quella delle onde ultraviolette più corte, e le caratteristiche dei fenomeni luminosi: riflessione, rifrazione, diffrazione, ecc.

Se infine si sottopone l'atomo ad un'azione ancora più energica di quella dei raggi catodici, cosicchè esso possa essere profondamente sconvolto, si ottengono delle radiazioni di frequenza ancor più elevata, e cioè i raggi γ dei corpi radioattivi, i quali hanno una lunghezza d'onda dell'ordine del decimillesimo di milionesimo di centimetro.

Fe. Vi.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Ereata in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXVIII RIUNIONE DELL'A.E.I.

VENEZIA - 30 Settembre-6 Ottobre 1923

SEDUTA INAUGURALE

nella Sala Napoleonica del Palazzo Reale

30 Settembre 1923.

Alle ore 14,30 del 30 settembre 1923, proveniente da Roma è giunto a Venezia S. E. l'on. Sardi, Sottosegretario di Stato per i Lavori Pubblici, incaricato di rappresentare il Governo all'inaugurazione del XXVIII Congresso dell'Associazione Elettrotecnica Italiana.

Erano a riceverlo alla stazione il Prefetto Cav. di Gr. Or. D'Adamo, il Commissario del Comune Gr. Uff. Giordano, il Presidente dell'Associazione Elettrotecnica Ing. Comm. Ulisse Del Buono, il Vice Presidente Ing. Rebor, il Segretario generale Ing. Comboni, l'Ing. Comm. Coen Cagli.

Nel Salone Napoleonico.

L'on. Sardi si è recato direttamente ad inaugurare il Congresso, nel Salone Napoleonico delle Procuratie Nuovissime.

Nel vastissimo salone si sono andate radunando intanto le autorità e le rappresentanze. Notiamo S. E. l'Ammiraglio Mortola Comandante del Dipartimento dell'Alto Adriatico, il Prefetto Cav. di Gr. Cr. Agostino D'Adamo, col suo Capo di Gabinetto Dott. Cav. Uff. Chiariotti, il Commissario del Comune Gr. Uff. Prof. Giordano, il Vice-Prefetto Comm. Sorge Presidente della Commissione Reale per la Provincia, il Conte Gioppi, Presidente del Magistrato delle Acque, il Comm. Spandri Vice-Presidente della Camera di Commercio, il Colonnello Barbieri, fiduciario provinciale del Partito Nazionale Fascista, il Prof. Omero Soppelsa, Segretario politico del Fascio Veneziano, l'Ing. Comm. Miliani Capo del Genio Civile, il Comm. Carraro, Provveditore del Porto, il Prof. Giovanni Bordiga, il Comm. Toniolo per il Presidente della Corte d'Appello, il Comm. Mandruzzato, Avvocato generale, l'Intendente di Finanza Comm. Toscani.

L'aspetto del salone napoleonico, gremito d'una folla magnifica, nella quale portano una nota di gentile eleganza numerose signore e signorine, è veramente imponente.

Alle 15 precise, accolto ad un applauso calorosissimo, entra nella sala S. E. l'on. Sardi, seguito dalle autorità.

Il rappresentante del governo prende subito posto al posto d'onore, al tavolo della presidenza, e dà la parola al Presidente Generale dell'Associazione Elettrotecnica Italiana.

Il Presidente Generale, Ing. Comm. Del Buono dopo alcune nobili ed alate espressioni di saluto al rappresentante del Governo, alla città di Venezia, ed alla Sezione Veneta dell'Associazione Elettrotecnica, invita il Segretario Generale, Ing. Comboni a comunicare le adesioni pervenute al Congresso. Hanno aderito: S. E. on. Carnazza, S. E. Corbino, socio dell'A. E. I., S. E. Colonna Di Cesarò il quale ha delegato a rappresentarlo il Comm. Cassini, S. E. il Ministro della P. I. Gentile, S. E. il Ministro della Guerra Diaz, S. E. il Ministro della Marina Thaon di Revel, l'Istituzione Ingegneri Elettrotecnici Americani con telegramma da New York, Associazione Elettrotecnica Ceco-Slovacca, Associazione Pro Montibus di Udine.

Il discorso del Presidente Generale Ing. Comm. Del Buono.

Il Comm. Del Buono pronuncia quindi il seguente discorso:

« La nostra XXVIII Riunione si svolgerà qui vicino a San Marco, stupendo di luce e di colore, meraviglioso d'arte e di storia, centro di quelle Venezia contese da secoli e che la

volontà del popolo ed il valore dei figli d'Italia ha ricongiunto per sempre alla grande Patria.

« Intorno a S. Marco si sono testè riunite quelle terre che attraverso i secoli di barbarie lo guardavano come un faro di civiltà che per undici secoli brillò senza spegnersi mai, e che ora che l'Italia è risorta compongono la regione più grande e popolosa d'Italia. Il sogno stupendo dei martiri e poeti si è compiuto.

« È per noi sommamente grato e di alto significato il trovarci a Venezia dopo la grande Vittoria e dare a Lei il nostro caldo riverente saluto vibrante di commozione e di affetto.

« Numerosi sono accorsi i colleghi al nostro appello accompagnati dalle loro donne gentili, attratte dalla città dell'arte e del sogno.

« Autorevoli personaggi hanno voluto con la loro presenza dare alla riunione solennità ed importanza: vada a loro ed all'illustre Magistrato della Città il nostro ringraziamento.

« Le più cordiali espressioni di colleganza e simpatia ai carissimi colleghi della Sezione Veneta che vollero chiamarci tra loro ed organizzare con tanta affettuosa premura questa Riunione per la quale si preparano a darci larga ed affettuosa ospitalità.

« Qui tra Voi, in questa eletta città, baluardo di civiltà, centro di espansione attraverso i secoli della cultura e delle attività latine, ci sentiamo ancora più fieri della nostra Patria, della nostra civiltà, e nelle rinnovate gare dei lavori pacifici esse trovano auspici sempre più alti per l'inevitabile grandezza della Patria. E Voi cari colleghi che così nobilmente sopportate i giorni avversi, in questi giorni in cui convengono da tutte le parti d'Italia voti di adesione e di plauso, sentirete ancora più la gioia della vittoria che ha schiuso al nostro paese l'ardua via del progresso che mena ad un avvenire più radioso.

La nuova organizzazione del Congresso, che dette così buon risultato a Milano, si ripete quest'anno: i temi intorno ai quali si svolgono i lavori nostri si riferiscono alle applicazioni dell'elettrotecnica, titolo vasto che potrebbe comprendere le più svariate applicazioni, ma per l'ambiente in cui il Congresso si svolge esso è limitato particolarmente alle applicazioni agricole ed alla radiotelegrafia e telefonia, interpretando così il desiderio espressoci dalla maggioranza dei soci che suggeriva di limitare il campo dei nostri lavori alle due applicazioni che per il momento hanno urgenza maggiore e meglio si inquadrano nell'ambiente.

« L'agricoltura è diventata ormai dappertutto una grande e difficile industria. Nessun problema delle scienze sperimentali, nessun ardimento della meccanica, nessuna perfezione tecnologica può dirsi estranea alle opere dei campi.

« Cedendo alle ineluttabili necessità della vita e del progresso si sono dissodate terre incolte, risanate paludi, richiamate a fecondità ed a vegetazione estese plaghe di terra dove priva regnavano l'infermità e la miseria.

« La meccanica, la chimica e l'elettricità sono state chiamate a sussidiare l'opera dell'uomo ed a moltiplicarne gli effetti.

« Si deve appunto agli elettrotecnici dotati di larghe idee di salda cultura, di grande spirito d'iniziativa, se questi problemi sono stati affrontati e se quello dell'elettificazione della agricoltura è stato ampiamente trattato: qui nel Veneto abbiamo i più interessanti esempi di quello che possa essere una savia applicazione al problema delle applicazioni elettro-agricole. Ho fiducia che dal nostro Congresso escano voti e sorgano idee esatte a contribuire alla soluzione dei più importanti problemi.

« Nè seconda viene la radiotelegrafia che sotto l'attuale Governo ha preso maggiore impulso; e qui formo l'augurio che questa importantissima applicazione dell'elettricità di origine puramente italiana possa diffondersi con mezzi italiani, portando la nostra Patria a quel giusto posto che le spetta fra le nazioni civili.

« Nelle gite che stiamo per compiere al Porto Industriale, alle Bonifiche, agli impianti del Lago di Santa Croce, avremo agio di ammirare quanto si è fatto in questa nobile regione, nel campo dello sviluppo dell'energia elettrica e delle sue applicazioni: regione questa veramente benemerita che seppero con slancio ed energia riparare ai disastri della guerra tanto presto che dopo pochi mesi dalla pace le centrali idroelettriche erano riparate e le bonifiche riprendevano il loro pieno funzionamento.

« L'opera assidua e preminente dei nostri colleghi che così fraternamente ci accolgono, ha dotato il nostro paese di un complesso di impianti genialmente concepiti e magistralmente compiuti che formano la ammirazione dei tecnici della regione e di tutta Italia; e che provano come nell'ingegneria

l'Italia abbia quell'indiscusso primato che da secoli ha tenuto fin da quando il primo dei nostri idraulici il grande Leonardo, seguito poi dal Paleocapa e dal Guglielmini ebbe a tracciare.

« I lavori del Congresso si annunciano promettenti di ogni maggiore interesse e devo compiacermi che oltre trenta lavori sono stati presentati a questa Riunione. Essi verranno sinteticamente raggruppati e discussi in modo da evitare monotone letture, ma da suscitare — come fu a Milano l'anno scorso — disquisizioni e contrasti di idee di alto interesse e valore.

« Una interessante attrazione di questo Congresso sarà fornita dalla mostra che a Padova il nostro collega illustre ed affascinante divulgatore del sapere, il Prof. Lori, terrà nel suo laboratorio, presentando una raccolta delle più recenti ed interessanti novità nel campo della radiotelegrafia e radio telefonia. E sarà visita gradita a quella dotta Città che fu per secoli centro di cultura mondiale.

Colleghi,

« Nel chiudere il mio dire, voglio esprimere i più vivi ringraziamenti all'Istituto Veneto di Scienze che nella sua storica sede ha voluto darci larga e degna ospitalità. Questo attestato di estimazione così viva, dato dal maggiore Istituto scientifico del Veneto sia per noi di grande significazione e ci ammaestri come la scienza, faro luminoso del progresso umano debba sempre guidare chi opera sulla via delle applicazioni del sapere. Scienza e pratica debbono proseguire sempre di concerto: esse si sorreggono e si completano a vicenda costituendo un tutto armonico che guida l'umanità verso sempre più alti destini. E questa la caratteristica della nostra Associazione ed a questo binomio dobbiamo la nostra forza e la simpatia con la quale il cammino del nostro Sodalizio viene seguito. (*Vivissimi generali applausi*).

Il saluto di Venezia.

Il Commissario straordinario del Comune, Prof. Gr. Uff. Davide Giordano, porge quindi in questi termini il saluto della città:

« Eccellenza, Presidente illustre, Signori! Ho l'onore, a nome dell'antica Venezia di ringraziare il Presidente Generale dell'Associazione Elettrotecnica Italiana del saluto portato alla città che rappresento e di portare al Congresso il saluto della città che dopo quindici secoli di storia trova la forza e l'energia di seguire i progressi della moderna elettricità con tanto valore che i suoi figli hanno saputo creare gli impianti elettrotecnici più grandiosi d'Italia e tra i massimi del mondo. Non è senza una certa soggezione che io parlo a voi, sacerdoti di quella misteriosa energia che è l'elettricità. E ricordo che anche l'uomo, che con polso di ferro, che mai non trema, guida la nave d'Italia, il giorno in cui dovette premere un bottone, che doveva far aprire una voragine nel lago di Santa Croce e far tremare le montagne, esitò un istante pensoso davanti al mistero della forza immane che egli stava per scatenare. Forse egli si domandava se l'azione era da Capaneo o da Prometeo, da uomo che sfida il cielo o da uomo che al cielo strappa i suoi fulmini, il suo fuoco, per il bene degli altri uomini. L'azione era prometeica come il vostro compito, che va sempre aumentando d'importanza. Il popolo ha in voi grande fede. Il popolo veneziano, quando gli aeroplani nemici gettavano bombe, in giorni ormai lontani, su Venezia, aspettava che uscisse un raggio, che facesse precipitare gli apparecchi nemici ».

Il Prof. Giordano, applauditissimo, conclude augurando il miglior successo ai lavori del Congresso per il bene dell'umanità, per il bene della scienza, ma soprattutto per il bene della Patria nostra, poichè se la scienza non ha patria, gli scienziati l'hanno, ed essa è la nostra Italia.

Il saluto del Presidente della Sezione Veneta

Sorge quindi a parlare il Comm. Ing. Antonio Pitter, Presidente della Sezione Veneta dell'Associazione Elettrotecnica Italiana.

Egli dice:

« Quale Presidente della Sezione Veneta della A. E. I. mi incombe l'alto onore di porgere omaggio a Voi Eccellenza, ed alle alte personalità qui convenute a rendere più solenne l'annuale convegno degli elettrotecnici italiani.

« Volle questa Sezione Veneta insistere perchè fosse prescelta Venezia quale sede della XXVIII Riunione della nostra Associazione. E siamo grati a Voi, egregi Colleghi, di aver

accolto il nostro invito e di aver mostrato di gradirlo, rispondendo numerosi all'appello.

« Abbiamo la buona ventura di potervi fare non indegna accoglienza oggi-nel sontuoso salone della Reggia, e per le successive adunanze, nello splendido suggestivo ambiente veneziano del Palazzo Loredan a S. Stefano, in grazia del premuroso interessamento dell'Amministrazione Comunale e del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti e particolarmente del Commissario straordinario del Comune, l'illustre Prof. Davide Giordano e del Presidente e del Segretario generale dell'Istituto Veneto Prof. Pietro Spica e Prof. Giovanni Bordiga.

« A queste egregie personalità ed agli enti che rappresentano, devo tributare un vivo ringraziamento come debbo ringraziare le amministrazioni pubbliche ed enti privati per la collaborazione data allo scopo di facilitare il compito di farvi onesta e lieta accoglienza.

« Non è questa la prima volta che voi colleghi ci onorate a Venezia. Foste tra noi 19 anni or sono, quando la Sezione Veneta era appena fondata e quando era ancora in costruzione la prima centrale idroelettrica della Regione Veneta, quella da cui Venezia attendeva luce ed energia.

« A voi che ora tornate numerosi, Venezia non offre soltanto l'incanto della natura o il fascino dell'arte meravigliosa o la luce della storia millenaria che torna finalmente a risplendere sopra il mare che fu tutto e non è ancora abbastanza nostro.

« A voi tecnici — Venezia ed il Veneto — offrono anche delle altre attrattive nella visione di un serio progresso e di una grande affermazione nel campo industriale e economico.

« Allora — 19 anni or sono — la prima centrale idroelettrica, per 8000 cavalli, non ancora funzionante — ora dieci grandi centrali in piena attività atte a sviluppare circa 100 000 cavalli, che producono annualmente oltre 300 milioni di kilowattora.

« Ed oltre a ciò un fervore continuo di lavoro nella progressiva esecuzione del grande impianto Piave-San Croce mediante il quale sarà più che triplicata la potenza complessiva e la produzione annuale. Impianto che servirà a raggiungere l'utilizzazione più spinta e più completa del medio tronco del Piave attraverso un serbatoio di 120 000 000 di mc portando l'acqua alla pianura in condizioni di servire all'irrigazione di vastissimo territorio.

« Il Veneto seppe creare un complesso organico di impianti idroelettrici non indegni della vostra attenzione e raggiunte l'intento soltanto per forza di provate iniziative intimamente e sapientemente coordinate, attraverso le maggiori difficoltà della guerra, malgrado l'invasione nemica e superando tutti gli ostacoli del difficile opprimente periodo della ricostruzione.

« Questo fervore di opere feconde ha servito anch'esso a farvi convenire qui da ogni parte d'Italia e perciò, egregi colleghi, consentitemi di ringraziarvi per il vostro intervento anche sotto altra veste che non sia quella di Presidente della Sezione Veneta e di porgervi il saluto dei maggiori esponenti dell'industria elettrica che nella impossibilità di trovarsi presenti mi hanno delegato di rappresentarli.

« Intendo alludere a S. E. il Conte Volpi, anima e fulcro di tutte le iniziative venete, e all'Ing. Achille Gaggia, realizzatore geniale e tenace e direttore della Società Adriatica di Elettricità, intorno alla quale gravita tutta l'industria elettrotecnica della Regione ». (*applausi vivissimi generali*).

Il discorso di S. E. l'On. Sardi.

Tra segni di viva attenzione incomincia a parlare il Sottosegretario ai Lavori Pubblici, S. E. Sardi, che così si esprime:

« Ringrazio l'illustre Presidente dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, l'Eminente Commissario straordinario del Comune di Venezia, e il Presidente della Sezione Veneta dell'Associazione Elettrotecnica del cortese saluto rivoltomi, e saluto l'Associazione e la magnifica città che oggi ci ospita.

« Sono lieto di rappresentare qui il Governo Nazionale e più particolarmente il mio Ministro l'on. Carnazza, che è stato impossibilitato di intervenire personalmente. Il Governo tiene a dar prova dell'assistenza amorosa e fiduciosa che dedica a tutte le nobili imprese, generate dal cervello possente della nostra Stirpe meravigliosa, e che costituiscono un elemento di collaborazione per l'opera di ricostruzione e di rigenerazione del Paese, di cui il Governo si è assunto con fervida fede il compito arduo.

« Io non sono un tecnico, ma conosco qualcuna delle questioni che la Associazione Elettrotecnica persegue, e quindi sono lieto di poter dichiarare che il Governo seguirà con diligenza i vostri lavori ed accoglierà con interesse i risultati del dibattito che sta per iniziarsi, e saprà studiare ed apprezzare i voti che da Voi saranno espressi.

« Perchè il Governo non vuole isolarsi, ma intende esser vicino e alla massa magnifica della nostra gente lavoratrice, e alla eletta schiera degli intellettuali che perpetuano la gloria creatrice del genio italico.

« Noi apprezziamo, incitiamo questi Congressi, queste assise del pensiero, e vogliamo che dal Paese venga una collaborazione di spiriti, di volontà e di energie, al Governo, perchè esso possa continuare nella sua marcia di rinascenza.

« Il saluto che il Presidente dell'A. E. I. e il Prof. Giordano hanno rivolto all'Uomo che tiene in pugno le sorti della Patria nostra ci è sommamente gradito, perchè dimostra che ogni giorno di più il consenso libero e sincero di tutto il Paese, conforta l'opera e le iniziative del nostro amato Duce.

« Voi avete ricordato le vicende di Venezia nella storia ed il tormento della nostra generazione chiamata dal destino all'alta missione. Io voglio ricordare con grata ammirazione la patriottica serenità di Venezia, di questa magnifica città che offriva le sue cupole d'oro, le sue case, i suoi cuori, le sue vite, per la resistenza contro il nemico.

« Venezia non ha mai dimenticato la sua gloria ed ha sempre trovato giovani energie per rinnovarla nei tempi. Non dobbiamo tacere che altre battaglie dovremo forse combattere perchè l'Italia conquisti il suo avvenire. La Nazione dovrà educarsi in modo da esser sempre pronta ad eventuali sacrifici. (*Applausi vivissimi*).

« Signori, il consenso che Venezia dava ora è tre mesi al nostro Presidente nella sua magnifica Piazza di S. Marco, in questo stesso Palazzo Reale, in questa stessa sala napoleonica, si è rinnovato oggi nel Vostro applauso. Conosciamo la nostra dura missione di Governo, ad essa dedichiamo tutte le nostre forze. E sappiamo che il popolo tutto ci conforta della sua solidarietà.

« Il Leone di San Marco continuerà nella sua luce magnifica, accanto all'aquila di Roma, la marcia meravigliosa per il mondo, per la nuova civiltà latina. Sono questi i destini che ci attendono: nulla possiamo per essi negare, tutto dobbiamo dare perchè essi si compiano (*applausi calorosi, unanimi*).

« In nome di S. M. il Re dichiaro aperto il XXVIII Congresso dell'Associazione Elettrotecnica Italiana ».

Con ciò la cerimonia inaugurale è finita. S. E. Sardi e le altre autorità si congedano dalla presidenza del Congresso, e s'iniziano i lavori.

*

Applicazioni dell'energia elettrica all'agricoltura

Sala Napoleonica - 30 settembre 1923.

Del Buono apre la 1ª seduta tecnica dando la parola agli Ingg. Civita, Vismara e Revessi perchè diano delle spiegazioni sulle note da loro presentate, e che verranno discusse nella prossima seduta.

Civita: Il problema dell'elettificazione agricola, cioè dei collegamenti tra elettricità ed agricoltura, non è nuovo, ma venne già posto in Italia circa 25 anni fa. Ebbe piccole applicazioni allora, perchè non si sentiva il bisogno di intensificare la produzione agricola, dato che il problema dell'alimentazione non dava preoccupazioni per la facilità degli scambi. La guerra avendo sospese le grandi forniture della Russia, ha richiesto altrove una forte intensificazione della produzione dei cereali. In America questa necessità ha dato luogo a grandi impianti di sollevamento delle acque; ciò avvenne anche in Francia e ormai tutte le nazioni studiano la questione sotto il patrocinio di associazioni elettriche ed agricole.

Da noi il problema ha maggiore importanza che altrove, perchè se, mentre sotto il periodo in cui Roma fu capitale del mondo, gli abitanti della penisola non ammontavano che ad 8 milioni e quindi la produzione di cereali era tale da permettere anche l'esportazione, il successivo aumento della popolazione ha richiesto un congruo aumento di produzione, cui si è provveduto in un primo tempo col lavoro di disboscamento per aumentare la superficie coltivabile (disboscamento che, compiuto irrazionalmente e senza criterio, ha recato più danni incalcolabili); e quando neppure ciò poteva bastare, ha condotto fatalmente a dover ricorrere alle importazioni per provvedere al nostro sostentamento. Se queste non furono molto notevoli ante-guerra, diventano onerose oggi con l'aumento del consumo individuale che ha caratterizzato questo periodo post-bellico. Lo sbilancio agricolo, e quindi questa necessità di provvedere all'estero per quello che non si produce noi stessi, non ci permettono di raggiungere il pareggio commerciale. Un rimedio a questa condizione sarebbe quello di sfruttare maggiormente le terre, specialmente in certe regioni dove vasti territori non rendono quasi nulla all'economia nazionale

(circa il 20 % della nostra superficie). Nel Veneto è già stato fatto parecchio per migliorare il rendimento delle terre incolte; nel Mezzogiorno invece vastissime regioni ove impera il latifondo sono ancora allo stato agricolo primitivo.

L'industria elettrica molto può fare in soccorso dell'agricoltura. La caratteristica delle terre incolte è di avere o troppo poca o troppo acqua. Regolarne il deflusso, regimarle, rendersi padroni di esse per farle scolare rapidamente dove impantanano, per sollevarle dal suolo e irrigare dove mancano, è il compito affidato all'industria elettrica, compito grandioso che risolverebbe la maggior parte delle difficoltà in cui si dibatte il problema agricolo per la sua maggior produzione.

Vi sono regioni d'Italia — ad esempio il Centro, il Sud e le Isole — che vengono ritenute generalmente come aride, il che non è vero in senso assoluto. Solamente che le precipitazioni sono mal regolate e piove precisamente quando meno se ne avrebbe bisogno. Si ha quindi il fenomeno di ricche falde freatiche le quali vanno poi a formare impaludamenti a valle in prossimità del mare.

Il problema si delinea in questo caso con l'opportunità di usufruire di bacini montani, e di pompare le falde in basso. Di ciò si ha già qualche esempio in Italia, come nel Tirso, in Sardegna, nell'alto Belice e nella piana di Catania, in Sicilia, in cui i serbatoi non servono tanto per l'elettricità, quanto per l'agricoltura. Ed è onorevole per noi ed esempio illuminato per gli altri il fatto che questi importanti impianti sono stati eseguiti da Società Elettriche. Quindi la A. E. I. ha un campo di azione pur senza invadere il campo agricolo.

In Francia il Governo si è interessato della questione ed ha concorso con fondi alle applicazioni elettroagricole, ma in Francia manca la mano d'opera perchè la popolazione non aumenta e tende per di più a riunirsi nelle città. L'elettricità nell'agricoltura deve sopperire a questo, più che migliorare la produzione.

In Germania, invece, il problema si considera anche dal punto di vista del miglioramento della produzione.

Uno dei più grandi inconvenienti che si riscontra nell'Italia del Sud è dato dal fatto che la popolazione, a causa della insalubrità delle campagne, preferisce vivere nei grandi centri, recandosi ogni mattina nei campi. Rendere possibile la vita là dove oggi impera la malaria è, oltre che opera umanitaria, anche demografica; diffondere l'energia nelle campagne vuol dire sviluppare la grande e la piccola industria agricola, come del resto oggi già avviene nel Veneto con gli zuccherifici e può avvenire in altre regioni con le conserve alimentari. Altro vantaggio sarà quello di sfollare le città, oggi aggravate da una eccessiva popolazione.

Venticinque anni fa v'era il problema della elettrificazione delle industrie che allora marciavano esclusivamente a carbone. Agli inizi, l'elettricità si è trovata in concorrenza con la macchina a vapore, poi si è visto il vantaggio di frazionare la forza motrice cosicchè adesso nello studio degli stabilimenti si parte del concetto del motore elettrico per ogni macchina o gruppo di macchine. Altre industrie sono nate basandosi completamente sull'elettricità, come quelle elettrochimiche e dei forni elettrici. Lo stesso avverrà nell'agricoltura. Sino a poco fa, si ammetteva il motore elettrico solo per la trebbiatura, ora si tende a studiare l'applicazione del motore elettrico alle singole macchine agricole.

Nello studio di queste bisognerà porre molta cura per evitare gli insuccessi. L'elettrotecnica dovrà pure studiare il problema dell'allacciamento delle singole utenze.

Queste si possono considerare come divise sostanzialmente in tre grandi categorie, per quanto sia difficile darne gli esatti limiti:

- 1) Utenze che sostituiscono il motore elettrico a quello termico od animale, per particolari applicazioni, e desiderano l'illuminazione elettrica;
- 2) Utenze che desiderano elettrificare molteplici operazioni agricole per migliorarne le condizioni, per effettuare parziali trasformazioni culturali, per meglio godere dei loro mezzi d'opera;
- 3) Utenze che intendono trasformare vaste zone, oggi improduttive di coltura, per la loro bonifica integrale, nelle quali l'elettricità deve considerarsi come il mezzo essenziale per iniziare e portare a compimento la trasformazione, per creare le condizioni ambientali di vita atte al successivo appoderamento del terreno, e che resterà poi in forma più o meno ridotta per la continuazione della gestione.

Il Governo ha dato sussidi per la ricerca delle acque ma occorre che si iniziino dei seri studi sulle falde freatiche, studi che saranno anche di massima importanza per l'elettrotecnica.

Questi sono i problemi; la loro soluzione, però, non è facile. Il problema economico del latifondo è stato risolto nel Veneto dai Consorzi; ma questi non servono nel sud d'Italia, dove hanno dato cattivi risultati. In quelle regioni occorrono enti che lavorino la terra e la trasformino in modo da rendere possibile agli agricoltori di lavorarla. Per le bonifiche, bisogna modificare anche la legislazione troppo ricca di leggi non coordinate fra loro e quindi sterili di risultati pratici.

Dato che il tempo stringe, accennerò solamente alla applicazione dell'elettricità per il miglioramento della produzione agricola di alcune zone. Si tratta di un problema economico assai difficile, più a causa delle linee e delle cabine, che del costo dell'energia. Nel caso dell'acqua anche se l'energia è cara, v'è sempre la convenienza di sollevarla perchè l'acqua permette una produzione agricola ricchissima, che può pagare il maggior costo, ma nel caso del miglioramento della produzione ci si trova davanti alla difficoltà che molte aziende non sono in grado di acquistare il macchinario e di sfruttarlo com-

pletamente. Occorrono, quindi, degli enti che comperino macchine e facciano linee per uso agricolo, curando anche l'agricoltura al fine di aumentare i propri cespiti e poter così corrispondere l'interesse del capitale che altrimenti sarebbe difficile avere, dato il tipo di consumo richiesto dall'agricoltura, che utilizza malamente il kilowatt per un numero di ore limitate, pur avendo punte rilevanti. Questi enti che forniscono persone, macchine ed energia sarebbero oltremodo utili nell'Agro romano.

V'è infine il problema delle piccole utenze singole che si vanno molto diffondendo specialmente per piccole pompe e piccole macchine. In America si hanno molti esempi; e, dato che il vantaggio per l'utente è grande, gli si fa pagare la maggiore spesa che causa al distributore, per l'impianto di linee nelle campagne. Da noi il sistema non è molto diffuso, e quindi non si hanno ancora tariffe speciali, ma l'agricoltore vuol pagare poco l'energia, e quindi il distributore deve caricare sugli altri utenti le maggiori spese, ciò che non è equo. Da ciò la necessità di studiare anche questi argomenti squisitamente elettrici.

Questi problemi che debbono essere studiati e che spero verranno discussi nelle venture sedute, e spero che da queste riunioni escano voti per il Governo che ci consta essere pronto a studiare la questione.

Del Buono: Civita ha fatto una prolusione al problema da discutersi. Ora anche Vismara parlerà in modo generico della questione.

Silva: Riterrei opportuno che, oltre alla comunicazione Vismara, si avesse oggi anche la comunicazione Revessi che è in antitesi con la comunicazione Civita: si potranno così raccogliere tutti gli elementi necessari per una proficua discussione.

Del Buono: Sta bene la proposta Silva, e, dopo Vismara, avrà la parola Revessi per la sua comunicazione.

Vismara: L'arginatura dei fiumi, e i grandi impianti idrovori sono problemi uniti all'agricoltura. Una volta provato di quale utile possono essere le applicazioni elettriche alle bonifiche, converrà impiegarle anche nel caso in cui l'utilità non sembri immediata.

Una volta si facevano solo impianti allo scopo di fornire energia ora si cerca di unirli anche l'utilizzazione delle acque a scopo agricolo specialmente nel Mezzogiorno. Anche però nell'Italia Settentrionale non si hanno più acque disponibili, e quindi bisogna studiare la possibilità di fornir nuove acque all'agricoltura.

V'è inoltre l'acqua che si trova nel sottosuolo che può essere in taluni casi più utile di una miniera di carbone; ma per il suo sfruttamento occorre che intervenga il legislatore perchè attualmente vi sono leggi che non convengono allo scopo.

Questi sono i due problemi più importanti per l'economia nazionale. La Basilicata e la Puglia hanno centosessantamila ettari da irrigare. La Sicilia centomila, ciò che vuol dire molti miliardi che si possono ricavare da terreni che attualmente non rendono quasi nulla ettaro, dopo l'irrigazione renderanno da 4 a 5000 lire per ettaro, e conseguentemente dove ora basta un uomo ce ne vorranno da 15 a 20. Questi sono i problemi fondamentali che spero la A. E. I. studierà in modo completo e che interessano prima noi, poi il legislatore. La bonifica è il problema fondamentale dell'economia nazionale che permetterà lo sfruttamento del sole e della terra, ricchezze che ci possono compensare largamente della povertà del sottosuolo. In questo modo si impiegherà anche molta mano d'opera che è una altra ricchezza del nostro paese. Proporrà di votare in altra seduta un ordine del giorno in proposito.

Revessi: Essendo il terzo oratore sull'argomento cercherò d'essere brevissimo, anche perchè gli interessati hanno probabilmente già letto quanto fu scritto in proposito. È lieto che Civita abbia chiarito il suo pensiero nella seconda memoria presentata; deve però dichiarare di non esser pronto alla discussione non avendo ancora letto detta seconda memoria, dato che non supponeva che si iniziasse così presto. Civita ha considerato specialmente il problema per l'Italia Meridionale e insulare, mentre io ho pensato al Veneto dato che il Congresso aveva qui la sua sede.

Il latifondo data la mancanza di capitale e date altre cause, richiede un ente che disponga delle terre a mezzo di speciali leggi; ma nelle nostre regioni, dove la bonifica è già fatta in parte, e dove l'ente distributore per la natura delle cose dovrebbe occuparsi d'agricoltura, non mi sembra utile che intervengano nuovi organismi a intralciare i Consorzi già esistenti.

Importa assai la questione della rapidità d'esecuzione delle opere, perchè una grave questione è quella di portar l'energia all'utente dato il costo delle linee. Se l'elettrificazione è condotta in modo rapido, questo carico risulta meno grave di quello che sarebbe nel caso di operazioni lente. Purtroppo nel campo tecnico si è ancora indietro nel risolvere queste difficoltà, occorrendo reti specialissime per questi scopi come risulta anche da una memoria francese da poco uscita. Si propongono reti col ritorno per la terra che risultano nocive specialmente ai telegrafisti. Vi sono poi molti altri problemi che solo una lunga esperienza risolverà; occorrono quindi delle vaste prove che ne agevolino la soluzione.

Nella regione veneta al contrario di quello che si ha nel Meridionale, vi è anche una grande densità di popolazione agraria, e quindi l'introduzione dell'energia sarà assai utile, permettendo l'impiantarsi delle piccole industrie.

Queste sono le mie opinioni: è dolente però di non conoscere il contenuto della seconda nota Civita e di non poter quindi rispondere a quanto ivi contenuto.

Del Buono: Ringrazia Revessi e dato che il problema risulta così impostato in modo da facilitarne la discussione, rimanda la seduta a domani.

(Continua).

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

Sugli impianti ad altissima tensione**Relazione e discussione sulle memorie presentate alla Conferenza Internazionale di Parigi.****Verbale della 7ª seduta (20 marzo 1924)**

Emanueli: L'Ing. Semenza è spiacente di non aver potuto presiedere questa sera la nostra riunione e mi ha pregato di sostituirlo. Invito il Prof. Barbagelata a continuare lo svolgimento del nostro programma.

Barbagelata: Sui metodi per impedire le scariche elettriche a terra degli impianti ad altissima tensione si è avuto una sola memoria a Parigi, dovuta all'Austin e molto interessante (1). In essa si studia il modo con cui si producono gli archi verso terra per la trasformazione di effluvi che si possono assimilare ad un conduttore di resistenza variabile caricante varie capacità in derivazione. In condizioni ordinarie l'effluvio non può allungarsi oltre a un certo limite a causa del consumo d'energia che avviene nel suo interno, ma col crescere della frequenza si ha un aumento di corrente che provoca una diminuzione di resistenza dell'effluvio stesso. Così si perviene all'arco verso terra, quando lungo la linea si propaga anche semplicemente un treno di onde ad alta frequenza, non troppo smorzato.

La memoria tratta poi dell'influenza sul fenomeno della energia concatenata in forma elettrostatica alla linea, e conclude che coll'aumentare della lunghezza della linea e della tensione cresce il pericolo di archi a terra. L'autore con un paragone meccanico mostra come le lunghe linee danno luogo con facilità a treni d'onde poco smorzate benché di non grandissima frequenza; passa poi ai metodi di protezione, alcuni dei quali non sono però adottabili in pratica. Ad esempio propone di sezionare le grandi linee frapponendo delle centrali con trasformatori di entrata, motori sincroni che comandano alternatori e trasformatori di uscita. Si può anche ridurre la lunghezza equivalente delle linee a mezzo di reattanze verso terra ma ciò implica una perdita di energia.

L'Austin propone infine il suo nuovo sistema «repressore». Si tratta di disporre nelle zone dove gli affluvi sono pericolosi dei conduttori sporgenti e protetti con materiale isolante che alterino il campo elettrostatico, senza permettere la formazione degli effluvi stessi. Ciò è realizzato a mezzo di sporgenze conduttrici ricoperte di materiale isolante. L'autore non dà dettagli sull'esecuzione pratica del sistema; espone però anche con fotografie i risultati ottenuti, sia con isolatori rigidi, sia con catene di sospensione in cui venne impedita la formazione di archi nelle vicinanze dell'isolatore. Alcune figure mostrano poi l'esistenza attorno al conduttore presso gli isolatori di specie di gabbie di cui però non si danno spiegazioni. L'autore afferma che il nuovo metodo rivoluzionerà gli impianti ad alta tensione.

L'assenza da Parigi dell'autore non permise alla discussione di svilupparsi.

Emanueli: Quanto ci ha comunicato il collega Barbagelata è interessantissimo e ci mostra che con l'alta frequenza si hanno archi assai più lunghi che con la bassa. Ci mostra anche molto chiaramente il meccanismo con cui avviene l'allungamento della scarica. Io credo che anche in un dielettrico solido possa avvenire qualche cosa di simile.

L'effluvio, specialmente alle frequenze elevate, consuma energia sufficiente a carbonizzare in contatto cogli elettrodi il dielettrico, il quale diventa così per un breve tratto conduttore e costituisce come un prolungamento degli elettrodi stessi: per tal modo il fenomeno continua e la carbonizzazione si avanza rapidamente. Ciò si riscontra, ad esempio, in modo evidente, con scariche superficiali ad alta frequenza sull'ebanite.

Quanto al nome di repressori dato agli apparecchi proposti non mi sembra appropriato: in realtà si tratta di controlli elettrostatici isolati.

Campos: L'esposizione è stata interessantissima ma non credo che il metodo potrà modificare profondamente gli impianti attuali. Lo studio degli effluvi è importantissimo per la prevenzione degli archi a terra; ritengo però che allo scopo servano assai bene tutti i dispositivi che tendono ad impedire la formazione delle sovratensioni nel circuito.

Probabilmente i dispositivi a gabbia servono solo a diminuire la dispersione superficiale aumentando il raggio del conduttore.

Allo scopo di protezione i dispositivi dall'autore possono certamente venire molto variati (forme ad anello).

Attualmente in Germania e in America si studia assai la scarica nei dielettrici, particolarmente in quelli solidi; ed i lavori recenti dello Steinmetz, di Hayden e di Wagner sull'argomento, fanno prevedere che prossimamente la tecnica possa avere notevoli vantaggi

pratici e, forse subire alcune sostanziali modificazioni come frutto di tali ricerche e di altre. Sulla questione mi propongo di tornare in altra occasione.

Della Verde: Molto opportunamente Campos fa rilevare la differenza tra i vari dispositivi di assorbimento e il sistema repressore dell'Austin perchè con i primi si eliminano le sovratensioni, mentre col secondo esse, non potendo scaricarsi lungo le linee, possono forse arrivare fino ai trasformatori.

Norsa: Credo che gli studi di cui trattasi siano stati fatti particolarmente nell'occasione della trasformazione di una linea, già costruita per 150 kV, e che alcuni anni or sono venne deciso di portare a 220 kV. Si temeva che le distanze verso terra risultassero insufficienti e si studiò il modo di evitare la formazione degli archi a terra, in quei punti nei quali la loro formazione era più facile. Sulla linea di cui trattasi, i repressori non mi sembra siano poi stati impiegati; sono però in esperimento in alcuni impianti degli Stati centrali (Ohio, Michigan) per impedire le scariche nei punti che si sono dimostrati più soggetti a questo inconveniente.

Barbagelata: Il sistema proposto, secondo l'Autore, è migliore del solito anello di guardia.

Emanueli: Sarebbe interessante studiare se la ragione per cui le scariche sono frequenti dove la linea fa degli angoli stia nel fatto che ivi per l'effetto delle punte si producono degli effluvi; da essi infatti viene trasportato a qualche distanza un valore notevole del potenziale e quindi ne derivano scariche verso terra.

Prego ora l'Ing. Soldini di esporci la sua relazione sulla prevenzione delle sovratensioni, e sulla propaganda contro i pericoli della elettricità.

Soldini: Il Sig. H. M. Towne della Delegazione Americana ha presentato alla Conferenza di Parigi un rapporto sulla protezione contro i fenomeni di sovratensione nei circuiti elettrici.

Nella prima parte sono esaminate le cause alle quali si devono attribuire le sovratensioni riassumendole in quattro principali:

- 1) Scariche dirette del fulmine sul circuito elettrico;
- 2) Cariche indotte da fulmini vicini e lontani al circuito o dovute a nuvole fortemente caricate poste sopra al circuito stesso;
- 3) Graduali accumulazioni di elettricità statica in seguito a tempeste di neve, di grandine o di sabbia.
- 4) Perturbazioni interne al circuito stesso, quali fenomeni dovuti all'apertura e chiusura di interruttori, improvvise variazioni del carico, condizioni di risonanza e specialmente archi a terra.

Non c'è dubbio che tra le perturbazioni di origine atmosferica, le scariche dirette del fulmine sulle linee sono le più gravi, ma per fortuna sono anche relativamente rare.

Molto più frequenti sono le sovratensioni dovute a fenomeni di induzione elettrostatica ed elettromagnetica; le prime assai più notevoli delle altre. Possono interessare grandi masse di energia e ne risultano sulle linee scariche locali di isolatori oppure onde viaggianti con eventuali fenomeni di riflessione.

Meno importanti sono gli effetti di gradualità accumulazioni di elettricità statica perchè la quantità di energia in giuoco è assai minore.

Le perturbazioni interne infine dei circuiti elettrici sono forse le più complesse e le più difficili da studiare. Tra gli effetti sono da notarsi onde a fronte ripida, fenomeni ad alta frequenza, onde stazionarie o viaggianti, oscillazioni, ecc.

Il problema della protezione contro le sovratensioni è duplice. Impedire in primo luogo per quanto possibile il formarsi di fenomeni anormali e perciò occorre costruire razionalmente le linee, provvedere per le linee aeree fili di guardia connessi alla terra, installare macchine ed apparecchi scelti in modo appropriato e ben costruiti, ed infine usare opportune cautele nell'esercizio. In secondo luogo al presentarsi di una perturbazione di sovratensione, cercare di eliminarla o di ridurla quanto più presto possibile onde non abbia ad arrecare danni.

L'autore crede che a questo servano bene gli scaricatori e nello studio di tali apparecchi considera:

- 1) La tensione di inizio della scarica;
- 2) La capacità di scarica;
- 3) La possibilità di efficace scarica senza però dispersione della corrente di linea se non al più per un tempo corrispondente a due o tre periodi della frequenza di esercizio;
- 4) La prontezza nell'eliminare le onde a fronte ripida;
- 5) La possibilità di scariche successive o multiple.

È ovvio che la scarica deve avere inizio ad un valore della tensione che deve potersi aggiustare con quanta maggiore esattezza possibile e deve essere compreso tra quello della tensione normale di linea e quello della tensione di isolamento del circuito.

La capacità di scarica è uno dei requisiti principali di uno scaricatore. Se una grave perturbazione di origine atmosferica si producesse in un circuito, può essere in giuoco una enorme massa di energia. Quando essa si sposta in forma di onda alla velocità della luce ed incontra uno scaricatore connesso tra la linea e la terra, questo, per essere efficace, deve poterla assorbire in brevissimo tempo. Per conseguenza dovrebbe essere piccola la resistenza inserita tra la linea e la terra.

Se si considera però il terzo fattore sopraricordato riguardante la dispersione della corrente dinamica o di linea che deve ridursi a zero in meno di due o tre periodi dopo la scarica, allo scopo di ottenere un funzionamento dolce dello scaricatore ed evitare la causa di altre gravi perturbazioni nel circuito, si deduce che la resistenza in serie dovrebbe essere notevole e certo parecchie volte più grande di quella corrispondente ad una soddisfacente capacità di scarica.

(1) Vedasi il riassunto della memoria dell'Austin a pag. 64, questo anno.

Le due condizioni sono diametralmente opposte, e per conseguenza uno scaricatore semplicemente formato da una capacità e da una resistenza in serie non potrà raggiungere lo scopo desiderato, ma sarà necessario avere invece un dispositivo che con un funzionamento che potremmo paragonare a quello di una valvola, possa soddisfare per quanto possibile ad entrambe le citate condizioni.

Dato che la maggioranza dei fenomeni di sovratensione si presenta sotto forma di onde a fronte rapida, è evidente la necessità che un buon scaricatore possieda la qualità di poterle eliminare con prontezza od in altre parole che sia atto a funzionare senza ritardo di scarica nel dielettrico. Questo dipende dalla forma e dalle dimensioni degli elettrodi che possono essere scelti in modo da non presentare apprezzabile ritardo di scarica ed è noto che gli elettrodi a sfere opportunamente dimensionate rispondono a questa condizione.

Il quinto requisito infine desiderato in uno scaricatore, è che esso possa adattarsi a scariche ripetute. Ricerche recenti hanno dimostrato infatti che gran parte delle perturbazioni di sovratensione sono multiple nella loro natura, cosicchè l'importanza di questo fattore è notevole.

Tali le qualità principali che gli apparecchi di protezione contro le sovratensioni devono possedere. Secondo l'autore esse sono in modo speciale presentate da un tipo di scaricatore noto col nome di scaricatore a pellicola d'ossido (Oxide film lightning arrester) che in questi anni ha trovato estesa applicazione in moltissimi impianti americani.

L'ultima parte del rapporto tratta appunto dettagliatamente degli scaricatori a pellicola d'ossido. Non è il caso di descrivere qui questi apparecchi ormai ben noti. Essi sono del tipo a rigenerazione ed hanno l'attitudine di ripristinare automaticamente l'isolamento dopo che una scarica disruptiva ha avuto luogo. Hanno perciò caratteristiche non molto dissimili da quelle degli scaricatori a elettrodi di alluminio, ma presentano il vantaggio di non richiedere la carica giornaliera, di poter aggiustare con maggiore esattezza la tensione di scarica, di un minore ingombro e peso, ed infine di una maggiore sicurezza di esercizio. Essi vengono costruiti per tensioni da 440 a 165.000 volt, per installazione all'interno ed all'esterno, ed hanno avuto in pochi anni una grande diffusione con risultati ottimi.

Questo il rapporto del Sig. Towne.

Come potevasi d'altra parte prevedere, la discussione alla Conferenza di Parigi ha messo invece in evidenza un orientamento contrario agli scaricatori.

Certo sul problema della protezione contro le sovratensioni le opinioni sono notevolmente discordi.

Che gli scaricatori a corna non rispondano bene allo scopo sembra ormai indiscusso. Gli scaricatori a rigenerazione, elettrolitici o a biossido di piombo sono senza dubbio di geniale ideazione e di razionale funzionamento, ma mentre in America sono stati e sono applicati su vasta scala, in Europa non hanno trovato diffusione.

Mi sia concesso di ricordare che avendo avuto recentemente occasione di visitare parecchi tra i maggiori impianti degli Stati Uniti e di intrattenermi cogli ingegneri preposti al loro esercizio, notai nella maggioranza una caratteristica identità di vedute in merito a tali scaricatori, ritenuti efficaci tanto da non volervi rinunciare, pur convenendo che non offrono protezione assoluta. E infatti sono integrati in generale dalla messa a terra del neutro, e in casi d'eccezione da sistemi di assorbimento a capacità e resistenza (high frequency absorbers). (1)

Non manca però anche in America chi non è favorevole agli scaricatori e per esempio sulla costa del Pacifico i tecnici della Southern California Edison Company e della Pacific Gas and Light Company hanno in parte rinunciato agli scaricatori per i loro impianti e non solo rispettivamente per le linee del Big Creek funzionante dal maggio scorso a 220.000 volt o per quelle del Pit River già equipaggiate per la stessa tensione, ma anche per esempio per la importantissima rete intorno a S. Francisco a 110.000 e 70.000 volt. È vero che la California, paese tanto fortunato sotto molti punti di vista, lo è anche per quanto riguarda le perturbazioni atmosferiche, ma nondimeno la cosa è rimarchevole e sintomatica.

A Parigi, come ho detto, si è manifestata nettamente la tendenza generale a sopprimere le protezioni contro le sovratensioni. Il Dott. Roth della Delegazione Svizzera è stato forse l'assertore più esplicito e più autorevole di questa tendenza. Egli giunse fino ad infrimare l'efficacia delle bobine di induttanza che pure ancora oggi vengono installate in molti nuovi impianti.

La protezione contro le sovratensioni va ricercata nel migliore isolamento delle linee e degli apparecchi ed in modo speciale dei trasformatori, gli avvolgimenti dei quali secondo nuovi criteri conviene siano sottoposti ad una prova di impulso con onde a fronte rapido. Va ricercata inoltre nei fili di guardia connessi alla terra, nei dispositivi di riduzione automatica della tensione dei generatori in caso di perturbazioni, e, almeno nel campo delle tensioni medie comprese cioè tra 30.000 e 100.000 volt e per linee non eccessivamente lunghe, nella bobina di Petersen, sia nella sua forma originale, sia nella modificazione dell'Jonas.

In questi ultimi anni la bobina di Petersen è stata applicata in molti impianti d'Europa e si hanno sufficienti dati di osservazioni e di prove che ne confermano l'efficacia. Recentemente essa ebbe a trovare applicazione anche in America; l'Alabama Power Company

che possiede un vasto sistema a 44.000 e 110.000 volt equipaggiato ed esercitato con vedute modernissime, ha installato una bobina di reattanza tra neutro e terra di una parte della sua rete a 44.000 volt e i primi risultati di esercizio sono stati soddisfacenti e tanto più da ricordarsi in una regione come l'Alabama dove le perturbazioni atmosferiche sono frequenti e gravi.

Per le altissime tensioni non è più nemmeno da consigliarsi la bobina di Petersen e conviene senz'altro connettere direttamente il neutro del sistema alla terra. È noto del resto che le linee ad altissima tensione, probabilmente per il loro elevato isolamento, e per lo smorzamento dovuto all'effetto corona, sono meno sensibili alle perturbazioni di sovratensione che non le linee a tensioni medie.

In conclusione mi parve confermato alla Conferenza di Parigi che, come ebbe a scrivere l'egr. Prof. Lombardi sull'*Elettrotecnica* nel suo ben noto studio su questo argomento, allo stato attuale della tecnica, per il problema della protezione degli impianti contro le sovratensioni non si ha ancora una soluzione unica di carattere generale.

Gli americani, che nel campo delle alte tensioni hanno senza dubbio la più larga esperienza, ritengono che la soluzione più soddisfacente sia data dagli scaricatori a rigenerazione uniti ai fortissimi isolamenti ed alla messa a terra del neutro.

In Europa, mentre si vanno abbandonando apparecchi di protezione che appaiono inadeguati allo scopo e ai quali forse si è attribuito troppo a lungo soverchia importanza, vediamo ora una tendenza a risolvere il problema senza scaricatori e usando reattanze tra neutro e terra, pur seguendo gli americani nel migliorare gli isolamenti e in certi casi nella messa a terra franca del neutro.

Probabilmente i diversi sistemi possono integrarsi a vicenda, mentre è lecito attendere che gli studi teorici e sperimentali dei fenomeni e i risultati della pratica portino anche in questo campo a soluzioni ancor più soddisfacenti.

Campos: Nella moderna tendenza ad abolire le protezioni si va, forse, esagerando e contro tale esagerazione è recentemente insorto il Creighton, una delle maggiori autorità americane sull'argomento. Certamente il caso delle altissime tensioni (100.000 volt e più) è nettamente differente da quello delle tensioni minori in cui l'impiego di qualche protezione riesce utilissimo e, spesso, indispensabile.

Soldini: Il secondo tema della mia relazione, riguarda la propaganda contro i pericoli della corrente elettrica.

Il Sig. I. G. Bellaar Spruyt, Presidente della Associazione fra i Direttori di Imprese Elettriche dell'Olanda ha presentato alla Conferenza di Parigi un breve rapporto in merito a studi ed esperienze fatte nel suo paese per ridurre gli accidenti dovuti agli impianti elettrici mediante una opportuna educazione del pubblico sui pericoli dell'elettricità.

Per ovvie considerazioni l'autore crede che questa educazione debba farsi già nella scuola e rende noti alcuni tentativi in questo senso fatti in Olanda per iniziativa di una apposita Commissione all'uopo nominata e composta di tecnici e di educatori.

Sembrò che lo scopo potesse essere meglio raggiunto con l'aiuto di opportune tavole illustrative di semplice e facile comprensione. Ne furono pubblicate di due tipi, che non hanno però ben corrisposto allo scopo: le une destinate a spiegare i principali fenomeni dell'elettricità non riuscirono accessibili a giovani menti del tutto digiune delle più elementari nozioni della tecnica; le altre destinate a colpire la fantasia dei ragazzi cercando di materializzare ai loro occhi il pericolo dell'elettricità per mezzo di fantastiche idre, mostri, demoni, ecc., risultarono di effetto ridicolo e, in alcuni casi, anche negativo, essendo talora i ragazzi meglio attirati verso il pericolo.

La Commissione citata sta ora studiando altri metodi per la soluzione del problema proposto che non è semplice né facile.

Il rapporto che ho brevemente riassunto può considerarsi del tutto preliminare, ma ha un certo interesse perchè ha reso noto un notevole tentativo concreto in questo campo, che merita pure l'attenzione degli elettrotecnici.

Emanueli: Ringrazio il collega Soldini e dò la parola all'Ing. Campos per il riassunto delle relazioni riguardanti misure.

Campos: Le questioni riguardanti misure sono state, alla Conferenza di Parigi, oggetto di due rapporti: l'uno del Bouchérot «Sui metodi attuali di determinazione delle correnti di corto circuito nelle reti a corrente alternata», l'altro mio, «Sulle misure ad altissima tensione». Comincerò da questo, lasciando per ultimo quello del Bouchérot, che più si presta ad una discussione.

Ad inviare un Rapporto sulle misure ad altissima tensione, io ero stato indotto da ciò, che in analogo rapporto alla precedente Conferenza di Parigi, del 1921, l'Ing. Legros (relatore su tale argomento) aveva posto la questione dell'installazione dei posti di misura sul lato bassa tensione dei trasformatori elevatori od abbassatori tenendo conto col calcolo o con una convenzione del rendimento degli stessi. Analoghe osservazioni faceva per il caso di lunghe linee di trasporto, quando l'installazione del posto di misura non possa effettuarsi nel luogo stesso a cui si riferisce la vendita dell'energia.

Come seguito a ciò, io ritenni opportuno far presente che la questione è stata risolta (Ing. G. Campos, atti dell'A. E. I., gennaio 1913) mediante l'impiego di una disposizione semplicissima di compensazione, applicabile sia ai wattmetri indicatori o registratori sia ai contatori, dipendente dal quadrato della tensione e della corrente e regolabile in ogni caso speciale in proporzione alle perdite nel ferro e nel rame di trasformatori, linee od altro. Si ottiene così che nella misura venga tenuto conto automaticamente e in modo praticamente perfetto del rendimento degli elementi interposti tra il posto di misura

(1) Certo non sono particolarmente adatti a dissipare l'energia delle onde di impulso molto brevi, nè di quelle ad alta frequenza.

e il punto in cui l'energia deve essere misurata. Questa disposizione di cui il funzionamento e l'esattezza sono stati verificati con numerose prove, è già praticamente impiegata con buon risultato.

Evitando l'impiego di trasformatori di misura sulle altissime tensioni (portandoli cioè sul lato bassa tensione) si ottiene una notevolissima riduzione nel costo di tali installazioni di misura, nel quale prepondera appunto il costo dei trasformatori. Particolarmente importante è poi la possibilità di ridurre il numero dei trasformatori di tensione, per il fatto che questi (come giustamente poneva in rilievo il Rapporto del Sig. Iljovici sui relais alla Conferenza del 1921) oltre che costosi sono ingombranti, di costruzione difficile e costituiscono attualmente un punto debole nelle installazioni ad altissima tensione.

In taluni casi, soprattutto per l'alimentazione di relais wattometrici, può però riuscire indispensabile l'impiego di trasformatori di tensione sulle altissime tensioni. Per aumentare in questi casi la loro sicurezza ed impedire ad ogni modo che un guasto negli stessi (p. es., un corto circuito tra spire alta tensione) possa assumere forma violenta e portare ad una interruzione nell'esercizio dell'installazione, è particolarmente utile l'impiego di gruppi di tre trasformatori di tensione monofasi collegati a stella col neutro isolato in sostituzione dell'ordinaria disposizione di due trasformatori collegati a V (per reti trifasi), riproducendo una analoga stella di tensione al secondario. In tal modo al comparire di un guasto tra spire primarie o di un corto circuito secondario in un elemento, gli altri prendono su sé stessi tutta o quasi tutta la tensione primaria, scaricandone l'elemento guasto, il guasto non assume una forma pericolosa per l'impianto, anzi il gruppo può continuare a funzionare senza che gli apparecchi alimentati (voltmetri di linea, wattometri, o relais wattometrici) siano turbati nelle loro indicazioni.

Analogamente quando si desidera anche il numero delle tre tensioni a terra (e insieme l'erogazione di cariche statiche a terra), in luogo degli ordinari tre trasformatori tra fasi e terra è utile l'impiego di gruppi di quattro trasformatori, di cui tre a stella e il quarto tra il centro di questa e la terra, con uguale collegamento dei secondari; si ottiene così anche in questo caso l'effetto di mutua protezione sopra indicata; spesso, quando i gruppi sono più d'uno, basta un trasformatore di terra in comune.

Il costo di questi gruppi è sensibilmente uguale a quello delle ordinarie disposizioni, inferiore anzi per le altissime tensioni, con una molto maggiore sicurezza. Anche i gruppi di quattro trasformatori, dato le loro minori dimensioni, trovano ordinariamente posto nelle celle normali e sono particolarmente adatti poi per le installazioni all'aperto.

La disposizione indicata, oltre limitare l'effetto dei guasti nei trasformatori di tensione, contribuisce pure alla loro prevenzione. A questo ultimo scopo serve pure l'impiego delle resistenze ohmiche di protezione, mentre le valvole fusibili sono destinate soprattutto a proteggere l'impianto e solo in parte a limitare i guasti nel trasformatore. Il funzionamento delle valvole viene assai migliorato quando vengano impiegate unitamente alle resistenze di protezione; il loro effetto di limitazione è però ottenuto in misura generalmente assai maggiore dai gruppi di trasformatori sopra menzionati.

L'insieme di queste disposizioni sembra facilitare notevolmente l'impiego dei trasformatori di tensione sulle altissime tensioni, quando esso sia indispensabile.

Vengo ora al rapporto Boucherot e Lavanchy sulla determinazione delle correnti di corto circuito sulle reti a corrente alternata.

Nel suo rapporto il Boucherot, rammenta anzi tutto che tale determinazione è destinata a fissare la capacità d'interruzione a cui devono corrispondere gli interruttori installati nelle differenti parti dell'installazione; e, si potrebbe aggiungere, a regolare l'azione selettiva, particolarmente i differenti ritardi degli automatici di scatto, come pure a determinare l'eventuale utilità ed i valori delle reattanze limitatrici. Rammenta poi la natura varia del carico, caratterizzato dall'angolo ϕ dalla sua reattanza, carico che può essere ricevitore o generatore di potenza attiva, e ricevitore o generatore di potenza reattiva. Rammenta infine come nel caso, più frequente, di correnti polifasi, convenga per il calcolo delle correnti di corto circuito riferirsi alla tensione stellata dei generatori e alla impedenza, resistenza e reattanza di ognuna delle fasi, senza condutture di ritorno assumendo per la reattanza polifase i noti voti fittizi che tengono conto dell'azione delle altre fasi e di un carico simmetrico. Insiste sul fatto che per i generatori bisogna distinguere lo stato transitorio iniziale, determinato in prevalenza dalla reattanza interna d'indotto, o reattanza di fuga dal regime permanente di corto circuito, a cui si giunge gradualmente per effetto della reazione d'armatura. Si hanno così la *corrente di corto circuito istantanea* (che interessa particolarmente per gli effetti dinamici e che dipende pure dal valore istantaneo della tensione all'atto del corto circuito) e la *corrente di corto circuito permanente* (che interessa particolarmente per gli effetti termici). Altra osservazione è che generalmente si considerano i corti circuiti trifasi, e solo eccezionalmente quelli monofasi o di una sola fase a terra, di cui la trattazione (assai più ardua) è tuttavia indispensabile in alcuni casi, per esempio, di cavi sotterranei, in cui deve inoltre tener conto delle capacità, che usualmente possono invece trascurarsi.

Venendo ai metodi teorici di determinazione delle correnti di corto circuito, il Boucherot rileva che il metodo generale consistente nel tener conto delle caratteristiche tutte (o almeno della resistenza e reattanza) d'ogni singola parte del circuito, benché teoricamente possibile è in generale sostituito, perché troppo laborioso, da metodi più semplificati. Questi possono essenzialmente ridursi a tre: si considerano le sole resistenze ohmiche, oppure le sole reattanze, oppure si assumono i valori delle impedenze, trattandole però algebricamente

anziché vettorialmente. In ogni caso, cioè, la trattazione è quale si avrebbe se il circuito venisse supposto come alimentato da tensione continua anziché alternata. Naturalmente considerando la sola resistenza o la sola reattanza, si hanno per le correnti di corto circuito valori superiori al vero, però con un'approssimazione spesso sufficiente; quando si prendono invece i valori delle impedenze, l'errore può, secondo i casi ed i collegamenti delle varie parti del circuito, essere in più o in meno. L'incertezza sul segno dell'errore fa sì che quest'ultimo metodo è in generale abbandonato.

Ad ognuno di questi metodi teorici fa riscontro un metodo sperimentale, consistente nell'impiego di un modello, cioè d'un insieme di resistenze (fisse o variabili) riproducenti con opportuno rapporto, il sistema che si tratta di studiare, alimentato da tensioni opportunamente ridotte nei punti corrispondenti alle vere alimentazioni e disposto in modo che sia agevole così la esecuzione dei corti circuiti in punti svariati, come la inserzione di uno o più amperometri nei punti ove interessa conoscere l'intensità della corrente di corto circuito. Considerando i soli corti circuiti trifasi, cioè condizioni di equilibrio tra le fasi, il sistema rappresentativo, cioè il modello, può essere a due soli fili.

Nella rappresentazione più completa, ogni circuito è sostituito da un insieme d'impedenze in serie e in derivazione; e particolarmente per le lunghe linee di trasmissione sono opportune le note disposizioni a T e a doppio T dei circuiti equivalenti. In questo caso naturalmente la alimentazione deve farsi a corrente alternata. In modo meno completo, ma altresì meno complesso, si possono trascurare le impedenze in derivazione, impiegando cioè le sole resistenze e reattanze in serie; anche qui con alimentazione a corrente alternata. Metodi sperimentali più semplificati consistono nell'impiego di corrente continua e di modelli costituiti da sole resistenze ohmiche, rappresentanti (come si è detto per i metodi di calcolo o teorici) sia la resistenza ohmica, sia la reattanza sia la impedenza degli elementi corrispondenti del circuito considerato.

Gli Americani hanno molto sviluppato, in questi ultimi anni, l'impiego di tale metodo sperimentale; in taluni casi adottano modelli corrispondenti ad una determinata rete o porzione di rete, ed a condizioni pure determinate di alimentazione; più spesso adottano delle tavole calcolatrici composte di una quantità di reostati e permettenti una quantità di collegamenti atti quindi a riprodurre le più svariate combinazioni di circuiti, di alimentazioni, di scambi e ritorni di energia, corrispondenti alle più differenti condizioni di funzionamento della rete (proiezione).

Dopo aver accennato alla esistenza di modelli trifasi, atti anche allo studio dei fenomeni non equilibrati di corto circuito, il Boucherot conclude facendo rilevare la complessità della determinazione in tale caso particolare ed invitando alla discussione particolarmente sulla questione della corrispondenza fra i risultati del calcolo e quelli delle determinazioni sperimentali fatte sui modelli, come pure sull'esposizione di altri metodi, eventualmente applicati o anche semplicemente proposti.

A tale proposito mi permetterà aggiungere che tale argomento, e particolarmente la determinazione degli errori dovuti all'impiego dei modelli, venne recentemente trattato dallo Schurig al A. I. E. E. e che formò oggetto di una interessante discussione in cui venne ripetutamente espressa l'opinione che la rappresentazione con semplici resistenze ohmiche e con l'impiego di corrente continua, benché assai comoda, dia talvolta risultati troppo grossolani e debba venir sostituita dall'impiego di modelli composti di resistenze e reattanze, alimentati a corrente alternata.

Se tale punto di vista dovesse prevalere, come è probabile, ci si potrebbe altresì domandare (io penso) se non sarebbe utile in alcuni casi una rappresentazione inversa in cui cioè le reattanze fossero rappresentate da resistenze ohmiche, le resistenze da reattanze, conservando quindi inalterate le relazioni di fase, le composizioni di correnti, ecc. Particolarmente nel caso di lunghe linee di trasmissione, infatti, gli elementi ad elevata resistenza sono in numero limitato ed hanno valori invariabili, possono quindi facilmente rappresentarsi con reattanze, mentre le reattanze (in numero assai maggiore e spesso di valore variabile, come nel caso dei generatori) continuerebbero a rappresentarsi con reostati di resistenze ohmiche, probabilmente con vantaggio per la semplicità e l'economia, pur consentendo la molto maggiore esattezza propria dei metodi a corrente alternata.

Emanueli: Ringrazio il collega Campos dell'interessante esposizione e richiamo l'attenzione sulla proposta di costruire a scopo di misura dei modelli di circuiti, in cui le resistenze ed induttanze sono invertite. Infatti la costruzione di grandi induttanze costanti, e quindi senza ferro, è molto difficile e costosa, richiedendo inoltre grande spazio disponibile.

Qualche collega usa da noi questi modelli per il calcolo delle correnti di corto circuito?

Dalla Verde: Ho proposto qualche cosa di simile in una mia memoria, ma non vi sono ancora applicazioni in Italia.

Emanueli: Prego il collega Norsa di riferire sulle sottostazioni all'aperto.

Norsa: I signori H. W. Young e A. Alsaker nella loro memoria «American High Tension Outdoor Substations» distinguono il caso delle piccole dal caso delle grandi sottostazioni all'aperto e sviluppano il loro studio particolarmente nei riguardi delle prime.

1) *Piccole sottostazioni all'aperto.* - La loro costruzione è stata promossa da ragioni di ordine economico, che si sono fatte sentire specialmente negli Stati Centrali e Occidentali. Si è cominciato col

semplificare lo schema, sopprimendo l'interruttore sull'alta tensione e sostituendolo con un load break switch, ossia con un coltello che può essere manovrato sotto un certo carico. Agli scaricatori ad alluminio, usati correntemente nelle stazioni coperte, si sono sostituiti altri scaricatori di tipo più economico. Inoltre si sono soppressi, per quanto è stato possibile, gli strumenti di misura. Questi concetti sono stati applicati alle costruzioni di piccole e medie sottostazioni per potenze da 75 a 3000 kVA e per tensioni di 6600 V e maggiori.

Ciò premesso, gli Autori esaminano alcuni particolari dell'apparecchiatura in uso nelle sottostazioni all'aperto, come coltelli separatori manovrabili sotto carico, scaricatori e valvole per alta tensione.

2) **Grandi sottostazioni all'aperto.** - Le numerose discussioni che si sono avute in passato, avrebbero dimostrato che le grandi sottostazioni all'aperto realizzano una economia sensibile al di sopra dei 66 kV. Invece sotto a 33 kV conviene la sottostazione coperta. Fra mezzo non vi è un limite di convenienza ben definito.

Secondo gli Autori però, il criterio pel quale maggiormente si estendono le costruzioni all'aperto è, più ancora dell'economia, quello della sicurezza, nei riguardi cioè dei pericoli di esplosione di interruttori e trasformatori.

Emanuelli: Ringrazio il collega Norsa della sua relazione.

Della Verde: Esistono in America sottostazioni all'aperto in regioni molto elevate e quindi soggette a forti nevicate?

Norsa: Non so se esistono sottostazioni all'aperto in regioni molto elevate, certamente ve ne sono in regioni molto nevose, per esempio nel Canada. Però la scelta del tipo di sottostazione non è stata dettata da considerazioni climatiche, ma di altro genere.

Emanuelli: Essendo esaurito il programma delle nostre sedute dichiaro chiusa la discussione.

*

Gita all'Ozola

Domenica 8 giugno, organizzata dalla Presidenza della Sezione, avrà luogo una gita alla centrale di Predare della Società Idroelettrica dell'Ozola. Si tratta, com'è noto, di un impianto di particolare interesse — del quale speriamo di poter dare un'ampia descrizione — perchè alla funzione di centrale generatrice si accoppia in essa la funzione, spesso prevalente, di impianto di conversione di frequenza. La Centrale infatti utilizza con ruote Pelton, un salto di 242 metri realizzato sull'Ozola e comprende due gruppi costituiti ciascuno da una Pelton da 4000 kW, 504 giri, accoppiata ad un generatore sincrono da 6000 kV, 42 periodi, e un analogo generatore a 50 periodi, destinati alla produzione di energia idroelettrica e alla conversione di frequenza. Vi sono poi due gruppi da 6600 kW costituiti da turbina-generatore sincrono, uno a 50 periodi e uno a 42 periodi, ed infine un quinto gruppo di semplice conversione costituito da due generatori sincroni accoppiati, da 9000 kVA.

* *

SEZIONE DI BOLOGNA

La sera del 9 aprile, alle ore 21, l'Ing. Guido Zurhaleg di Milano, intrattene i soci della Sezione sui sistemi di illuminazione elettrica stradale in serie.

Dopo aver brevemente accennato ai vari stati attraverso i quali si svolge il progresso degli impianti di illuminazione stradale, dall'antico gas, alle lampade ad arco, eppoi da queste alle lampade intensive, egli poté efficacemente dimostrare come ormai il sistema, così detto in serie, già adottato da molti anni in America, si sia in questi ultimi tempi, positivamente affermato come il più convincente anche in Europa. Ed anche in Italia, esteso a tutta l'illuminazione cittadina si ha ormai a Torino, a Milano, a Padova, ecc., con risultati veramente rimarchevoli e sotto l'aspetto l'economia di impianto e di esercizio, e sotto l'aspetto estetico di una abbondante, e ben distribuita illuminazione.

La proiezione di alcune fotografie prese di notte, di strade e di piazze illuminate con questi moderni sistemi, dove tutto è curato, dalla semplicità di impianto, alla forma ed alla disposizione dei diffusori della luce, ha mostrato chiaramente come il problema si possa ormai ritenere brillantemente risolto.

L'oratore al termine della interessante comunicazione è stato vivamente applaudito.

La seduta venne tolta alle ore 22,30.

*

La sera del 16 aprile u. s., la signorina Ing. Gianna Alocco di Padova, ha parlato davanti ad un pubblico numeroso, ingentilito dalla presenza di alcune signore di soci, sui « Principii fondamentali della radiotelegrafia ».

La conferenza, che è risultata una sintesi brillante di ciò che si è finora ottenuto in questo ramo dell'elettrotecnica, per la felice esposizione, e per le numerose esperienze seguite da una audizione, ha vivamente interessato l'uditorio che ha infine salutato con un caloroso applauso la giovane conferenziera.

*

La sera del 2 maggio u. s., l'Ing. Aristide Prosciutto ha parlato ai soci della Sezione sul « La turbina a vapore di mercurio ».

Il conferenziere accenna come già dal 1914 siano stati fatti tentativi di innalzare il coefficiente economico degli impianti a vapore, col vaporizzare del mercurio al posto dell'acqua, e come basandosi sui principii fondamentali della termodinamica, della curva di saturazione dell'acqua e del mercurio, si possa facilmente dimostrare questo aumento con l'uso del mercurio.

Dà notizia quindi di un impianto, a vapore di mercurio, di 1500 kW già costruito e che funziona in America. L'impianto schematicamente consiste: Una caldaia per il riscaldamento del mercurio e la turbina che ne utilizza il vapore, un condensatore del vapore di mercurio che è a sua volta vaporizzatore d'acqua, ed una turbina a vapore d'acqua.

Il sistema ha un coefficiente economico del 50 % superiore a quello dei comuni impianti a solo vapore d'acqua, ed occupa uno spazio molto inferiore a quelli; a pari potenza.

La conferenza illustrata da numerose proiezioni è stata vivamente applaudita.

La seduta è tolta alle ore 23.

*

Sottoscrizione per le onoranze ad Augusto Righi.

| | |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| | Somma precedente L. 60.157,80 |
| Ing. Emmer - Venezia | 10,— |
| Ing. A. Carreri - Ostiglia | 20,— |
| | Totale complessivo L. 60.187,80 |

* *

SEZIONE DI TRIESTE

Il giorno 2 c. m. i Soci della Sezione di Trieste della Associazione Elettrotecnica Italiana, guidati dal Presidente Ing. Romano visitarono gli impianti industriali di Monfalcone che maggiore interesse presentano dal lato elettrotecnico.

Si recarono anzitutto al Cantiere navale Triestino, ove accolti cordialmente dal Direttore commerciale Cav. Fano e dagli altri dirigenti tecnici, furono da questi accompagnati nella visita dei vari reparti.

Particolarmente interessò il reparto delle costruzioni elettriche, e per quanto sorto da breve tempo ha raggiunto un tale sviluppo da poter competere coi migliori impianti del genere.

Venne quindi visitata la centrale termoelettrica delle Officine elettriche dell'Isonzo accolti qui dal Comm. Venezian e dal conte Vittorelli, presidente del Consiglio di amministrazione.

L'impianto destò l'ammirazione degli intervenuti per la sua mole e per la perfezione con cui venne ricostruito recentemente in seguito ai danni causati dalla guerra.

L'Associazione Elettrotecnica Italiana Sezione di Trieste ha così iniziata una serie di visite agli impianti elettrici che dopo la redenzione hanno progredito nella nostra regione con tale sviluppo da dare affidamento per un sempre migliore incremento dell'industria elettrica.

Domenica 11 corrente ebbe luogo la visita ad Opicina della cabina d'alta tensione di smistamento della Società elettrica nella Venezia Giulia, accolti dagli Ingg. Salerni ed Ambrosini i quali cortesemente si prodigarono nelle più dettagliate spiegazioni intorno all'equipaggiamento interno della medesima.

Nella prossima settimana si visiterà la Fabbrica di lampadine elettriche De Montel a Trieste Viale XX Settembre; dietro cortese invito da parte del direttore della stessa Ing. Peruzzi.

In seguito si è nel proposito di visitare gli impianti industriali situati nella località di Gorizia.

Statistica degli Impianti Elettrici in Italia Nuova Edizione del 1° Volume

È uscita la seconda edizione del 1° Volume della Statistica coi dati elettrotecnici riguardanti anche tutti i Comuni delle terre redente coll'indicazione delle rispettive Provincie.

Volume di pag. 515: prezzo L. 20,—
più postali L. 2,—

Dirigere vaglia all'Associazione Elettrotecnica Italiana
Via S. Paolo 10 - Milano (3).

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Gruppi idroelettrici dell'avvenire.

Pubblichiamo oggi una breve nota del Prof. On. BELLUZZO che egli stesso, nell'inviarcela, ha definito un po' futurista. Ma, a parte che sono sempre simpatici questi tentativi di prevedere quale sarà la tecnica di domani — quando naturalmente siano basati su una profonda conoscenza della tecnica di ieri e di oggi — è doveroso riconoscere che già altre volte il Belluzzo è stato buon profeta nelle sue lontane previsioni: e basterebbe ricordare quanto concerne la propulsione elettrica delle navi. D'altra parte la previsione di future turbine Francis a grandissima velocità angolare, accoppiate con ingranaggi riduttori ad alternatori a due o al massimo quattro poli, deriva dalla spiccata tendenza odierna della tecnica, palese in ogni suo campo, verso costruzioni sempre più leggere e cimentate; tendenza brillantemente illustrata e sostenuta anche dal Prof. Danusso, nella recente comunicazione alla Sezione di Milano sul disastro del Gleno, e della quale diamo cenno più avanti.

Nel caso particolare delle turbine idrauliche, poichè le ragioni che si opporrebbero ad una più rapida evoluzione nel senso prospettato, sarebbero, secondo il Belluzzo, in gran parte di carattere commerciale, sarà interessante conoscere l'opinione dei maggiori nostri costruttori di turbine, così generalmente e giustamente stimati.

Ricerche magnetiche.

Da alcuni anni in Italia i lavori sul magnetismo sono divenuti rari. Eppure trattasi di un campo, in cui molto resta da ricercare e da tentare, perchè disgraziatamente, a malgrado di molti geniali tentativi ed all'infuori della ben nota relazione empirica dello Steinmetz (applicabile, come tutte le relazioni empiriche, solo nei limiti fra cui fu dedotta), non si hanno finora leggi quantitative generali, espresse in forme direttamente utilizzabili dalla tecnica.

In particolare lo studio delle perdite per isteresi nei cicli asimmetrici di magnetizzazione alternativa acquista importanza crescente per il diffondersi di macchine e di apparecchi, in cui tali specie di cicli si verificano. Sull'argomento ritorna l'Ing. PARIS, dopo gli studi di alcuni anni or sono del collega Vallauri e quelli più recenti di parecchi sperimentatori stranieri; e vi ritorna con una ricerca, che, seguendo il tipo normale delle misure balistiche e di quelle wattometriche, ci sembra eseguita con notevole accuratezza.

La minuzia e gli accorgimenti messi in opera nelle esperienze hanno permesso infatti di rilevare particolarità ancora ignorate, ed in ispecie una diminuzione della perdita per isteresi nel passaggio da un ciclo simmetrico ad un altro di eguale ampiezza e di asimmetria molto piccola; mentre è d'altro canto confermata la diminuzione di perdita, quando, sempre a parità di ampiezza del salto d'induzione, l'asimmetria del ciclo diventa molto grande. I risultati della ricerca sono anche meglio precisati grazie alla definizione introdotta di « grado di asimmetria », così che essi potranno forse fornire un aiuto non trascurabile alla previsione delle perdite magnetiche, nel caso non infrequente di nuclei soggetti all'azione di campi alternativi asimmetrici.

Locomotori trifasi.

Concludiamo oggi la pubblicazione del cospicuo lavoro dell'Ing. BIANCHI la cui importanza non sarà sfuggita ai lettori e, soprattutto a quanti si appassionano ai problemi della trazione elettrica.

Non ci resta che rinnovare a noi ed ai lettori nostri l'augurio che il Bianchi possa far seguire presto l'altro analogo studio sui locomotori a corrente continua.

LA REDAZIONE.

RIASSUNTO DI STUDI SU LOCOMOTORI CON MOTORI ASINCRONI □ □ □ □

GIUSEPPE BIANCHI

(Continuazione e fine, v. N. 15)

Sistemi polifasi di commutazione dei poli.

Anche i sistemi polifasi di commutazione dei poli possono dedursi dalla considerazione di un avvolgimento ad anello. Considerando così la fig. 15 si vede facilmente che alimentando le 12 prese equidistanti sull'anello stesso con correnti a 12 fasi, a 6 fasi, a 4 fasi, a 3 fasi e a 2 fasi si possono avere rispettivamente 2, 4, 6, 8 e 12 poli dallo stesso avvolgimento. Disponendo di un convertitore di fase sul locomotore il problema della commutazione dei poli dei motori di trazione appare quindi notevolmente semplificato.

Un motore polifase può essere realizzato con avvolgimento a tamburo di tipo ordinario: un motore con un solito avvolgimento trifase con bobine a spirale si presta ad essere alimentato anche con correnti tetrafasi o bifasi e quindi è atto a funzionare con due numeri diversi di poli; è questo il caso dei due noti schemi di Manu-Stern e di Blathi. Per entrambi occorre che sul locomotore sia installato un trasformatore Scott ovvero altro sistema di alimentazione trifase e tetrafase.

Lo schema di Manu-Stern, noto anche sotto il nome di Milch, e quello di Blathi non differiscono fra loro che per il fatto che il primo è applicabile a motori trifasi con avvolgimento con bobine a passo lungo (testate delle bobine in due piani) il cui numero sia multiplo di 3×4 cioè a motori che abbiano nella commutazione trifase un numero di poli multiplo di 8. Con questo schema si realizza una commutazione di velocità nel rapporto 3:4 impiegata in alcuni locomotori trifasi.

L'altro è applicabile a motori trifasi con bobine a passo corto, (testate delle bobine in tre piani) il cui numero sia multiplo di 6×2 cioè motori che hanno nella commutazione trifase un numero di poli multiplo di 4. Con questo schema si realizza una commutazione nel rapporto 2:3.

I due schemi sono rappresentati rispettivamente nelle figure 16 e 17.

Gli stessi schemi sono applicabili ai rotori i quali vengono ad avere 7 anelli collettori come risulta dalle stesse figure.

Se si dispone di tensione di alimentazione esafase e bifase si possono realizzare le stesse commutazioni inquantochè un sistema esafase può ricavarsi da un sistema trifase. Nel caso dei rotori è realizzabile solo la commutazione nel rapporto 2:3; in questo caso i rotori hanno 8 anelli come è indicato nella fig. 18 che riproduce lo schema adottato dalla Oerlikon; due anelli per il sistema bifase il cui centro è costituito dagli altri 6 in corto circuito. Per l'esafase il centro è costituito da due anelli e la estremità dagli altri sei.

Ma oltre ai casi accennati, il problema della commutazione dei poli con motori asincroni polifasi può ricevere una soluzione generale come nel caso teorico accennato di un motore con avvolgimento ad anello. Si consideri ad esempio lo schema di avvolgimento della fig. 19 ripartito in 24 cave il quale è un ordinario avvolgimento in parallelo da dinamo. Alimentando le 12 prese dell'avvolgimento successivamente con correnti dodecafasi, esafasi, tetrafasi, trifasi e bifasi si ottengono rispettivamente due, quattro, sei, otto e dodici poli.

Lo schema della fig. 20 è quello ordinario di una dinamo di tipo serie ripartito in 48 cave con salti 13 e 11. Alimentando le prese segnate in figura successivamente con correnti

a 12, 8, 6, 4, e 2 fasi si ottengono rispettivamente 4, 6, 8, 12, 16 e 24 poli completamente regolari all'infuori degli 8 poli che hanno un fattore di avvolgimento piuttosto basso.

Il problema dei motori asincroni polifasi è stato molto studiato in questi ultimi anni, in vista però quasi sempre di applicazioni diverse da quelle della trazione, oltre che sotto il punto di vista del motore anche da quello del convertitore di fase. Tra gli altri ha dato soluzioni semplici e pratiche al problema l'inglese F. Credy mettendo in evidenza un tipo di avvolgimento a stella e poligono combinati, ciascuno con 18 lati, e in tutto con 18 terminali il quale permette di realizzare, alimentando il motore con diversi numeri di fasi (sino a 18), rispettivamente 6, 8, 10, 12, 14, 16 poli (¹).

tore munito di prese ausiliarie o di un apparecchio inseritore a resistenze o a induzione.

E' ovvio che con questo schema il numero dei motori potrebbe e anzi converrebbe fosse maggiore di due come fino ad ora non si è mai praticato nei locomotori trifasi. In questo caso converrebbe adottare la stessa disposizione in uso per i locomotori a corrente continua con sospensione dei motori tipo tram e trasmissione mediante ingranaggi alle ruote motrici senza biellismi. I motori potrebbero essere anche in numero dispari permettendo così maggiore libertà di progetto nella parte meccanica e nel rodiggio della locomotiva. Il commutatore dei poli dovrebbe essere unico per tutti i motori. Lo schema di un tale locomotore è rappresentato nella fig. 22.

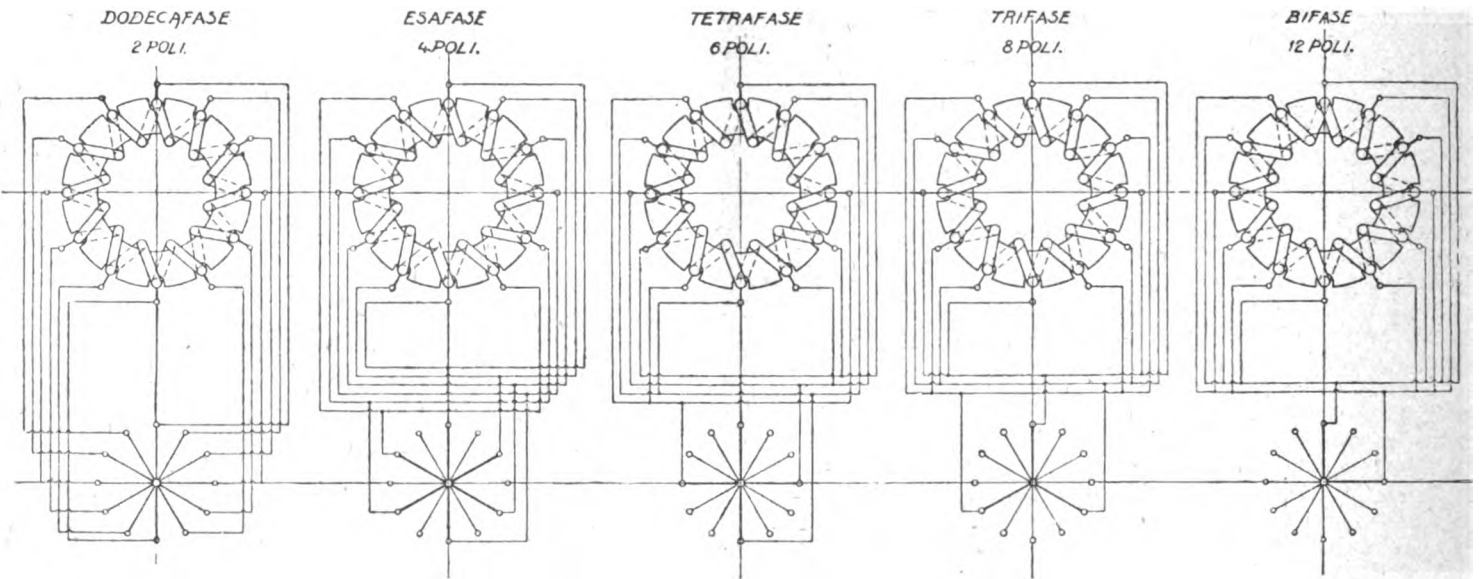


Fig. 15.

Troppo lungo sarebbe riportare gli studi fatti a questo riguardo, i quali sebbene introducano perfezionamenti agli schemi elementari sopra riportati, non alterano però sostanzialmente il concetto fondamentale ricordato del motore asincrono polifase.

Quello che importa notare è che in base a questi studi oggi la concezione di un locomotore con motori asincroni potrebbe basarsi su principi completamente diversi da quelli seguiti sino ad oggi e che forse può esser fatto un notevole passo avanti nel perfezionamento della parte elettrica e meccanica dei locomotori trifasi e monotrifasi.

Per quanto riguarda i locomotori trifasi l'alimentazione polifase dei motori può ottenersi semplicemente con trasformatori statici. A titolo di esempio si consideri lo schema della fig. 21 il quale rappresenta l'avvolgimento secondario di un trasformatore munito di varie prese. Come è indicato nella figura a seconda delle varie prese si possono derivare dal trasformatore tensioni, che si mantengono abbastanza eguali anche sotto carico, a 12, 8, 6, 4, 3 e 2 fasi con le quali si possono alimentare i motori di trazione. Il trasformatore con guadagno di peso e ingombro assai notevole (²) può essere un auto trasformatore. Il locomotore per la parte elettrica sarebbe basato su concetti analoghi a quelli messi in pratica nei locomotori con motori trifasi e tetrafasi alimentati da trasformatore Scott solo che in questo caso l'autotrasformatore sarebbe oltre che trifase e tetrafase anche dodecafase, ottofase, esafase e bifase. I rotori dei motori per ovvie ragioni di semplicità dovrebbero essere del tipo a gabbia di scoiattolo ma muniti dei noti dispositivi per aumentare la coppia di avviamento. L'avviamento del locomotore sarebbe assicurato senza assorbimento eccessivo di corrente sia dal fatto che i motori possono essere commutati a un gran numero di poli, sia regolando opportunamente la tensione di alimentazione dei motori a mezzo dell'auto trasforma-

Se l'apparecchio di alimentazione dei motori anziché essere un trasformatore o un autotrasformatore statico polifase è un trasformatore di fase rotativo costituito cioè da uno statore avente diverse prese per correnti a 2, 3, 4, 6, 8, ecc., fasi e da un rotore tipo induttore a corrente continua, oltre che l'alimentazione polifase dei motori si può avere l'alimentazione monofase del locomotore (trazione monofase) e con la regolazione del campo dell'induttore la correzione del fattore di potenza sino all'unità. La fig. 23 rappresenta lo schema di un trasformatore ruotante mono-polifase. L'avvolgimento monofase rappresenta il primario collegato alla linea di contatto. L'avvolgimento secondario può fornire tensioni a 12, 8, 6, 4, 3, 2, fasi per l'alimentazione dei motori.

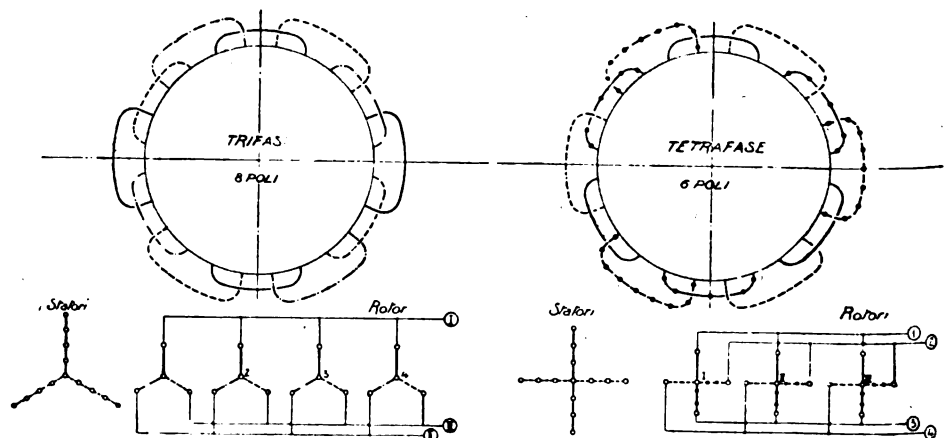


Fig. 16.

Senza dubbio un trasformatore polifase ruotante è più delicato e meno pratico di un trasformatore o autotrasformatore polifase statico. Ma questa soluzione, che costituisce la base del sistema split-phase così esteso in America, sembra da alcuni essere preferita. Certo si è che la decisione di installare sul locomotore oltre che la solita apparecchiatura statica anche un trasformatore rotativo ingombrante e pesante parecchie tonnellate (la fig. 24 indica le dimensioni principali del trasformatore sincrono dei locomotori monotrifasi 1 — 3 + 3 — 1 da 3000 kW della Pensilvania) dimostra in quale pregio

(¹) Vedasi *Engineering*, N. 2977 del 19 gennaio 1923 e seguenti.

(²) In linea generale si può dire che il peso e l'ingombro di un auto-trasformatore di questo tipo è di circa il 25% di quello di un trasformatore di pari potenza.

è tenuta in America la semplicità della linea di contatto monofase in confronto di quella trifase, congiunta con la semplicità dei motori asincroni.

La soluzione del locomotore con il trasformatore sincrono

kon a rotori con 8 anelli, come si è già accennato (figure 16, 17, 18).

Con avvolgimenti per 2, 6, 10, 14 poli si possono avere 9 anelli. Lo schema di avvolgimento è quello di un motore bi-

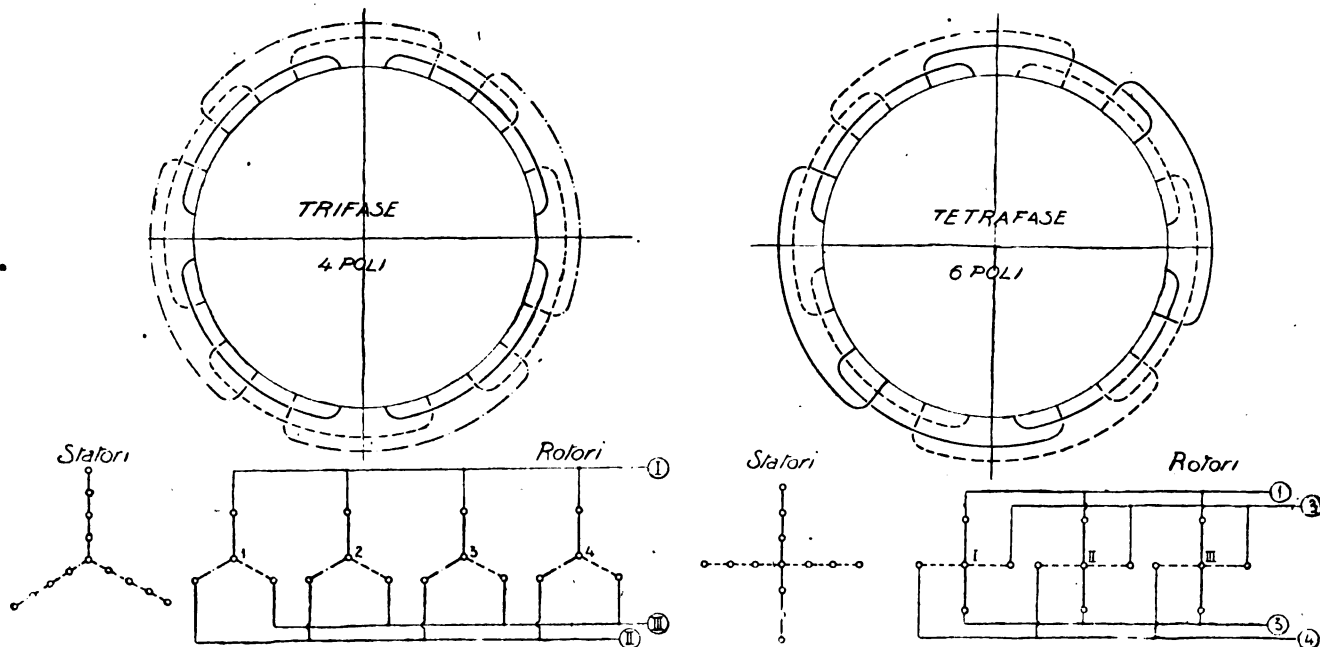


Fig. 17.

ruotante a bordo è stata prospettata anche per rendere possibile il passaggio da una linea di contatto monofase a una trifase o viceversa. E' evidente però che questo problema può anche essere risolto in altri modi.

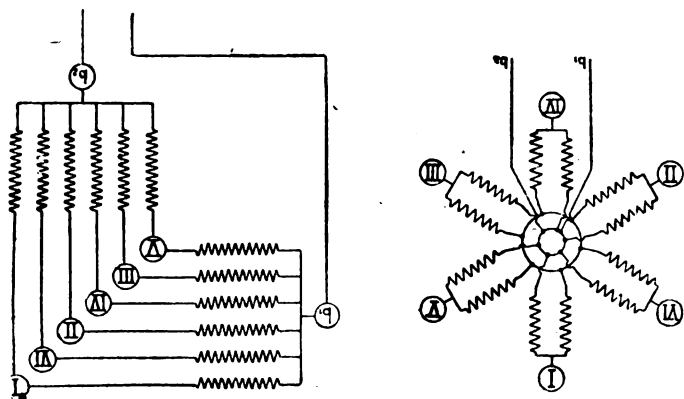


Fig. 18.

Rotori polifasi.

Per ottenere la commutazione dei poli nei rotori si è ricorso qualche volta a un commutatore ruotante insieme al motore; però in pratica tale dispositivo riesce complicato e di

polare con 18 fasi collegate a stella poligono come è indicato nella figura 25.

Con i rotori avvolti ad anello o con schemi da questi derivati è facile ottenere collegamenti polifasi con 5, 8, 11, 14 anelli tali da permettere la commutazione con 2, 3, 4, ecc., polarità. Gli schemi sono facilmente derivabili da quelli degli statori di cui si è già parlato.

Nel calcolo dei motori polifasi è da tenere debito conto dell'effetto delle armoniche di campo che si presentano in qualche polarità. La terza armonica può essere molto intensa nella commutazione bifase o tetrafase e ridurre notevolmente la coppia motrice specie se la saturazione del ferro è alta. In qualche caso si è ricorsi all'artificio di allargare parte dei conduttori delle due fasi in una stessa cava dell'avvolgimento; il passo dell'avvolgimento è così più grande del necessario. Si ottiene in tale modo di raddoppiare il numero delle fasi delle forze magneto-motrice (8 fasi) in modo che la curva risultante si approssima di più alla sinoidale.

Sistemi irregolari di commutazione dei poli.

L'opportunità di ridurre al minimo le commutazioni da compiersi nell'avvolgimento del motore per ottenere il cambiamento nel numero dei poli e, in particolare, il numero dei conduttori che escono dal motore e vanno al commutatore, ha determinato lo studio di alcuni sistemi di commutazione dei poli che escono dai criteri generali sopra esposti e non soddisfano alle condizioni sopra citate per una buona utilizzazione

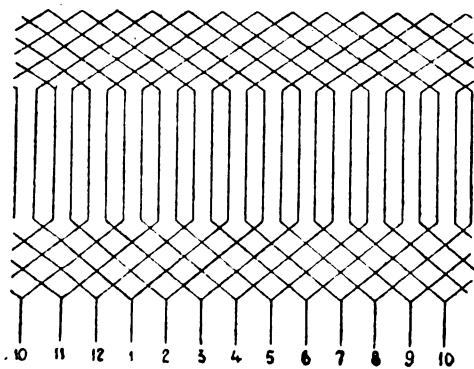


Fig. 19.

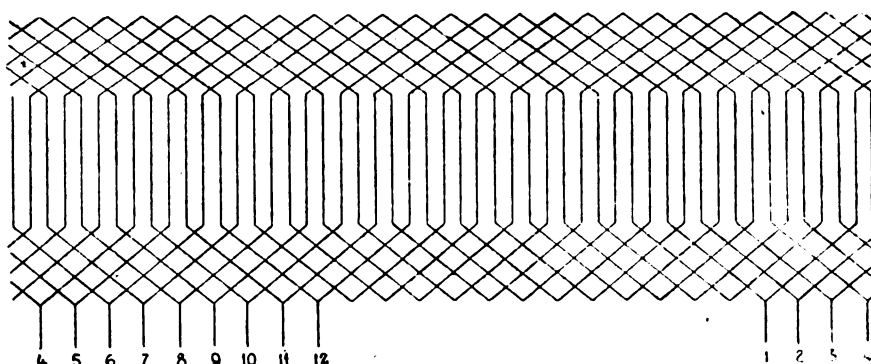


Fig. 20.

funzionamento non soddisfacente. Si ricorre perciò a rotori a commutazione di poli polifase e ad anelli collettori multipli.

I sistemi trifase-tetrafase di Manu Stern e di Blathi danno luogo a rotori con 7 anelli. Quello esafase-bifase della Oerli-

del circuito elettrico e magnetico del motore. Elenchiamo alcuni di tali sistemi.

Per la commutazione 6-4 poli sino dal 1908 la Ditta Gadda aveva applicato il concetto di costruire il motore con av-

volgimento regolare a passo lungo per 6 poli e ottenere i 4 poli commutando le bobine in modo che 3 bobine consecutive aventi testate nello stesso piano risultassero della stessa fase

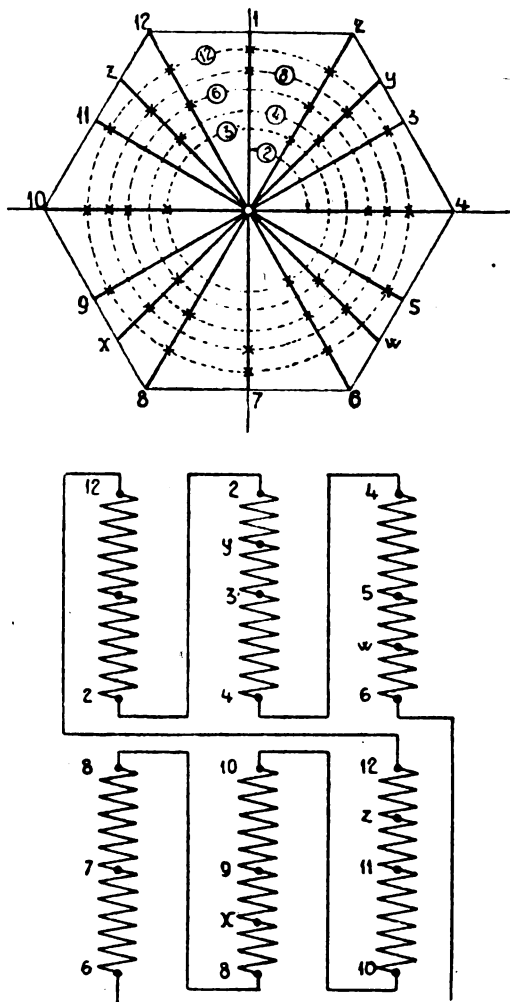


Fig. 21.

I numeri cerchiati indicano il numero delle fasi.

ma con polarità alternata. La commutazione richiede solo 18 capi liberi nel motore.

Lo schema è rappresentato nella fig. 26.

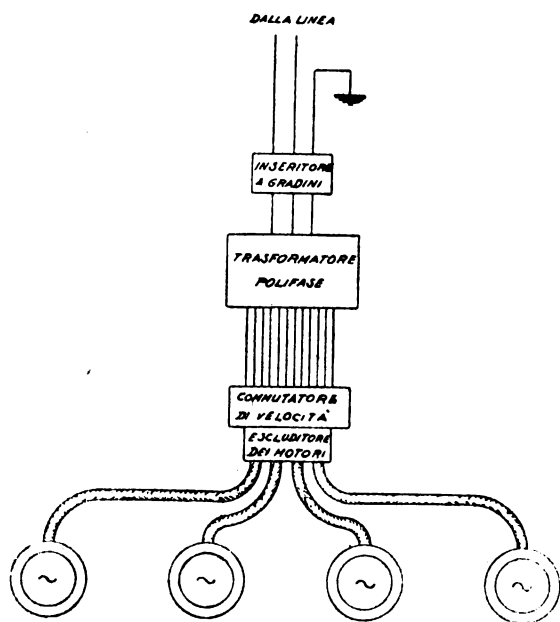


Fig. 22.

E' facile comprendere come tale commutazione sia irregolare per 4 poli in corrispondenza dei quali la forza magneto-motrice si scosta moltissimo dalla forma sinoidale. Ne consegue che per quattro poli il motore presenta una coppia molto

minore che non per sei poli ⁽⁶⁾; in questo caso infatti le forti irregolarità nella forma della forza magneto-motrice causano forti correnti di circolazione tra le bobine in parallelo del rotore appartenenti alla stessa fase (idealmente se il rotore è a gabbia).

Queste anomalie non sono molto accentuate in motori di piccole dimensioni quali, ad esempio, quelli costruiti dalla Ditta Gadda; sono invece fortemente accentuate se il motore è

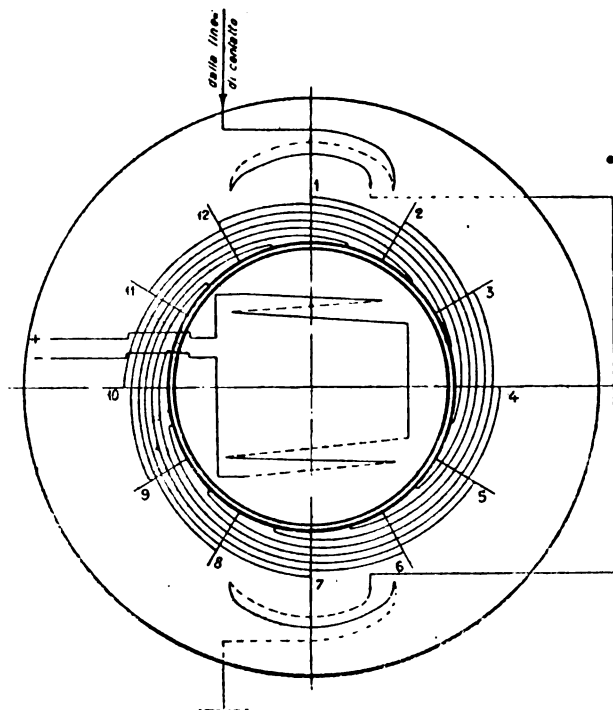


Fig. 23.

• di notevoli dimensioni e addirittura danno luogo a caratteristiche inaccettabili nell'accoppiamento in cascata. Nonostante questi difetti, riconoscibili a priori, il sistema di commutazione, è stato applicato a motori di trazione a quattro velocità in vari locomotori che avrebbero dovuto essere utilizzati, secondo le previsioni, a tutte e quattro le velocità. In realtà però una delle quattro velocità e precisamente quella in cascata a $(4 + 4) n$. poli è risultata praticamente inutilizzabile dato che lo sforzo massimo di trazione del locomotore è addirittura inferiore a un terzo di quello che si ha alle altre velocità.

Nè molto migliori risultati possono dare altri sistemi analoghi di commutazione.

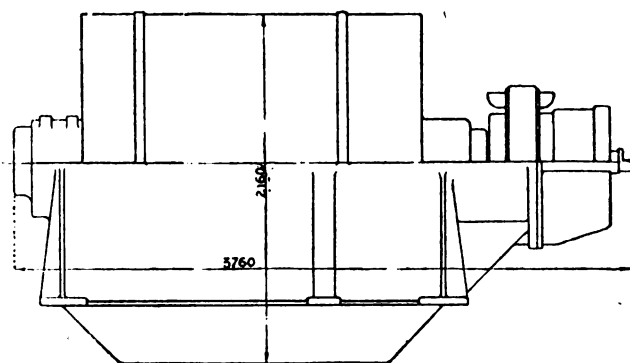


Fig. 24.

Così per esempio, per la commutazione 8-6 poli è stato sperimentato da chi scrive con una coppia di motori trifasi avvolti per 8 poli con bobine a passo lungo (12 bobine) lo schema di commutazione rappresentato nella fig. 27. Le misure fatte hanno indicato che la commutazione è accettabile per tre sole velocità; è invece inaccettabile per la velocità corrispondente alla cascata a 6 poli. Nella fig. 28 è indicato l'andamento della forza magneto-motrice del motore commutato a 6 poli.

⁽⁶⁾ Questa speciale commutazione è stata analizzata insieme a molte altre anche nell'articolo già citato dell'ing. G. M. Pestarini.

Si può accennare anche alla possibilità di avere due polarità anche se il numero delle cave del motore non è multiplo intero di entrambe le polarità. La regola per trovare il passo dell'avvolgimento è sempre la stessa già esposta per le commutazioni regolari. Anche in questo caso naturalmente la irre-

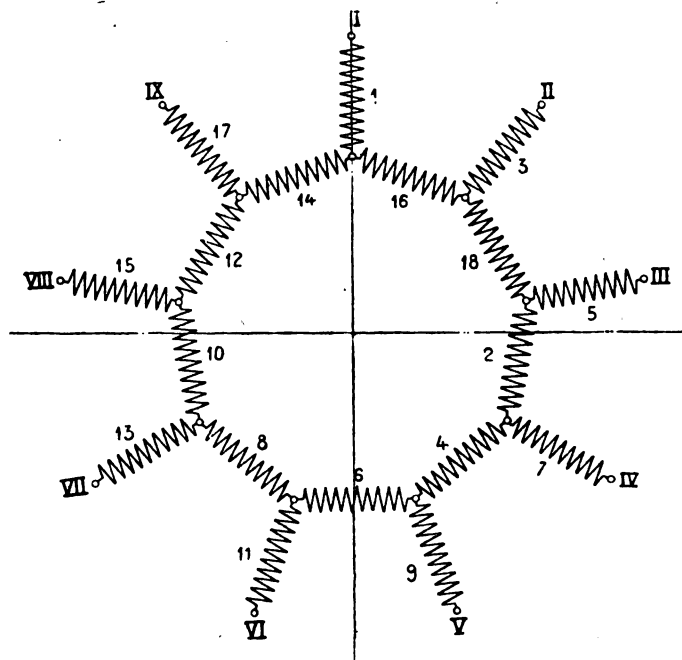


Fig. 25.

golarità dell'avvolgimento dà luogo ad armoniche di campo più o meno tollerabili a seconda del numero delle cave del motore, il cui effetto è da controllare accuratamente caso per caso. Nella fig. 29 è riprodotto lo schema di un avvolgimento su

108 cave per 6 e 8 poli essendo $\frac{108}{8} = 13,5$.

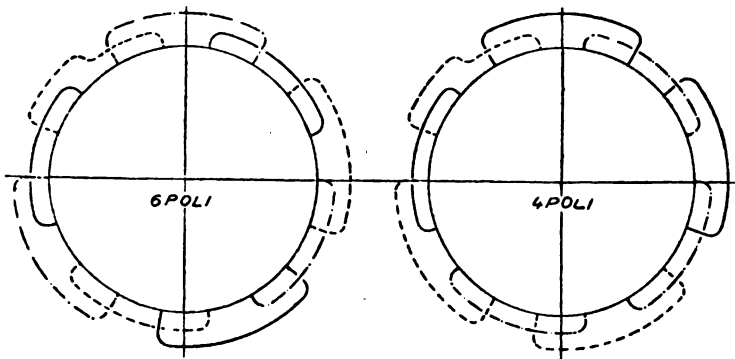


Fig. 26.

Questioni costruttive dei motori asincroni di trazione.

Nei tipi più antichi di motori asincroni di trazione si è data molta importanza ai dispositivi atti ad assicurare la concentricità del rotore e dello statore specialmente necessaria dato

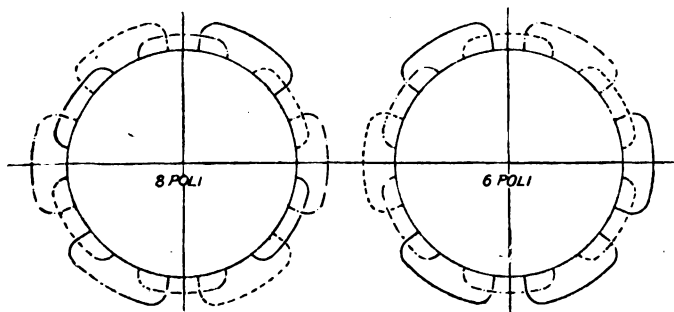


Fig. 27.

che il valore dell'interfero anche con rotori aventi diametro intorno a m. 1,20 non è mai superiore a 2 mm e in generale di soli 15/10 di mm. Tale esatta centratura è evidentemente affidata alla esattezza di lavorazione ed alla assenza di giochi tra cuscinetti e fusi dell'albero del motore. Per rendere minima

la probabilità di giuochi sono stati costruiti i ben noti tipi di motori con alberi a quattro cuscinetti: due interni aventi il solo compito di centrare il rotore e lo statore e due esterni per trasmettere lo sforzo al telaio. Per ridurre al minimo il carico

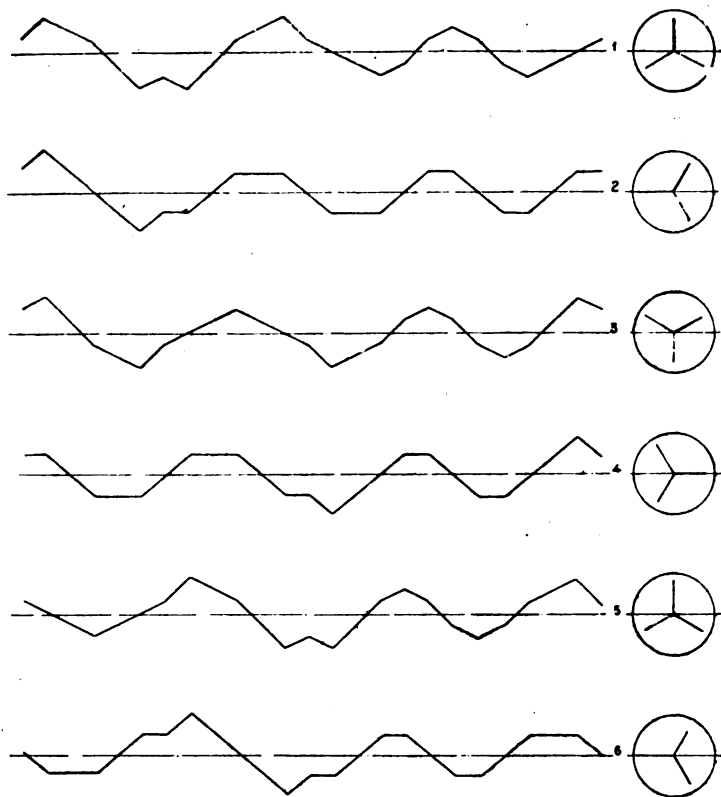


Fig. 28. — Forma della forza magneto-motrice per la commutazione a 6 poli della fig. 27.

gravante sui cuscinetti interni di centratura il peso dello statore viene sospeso al telaio con la interposizione di tiranti o bilancieri e di molle esattamente tarate in modo che i cuscinetti interni non hanno carico o quasi.

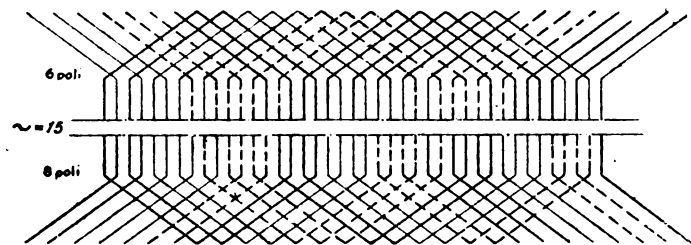


Fig. 29. — Commutazioni 6-8 poli - Avvolgimento in 108 cave.

Le preoccupazioni circa la esatta centratura del rotore rispetto allo statore avutesi nel passato sono però apparse eccessive e ingiustificate in base all'esperienza fatta con motori

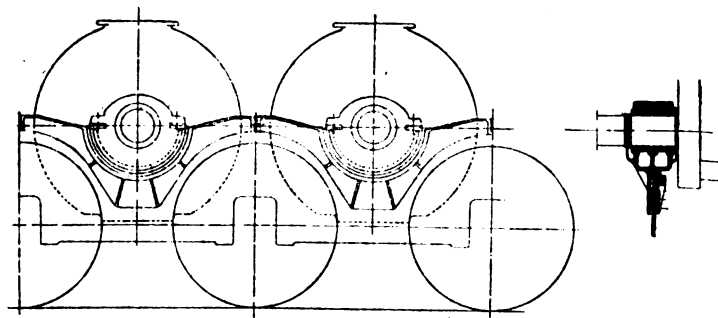


Fig. 30.

rigidamente fissati al telaio e aventi due soli cuscinetti per l'asse del rotore. Purchè tali cuscinetti siano abbondantemente dimensionati, la pratica ha dimostrato che la formazione dei giuochi per l'usura può essere assolutamente inapprezzabile e gli inconvenienti di sfregamento fra rotore e statore non sono stati in numero maggiore di quelli verificatisi in motori aventi cuscinetti di centramento.

Riguardo alla posizione degli anelli collettori dei rotori si sono avuti nei locomotori trifasi due tipi. In uno gli anelli sono sopportati da una contromanovella e risultano esterni alla cabina del locomotore racchiusi entro apposite custodie insieme alle spazzole. Questa disposizione è necessaria per i motori che smontandosi dal basso del telaio risultano completamente nascosti tra le fiancate; rende però indispensabile avere l'albero, la manovella, il bottone di manovella e la contromanovella forati per dare passaggio ai cavi che vanno dagli anelli agli avvolgimenti dei rotori. Non è a dire quanto questa disposizione sia complicata, costosa e non scevra di inconvenienti specie per la resistenza delle manovelle.

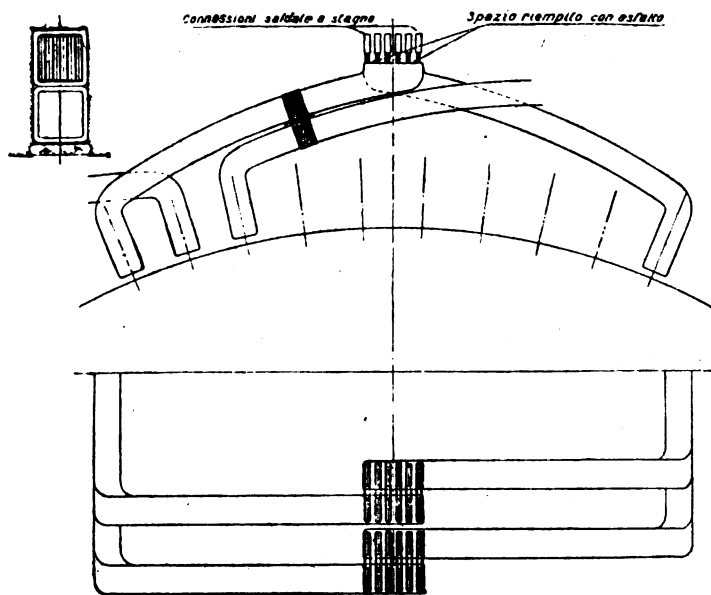


Fig. 31.

Nell'altro tipo di motore gli anelli del rotore sono invece interni ai cuscinetti del motore. Questa disposizione è applicata in motori che hanno posizione sopraelevata rispetto al telaio. In questo caso il motore può essere fissato rigidamente al telaio in modo da costituire una robusta controventatura delle fiancate. La figura 30 riproduce un sistema rigido di fissaggio tra motore e telaio il quale permette una minore distanza tra l'asse del motore e quello delle ruote.

Per quanto si riferisce ai tipi di avvolgimento usati nei motori asincroni di trazione a seconda del sistema di commutazione dei poli è necessario usare l'uno o l'altro sistema.

Le figure 31, 32, 33, 34 indicano tipi di testate di avvolgimenti di statori con commutazione trifase dei poli e con conduttori di fasi diverse nella stessa cava. E' questo il tipo di avvolgimento che dà luogo a maggiori difficoltà per lo spazio e l'isolamento dei conduttori.

Per le cave degli statori e dei rotori si sono adottati i tipi semichiusi, semiaperti negli statori e in qualche caso aperti nei rotori.

E' stato anche prospettato un tipo di motore avente cave aperte nello statore; le forti variazioni di densità del flusso nell'interferro possono essere attenuate usando un grande numero di denti sebbene ciò non si addica ad un motore che deve avere un'alta coppia massima. Si ha in compenso il vantaggio di poter mettere in opera le sezioni dell'avvolgimento completamente ultimate.

Per quanto concerne l'isolamento delle testate sono in uso due sistemi: in uno le testate dell'avvolgimento vengono completamente annegate in una miscela di asfalto colata a caldo in modo da riempire tutti gli interstizi. Nell'altro le testate sono invece isolate con micatela e ventilate.

Il primo sistema presenta numerosi inconvenienti: in primo luogo è ostacolato grandemente il raffreddamento delle testate dell'avvolgimento e in questo tipo di motori la temperatura massima ammissibile è quella di fusione dell'asfalto (120) mentre le norme più moderne per il collaudo dei motori di trazione ammettono si possa arrivare sino a 145 gradi. In secondo luogo se non si ha cura di colare l'asfalto a temperatura relativamente bassa si rischia di cuocere gli isolanti; se però l'asfalto non è sufficientemente fluido non penetra in tutte le cavità e allora si hanno dei punti dell'avvolgimento non isolati.

Dati i concetti moderni di costruzione delle macchine elettriche e in particolare dei motori di trazione nei quali la ventilazione ha un ruolo della massima importanza, il sistema sopra ricordato è da riguardare come antiquato e non è più consigliabile dati i progressi fatti nei sistemi di isolamento degli avvolgimenti.

Tra i pregi attribuiti al motore asincrono è quello di permettere l'alimentazione diretta dei motori alla tensione di contatto. L'esperienza di molti anni su centinaia di motori trifasi a 16 periodi alimentati alla tensione di linea di $3700 \div 4000$ volt, e anche più temporaneamente, ha dimostrato in modo sicuro tale possibilità con i sistemi più vari di bobinaggio e di isolamento sia contro la massa che delle bobine tra loro. Le statistiche delle fulminazioni ai motori indicano percentuali abbastanza basse a tale riguardo; va poi tenuto conto che molte fulminazioni sono causate indirettamente da deperimento dell'isolante in seguito ad eccessivo riscaldamento nel rame per cattiva ventilazione specie nei tipi di motori con testate annegate nell'asfalto.

Volendo esaminare la possibilità di elevare la tensione di alimentazione va tenuto presente che il limite di questa è imposto più che dalle possibilità costruttive del motore da quelle dei commutatori (detti anche controllers) dei poli e di cascata parallelo che a tensione molto elevata assumono dimensioni eccessive. E' questa principalmente la ragione per la quale mentre non è raro il caso di trovare motori asincroni alimentati alla tensione di 10 000 volt, nelle applicazioni di trazione a questa tensione si è creduto opportuno ricorrere a una trasformazione di tensione sul locomotore e alimentare i motori a tensione inferiore a quella della linea di contatto.

L'esperienza tuttavia insegna che se non è pratico e conveniente dall'aspetto costruttivo e dell'esercizio alimentare i motori di trazione e i relativi commutatori a tensione di 10 000 volt senza gravi difficoltà si può arrivare al limite di 6000 volt.

Volendo però adottare motori asincroni polifasi l'impiego di un trasformatore statico o rotativo è indispensabile. In questo caso la tensione dei motori conviene sia scelta intorno a 1000 volt per permettere l'accoppiamento in cascata tra i rotori e il collegamento degli statori ai reostati di avviamento senza necessità di commutare dalla serie al parallelo gli avvolgimenti.

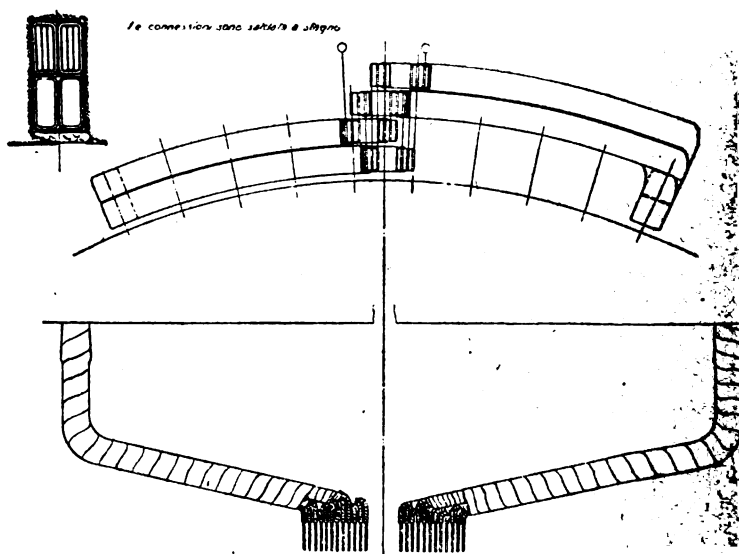


Fig. 32.

Commutatori di velocità.

I commutatori dei poli dei motori e quelli cascata parallelo sono tanto più semplici quanto più piccolo è il numero di terminali che esce dal motore.

I commutatori sono un punto debole della apparecchiatura dei locomotori trifasi perché i conduttori e i contatti scoperti ad alta tensione vengono a trovarsi in essi a breve distanza. Fenomeni di sovratensione producono scariche tra i contatti con danni più o meno gravi. E' quindi un pregio la semplicità e il minor numero di contatti possibili.

Di un sistema per semplificare i commutatori di velocità si è fatto cenno su questa Rivista (¹). Seguendo tale sistema

(¹) Elettrotecnica, N. 13, 5 maggio 1922.

in un locomotore a quattro velocità i commutatori possono essere due, uno per ciascun motore. Le posizioni dei commutatori per le quattro velocità sono riassunte come segue:

| Velocità | Motore e commutatore 1 | Motore e commutatore 2 |
|----------|------------------------------|------------------------------|
| I | n_1 poli | n_1 poli |
| II | n_2 poli | n_2 poli |
| III | n_1 poli motore primario | n_1 poli motore secondario |
| IV | n_2 poli motore secondario | n_2 poli motore primario |

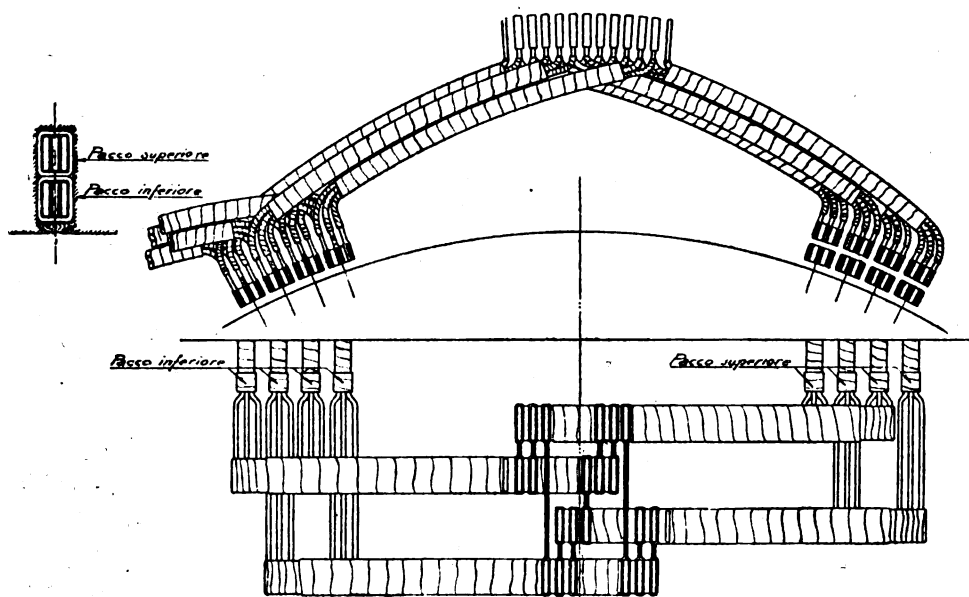


Fig. 33.

Nei collegamenti in cascata un motore risulta una volta primario e l'altra secondario. Con ciò si ottiene di ripartire in modo più uniforme la sopraelevazione di temperatura tra i due motori e di avere cilindri mobili a tre posizioni anziché a quattro.

Nella nota citata si è dimostrato anche come disponendo opportunamente l'ordine dei contatti fissi, si possono ridurre i contatti mobili a semplici sbarrette che abbracciano due contatti fissi consecutivi.

I dispositivi ricordati, che hanno già ricevuto applicazione pratica, sono stati recentemente ulteriormente perfezionati in modo da poter realizzare un commutatore a tre posizioni con due sole file di contatti fissi e due altre di contatti mobili e con il tamburo dotato di semplice moto di rotazione e non di traslazione e rotazione insieme.

Questi artifici in pratica sono indispensabili per ridurre il costo, l'ingombro e gli inconvenienti a cui danno luogo i commutatori di velocità.

Per ridurre la lunghezza dei commutatori si possono disporre i contatti fissi lungo gli spigoli di un triedro anziché in due sole file. Questa disposizione è indicata per i commutatori a due sole posizioni dei motori trifasi. In questo caso ogni lato del triedro è occupato da conduttori di una sola fase.

Reostati dei locomotori con motori asincroni.

Uno degli apparecchi caratteristici dei locomotori trifasi e monopolifasi è il reostato a liquido destinato a disperdere l'energia elettrica dei rotori dei motori durante il periodo di avviamento. La pratica ha insegnato che i tipi di reostati a liquido sono preferibili a quelli con resistenze metalliche per il minore volume, per la maggiore semplicità, per la possibilità di una regolazione con continuità ottenuta a mezzo di valvole che regolano il livello dell'elettrolito nella camera degli elettrodi, per l'assenza di inseritori e dei relativi cavi di collegamento che esistono nei reostati metallici.

Due tipi di reostati sono i più comuni. In uno, fig. 35, il sollevamento del liquido (soluzione di soda al 2 %) nella camera degli elettrodi è ottenuta a mezzo di aria compressa re-

golata da un complesso molto ingegnoso di valvole, la così detta testa del reostato, descritta in vari articoli sui locomotori trifasi. In un altro tipo, fig. 36, impiegato per la prima volta nei locomotori mono-bifasi della Pensilvania, il sollevamento del liquido è determinato dal quello di una paratoia cilindrica il cui livello superiore determina quello del liquido. Una pompa rifornisce continuamente il liquido nella camera degli elettrodi. Altre forme di reostati sono stati immaginate ma più che descriverle interessa accennare ad alcuni problemi intrinseci a questo tipo di apparecchi. Il più importante è quello del disperdimento delle calorie accumulate nei successivi avviamenti che fanno elevare la temperatura dell'elettrolito sino alla ebollizione che occorre evitare perchè il funzionamento del reostato si mantenga regolare e non si verifichino strappi ai ganci di trazione.

Il numero di calorie da disperdersi durante gli avviamenti varia entro ampi limiti a seconda della durata e degli sforzi esercitati. Come ordine di grandezza si può dire che in un reostato di locomotore da montagna con motori asincroni, di potenza intorno a 2000 kW si devono disperdere in qualche caso sino a 50.000 calorie in un solo avviamento. In caso di più avviamenti successivi (sino a 20) in genere, si arriva a dover disperdere in ragione di anche 300.000 calorie all'ora.

Nei tipi di reostati meno recenti la soluzione sodica veniva fatta circolare in appositi tubi ventilati dall'aria durante la corsa o situati in casse contenenti acqua refrigerante. Questi dispositivi sono però ingombranti e più che altro funzionano per la capacità termica della massa di liquido presente. Col secondo dispositivo si può anche ricambiare durante una fermata l'acqua refrigerante. Ma in locomotori studiati recentemente, nei quali la disponibilità del peso di progetto non era

tanto larga, si sono adottati i così detti refrigeranti a vaporizzazione sebbene questa denominazione sia alquanto impropria. Nei primi tipi di questi refrigeranti si adottò la doppia circolazione della soluzione sodica entro serpentini e dell'acqua refrigerante nel vaporizzatore (*).

Ma dovendosi economizzare il peso al massimo grado si è adottato il tipo di reostato e refrigerante rappresentato schematicamente nella fig. 37. In questo caso il calore è asportato direttamente dalla soluzione sodica che circola nel vaporizzatore. Il titolo e quindi la conducibilità della soluzione crescono man mano che l'acqua si evapora. Però praticamente

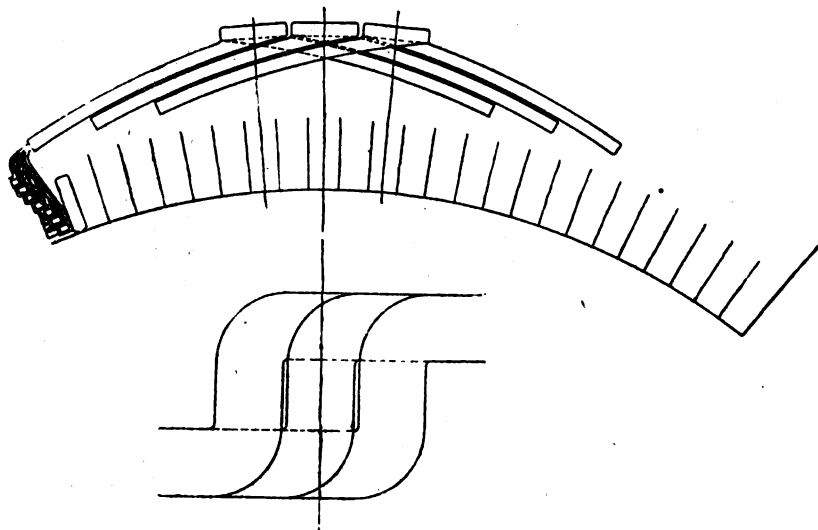


Fig. 34.

la regolazione del reostato non ne viene influenzata più di quello che lo sia in dipendenza della variazione di conducibilità dell'elettrolito per le variazioni di temperatura del medesimo. Una variazione di temperatura di 30° infatti fa variare la

(*) Vedasi gli articoli del compianto Ing. Andrea Carminati sulla Rivista Tecnica delle ferrovie Italiane, N. 3 e 4 del marzo-aprile 1919.

conducibilità di una soluzione sodica al 2 % in ragione di circa il 100 % cioè molto più di quanto non possa aversi per variazione di densità entro i limiti praticamente possibili.

Le quantità di calore che possono disperdersi con il dispositivo indicato schematicamente nella figura 37 sono assai grandi se si ha cura che la soluzione da refrigerare entri minutamente suddivisa nella cassa del vaporizzatore in modo da mescolarsi intimamente con l'aria. La temperatura del miscuglio di aria e vapore che esce dal vaporizzatore ha una temperatura solo di qualche grado inferiore a quella massima raggiunta dal liquido il che indica che la condizione di una buona mescolanza tra liquido e aria è raggiunta. In base alla curva della

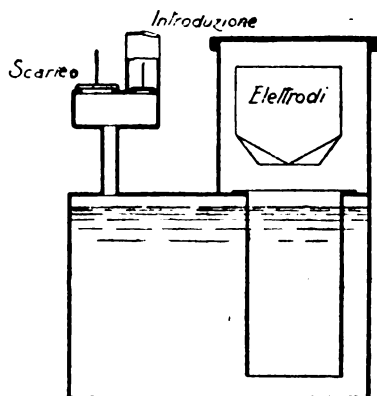


Fig. 35.

fig. 38 è facile calcolare con discreta approssimazione il numero di calorie che al massimo si possono asportare per una data portata del ventilatore e tra due valori massimo per la temperatura ammissibile sul reostato e minimo dell'aria ambiente. Così ad esempio dalla curva risulta che se la temperatura ambiente è di 40° e quella massima del miscuglio di aria e vapore all'uscita del vaporizzatore 70°, (e per quello che si è notato questa temperatura è di poco inferiore a quella massima raggiunta dall'elettrolito) la differenza tra le due or-

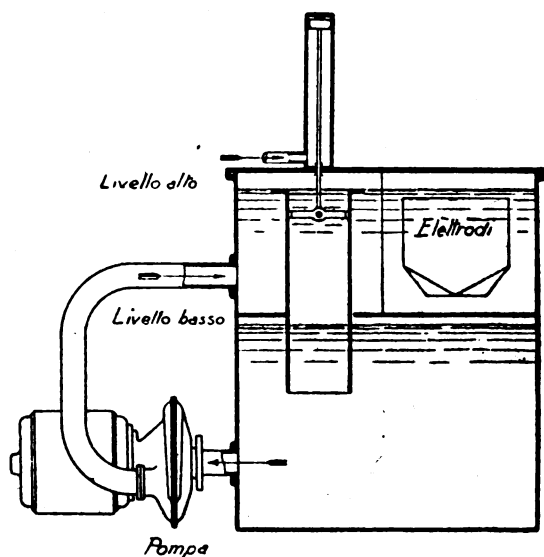


Fig. 36.

dinate corrisponde a 85 calorie asportate da un mc. di aria in questo salto di temperatura. Un ventilatore avente una portata di 1000 mc al minuto sarebbe quindi sufficiente ad asportare oltre 50 000 calorie all'ora. Praticamente è sufficiente una portata di ventilatore anche notevolmente più piccola perchè alla dispersione del calore contribuiscono in modo molto sensibile anche le pareti del reostato e le tubazioni.

Il peso di un reostato munito di vaporizzatore risulta all'incirca la metà, a parità di capacità termica, di quello dei reostati con refrigerante a superficie nei quali più che altro ha molta importanza la massa di liquido per la propria capacità termica.

Disposizione della parte meccanica dei locomotori con motori asincroni.

La disposizione generale dei primi locomotori trifasi della Valtellina è stata mantenuta all'incirca anche sui tipi più recen-

ti: due soli motori direttamente accoppiati alle ruote mediante biella triangolare e bielle accoppiate. Si può dire che l'impiego esclusivo di bielle sia la caratteristica più notevole della parte meccanica dei locomotori trifasi. La frequenza di 16 periodi è stata scelta del resto principalmente appunto per permettere la

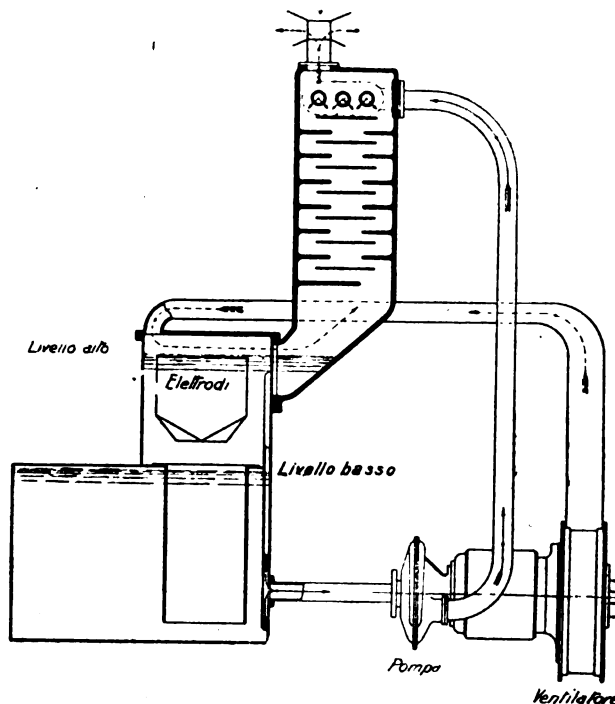


Fig. 37.

trasmissione diretta del moto mediante bielle dai motori alle ruote con motori aventi un numero di poli non eccessivo. Nei locomotori a frequenza industriale si è dovuto invece ricorrere a ingranaggi riduttori del movimento tra i motori e gli assi ausiliari dai quali il moto è trasmesso alle ruote con il solito sistema di bielle triangolari e bielle accoppiate.

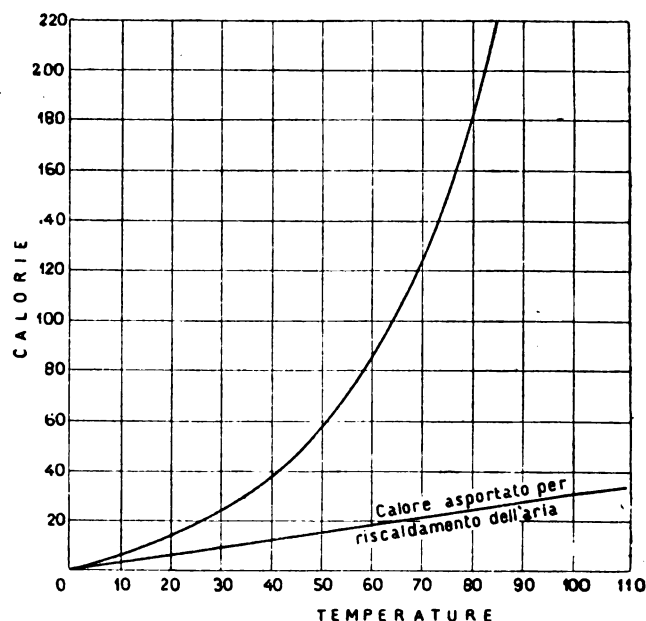


Fig. 38.

Volendo rinunciare in un caso all'uso di ingranaggi riduttori è necessario adottare motori con gran numero di poli (18, 24 poli); dato il basso fattore di potenza intrinseco di tali motori, si ricorre all'uso di un trasformatore sincrono ruotante che può fornire una alimentazione polifase dei motori ottenendo così il cambiamento del numero dei poli.

I fenomeni complessi che si verificano nel sistema di trasmissione con biella triangolare o col sistema dell'albero di rimando sono stati descritti e studiati da molti e non è il caso di ricordarli. La tendenza oggi è di abbandonare i biellismi nella trasmissione del moto nelle locomotive elettriche. Nei

locomotori a corrente continua ad alta tensione si può dire esclusivo l'uso degli ingranaggi con assenza di accoppiamenti fra le varie sale giustificato del resto dall'eccesso di peso aderente che tali locomotori presentano rispetto a quello di altri sistemi di pari potenza.

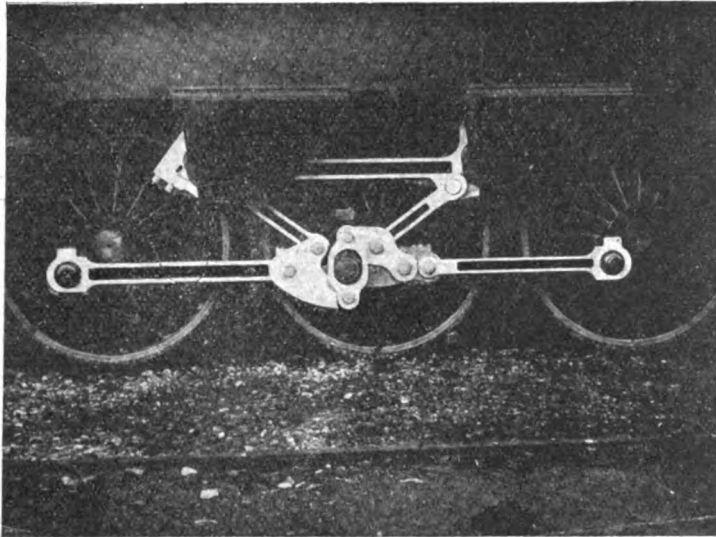


Fig. 39.

Nei locomotori monofasi sono mantenute in generale le bielle di accoppiamento, dato che non si è trovato praticamente conveniente frazionare la potenza del locomotore in un numero troppo grande di motori.

Nei locomotori trifasi, oltre che, per le ragioni ricordate, l'accoppiamento rigido tra i due motori di trazione deve essere mantenuto per poter acconsentire l'accoppiamento in cascata senza correre il rischio che il motore primario possa assumere una velocità tale rispetto al secondario da oltrepassare il tratto di curva stabile della marcia in cascata. Non sarebbe certo consigliabile, specialmente dato il limite basso del peso per asse acconsentito da noi e quindi la facilità con cui si verificano gli slittamenti, di adottare per i locomotori trifasi la stessa disposizione dei locomotori a corrente continua cioè assi motori indipendenti vagheggiata da alcuni.

Questa disposizione sembra solo possibile se non si ricorre all'accoppiamento in cascata tra i motori, ma le varie velocità vengono ottenute con i motori sempre in parallelo solo cambiando il numero dei poli. Gli accennati studi sulla possibilità di ottenere, a mezzo di una alimentazione polifase dei motori asincroni,

che, come si è notato nelle linee generali, e specialmente per quanto riguarda la parte meccanica, sono rimasti presso a poco sempre allo stesso tipo.

Per eliminare alcuni inconvenienti derivanti dall'impiego di bielle triangolari e per permettere una maggiore libertà di disegno nei telai delle locomotive trifasi furono studiati i sistemi di biellismo snodati (fig. 39) per trasmettere il moto dai motori alle ruote. Le ragioni che consigliano l'impiego di tali biellismi furono spiegate già in vari articoli di cui alcuni pubblicati anche su questa Rivista (*) e basterà ricordarle solo sommariamente:

Per non eccedere nel peso delle bielle triangolari e diminuire la cause non completamente conosciute, di rotture delle manovelle dei motori e nelle stesse bielle conviene limitare per quanto è possibile l'altezza della biella triangolare.

Questa condizione obbliga in molti casi a disegnare il telaio della locomotiva in modo che i motori siano smontabili dal basso. In tale modo però non è possibile controventare sufficientemente il telaio con diaframmi orizzontali specialmente in vicinanza dei motori dove gli sforzi nel telaio sono maggiori.

Potendo invece aumentare la distanza tra gli assi dei motori e quelli delle ruote è possibile provvedere nel migliore modo a diaframmare il telaio. Data però l'impossibilità di costruire e ottenere il buon funzionamento di bielle triangolari rigide troppo alte è necessario ricorrere all'uso di biellismi snodati.

Le due figure 40 e 41 mettono in evidenza i due casi considerati.

Con la posizione sopraelevata dei motori e con l'uso di biellismi articolati si hanno anche i seguenti vantaggi:

- a) Una maggiore stabilità di marcia e una diminuzione degli sforzi esercitati sul binario per essere il centro di gravità più elevato;
- b) Una più facile sorveglianza dei collettori durante la marcia;
- c) La possibilità di dimensionare convenientemente le

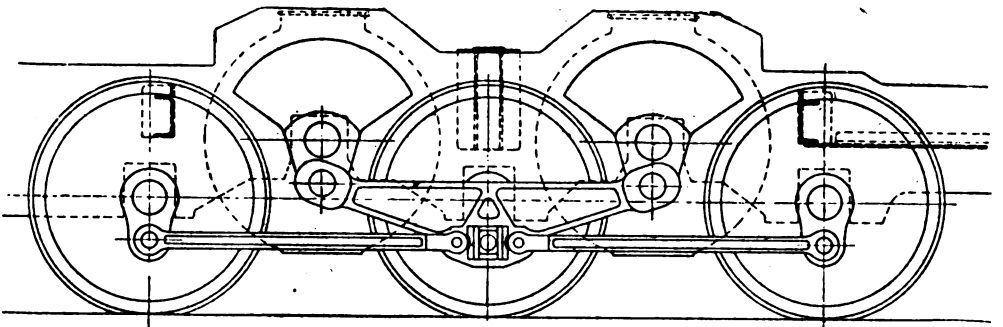


Fig. 40.

manovelle dei motori che non devono essere più forate per dare passaggio ai cavi che vanno agli anelli dei rotor;

- d) Un peso del biellismo articolato notevolmente inferiore a quello di una biella triangolare;

e) I contrappesi delle manovelle dei motori molto più piccoli con la biella snodata che non con la biella triangolare. Data l'assenza di ogni finestra rettangolare la contropesatura della massa ruotante può ottenersi perfetta.

f) I biellismi articolati a differenza della biella triangolare sono staticamente determinati e cioè possibile fare il calcolo esatto delle sollecitazioni nelle varie parti.

g) Il montaggio e lo smontaggio delle varie parti della biella snodata può essere fatto con facilità anche in piena linea dato il limitato peso dei pezzi che compongono la biella. In caso di rottura basta ricambiare solo il pezzo rotti.

È indubitato che nei locomotori di notevole potenza, aventi due soli motori, l'uso dei biellismi articolati si impone su tutti gli altri sistemi. Non è però detto, come si è accennato, che in avvenire non prevalga anche per i locomotori con motori asincroni il tipo con più di due motori direttamente accoppiati alle ruote mediante ingranaggi, senza alcun biellismo come sono i locomotori a corrente continua ad alta tensione.

(*) *Revue Générale des chemins de fer*, N. 2 del febbraio 1923 e *Elettrotecnica* N. 33 del novembre 1922.

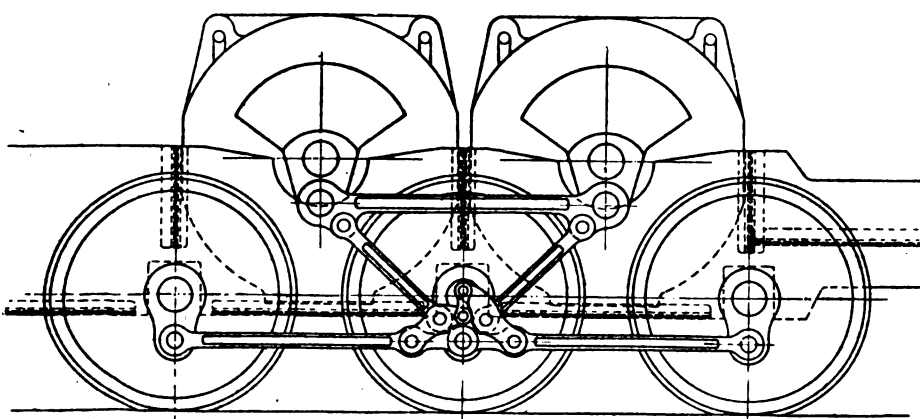


Fig. 41

più velocità di marcia, fanno intravedere come possibile, almeno per la frequenza industriale, un tipo di locomotore trifase o monopolifase affatto analogo a quello dei locomotori a corrente continua per quanto riguarda la disposizione dei motori e del rodiggio. Sarebbe questo certamente un progresso nella costruzione dei locomotori con motori asincroni

Conclusione.

Questo riassunto schematico di studi che si connettono alla applicazione dei motori asincroni ai locomotori non ha lo scopo di voler indicare se conviene o no seguire questa via in fatto di sistema di elettrificazione ma solo di enumerare una parte della serie di problemi che si sono presentati nella costruzione di due tipi di locomotori strettamente affini: quelli trifasi e monopolifasi.

Per quanto si riferisce al problema più importante, quello del cambiamento della velocità dei motori asincroni, sembra si possa concludere che i sistemi polifasi di commutazione dei poli presentano maggiore larghezza di soluzioni e possibilità di applicazione che non quelli aventi numero costante di fasi alle varie polarità, specialmente per i locomotori trifasi a frequenza industriale o quelli monopolifasi dato che in entrambi i tipi di locomotori è indispensabile avere un trasformatore statico o rotativo a bordo del locomotore del quale è facile ottenere tensioni polifasi. Le serie di velocità ottenibili con sistemi di commutazione polifasi è in generale numerosa tanto da rendere superfluo l'accoppiamento in cascata. Con appropriati valori delle tensioni di alimentazione dei motori (in relazione alle caratteristiche dei motori e al numero delle fasi) è possibile realizzare un locomotore nel quale gli sforzi di trazione siano decrescenti con la velocità. Ci si avvicina così alle caratteristiche dei locomotori a corrente continua con motori in serie.

I sistemi di commutazione di velocità che mantengono costante il numero delle fasi, e in particolare quelli trifasi, permettono in modo abbastanza facile di ottenere sino a quattro velocità. Con rotor in corto circuito basta per uno dei sistemi di commutazione a due polarità applicare anche il noto metodo di Dahlander per ottenere le quattro velocità in corrispondenza delle quali, se la tensione di alimentazione resta costante, gli sforzi di trazione sono però molto diversi. Con rotor avvolti si ricorre in generale all'accoppiamento in cascata col quale però le caratteristiche di funzionamento restano menomate. Complicando i rotor nel senso di aumentare il numero degli anelli collettori (fino a 14) si può applicare il metodo di Dahlander in corrispondenza di una delle due commutazioni e realizzare anche tre velocità in parallelo. E' tuttavia da mettere ancora in evidenza la difficoltà di realizzare un sistema di commutazione trifase che permette di avere una potenza costante e una coppia appropriata in corrispondenza delle varie polarità. Ciò è tanto più difficile in quanto che i rotor polifasi usati in questi casi hanno avvolgimento in parallelo. Date le anomalie più o meno grandi nella forma della forza magnetomotrice degli statori, come si è accennato, si stabiliscono correnti oziose di circolazione tra le bobine in parallelo di una stessa fase dei motori e, in caso di avvolgimenti bifasi o tetrafasi, anche l'azione della terza armonica nella forma del campo contribuisce a ridurre la coppia motrice.

Il sistema di commutazione trifase richiede quindi molta cautela nella sua applicazione e non sono mancate amare delusioni in questo campo quando lo studio preventivo sulle accennate difficoltà non è stato molto approfondito.

Per quanto si riferisce alla apparecchiatura (commutatori, reostati, ecc.) dei locomotori trifasi e monotrifasi sembra non siano possibili grandi novità ma piuttosto semplificazioni che diminuiscano le cause di incerto funzionamento in omaggio al principio che ogni organo in meno fa aumentare le probabilità di buon funzionamento del locomotore.

Sulla possibilità che gli studi sopra riportati possano ricevere una applicazione più vasta di quella fino ad ora avuta non è dato fare previsioni. Sembra tuttavia si possa mettere in evidenza che mentre il punto di partenza per lo studio delle prime applicazioni di trazione elettrica è stato sempre il locomotore e la scelta del sistema, quella della tensione, frequenza delle correnti, ecc., si è fatta dipendere dalle caratteristiche del motore prescelto per il locomotore, una visione più comprensiva dei problemi di elettrificazione ha, in epoca più recente, fatto rovesciare, per così dire, l'antico concetto. Oggi infatti non è più in vista di uno speciale tipo di locomotive che vengono fissate le caratteristiche degli impianti di trazione, elettrica ma solo in relazione ad esigenze economiche, ai problemi inerenti alla produzione, alla trasmissione dell'energia e al coordinamento dei vari impianti. Questi concetti hanno portato alla utilizzazione delle correnti aventi caratteristiche, in particolare la frequenza, comuni agli impianti industriali per luce e forza.

Fino a questo punto i pareri dei vari tecnici sono abbastanza concordi. I dispareri cominciano invece sulla convenienza di utilizzare le correnti a frequenza industriale con le

sole trasformazioni statiche per la linea di contatto ovvero mediante trasformazione, con gruppi rotativi o convertitori a mercurio, in corrente continua.

E' ora evidente che l'impiego di correnti a frequenza industriale sia trifasi che monofasi sulla linea di contatto può portare come conseguenza inderogabile l'impiego di motori asincroni sui locomotori siano essi trifasi o monofasi: sono troppe infatti le difficoltà di buon funzionamento dei motori a collettore a corrente alternata a frequenza industriale.

Sono quindi due i tipi di locomotori possibili con la utilizzazione della corrente a frequenza industriale: il locomotore a corrente continua e quello con motori asincroni. Ciò vale a dare un valore non soltanto retrospettivo e teorico agli studi più avanti ricordati.

E' stato però anche prospettato un tipo di locomotore avente a bordo il convertitore per trasformare la corrente alternata in continua. Il convertitore sarebbe alimentato dalla linea di contatto monofase o trifase e a sua volta alimenterebbe i motori a corrente continua accoppiati alle ruote e potrebbe anche servire da correttore del fattore di potenza potendo essere un gruppo sincrono. Questo tipo di locomotore sarebbe come l'anello di congiunzione tra i locomotori monofasi o trifasi e quelli a corrente continua e potrebbe anzi circolare indifferentemente sotto linee di contatto a corrente alternata o continua.

Non sarebbe certo un locomotore ideale data la inevitabile complicazione, il costo e il peso. Ma soluzioni simili a questa dovranno forse essere prese in esame se non altro come possibile tregua tra i partigiani del trifase o monofase a frequenza industriale e della corrente continua a meno che idee più concordi, nuovi criteri, o qualche scoperta chiariscano o modifichino nuovamente le idee in fatto di elettrificazione.

Firenze, marzo 1924.

□ SUI CICLI ASIMMETRICI DI ISTERESI MAGNETICA IN UN CAMPO DI DIREZIONE COSTANTE □ □ □ □ □ □ □ □

MICHELE PARIS



:: :: :: Comunicazione alla Sezione di Livorno :: :: ::

1. - Scopo delle misure.

La questione dei cicli di magnetizzazione alternativa, che si verificano nel ferro sottoposto ad un campo magnetico di direzione costante, ma di intensità variabile periodicamente tra due valori limiti che non siano eguali e contrari, (come accade per es., nel circuito magnetico degli alternatori a ferro rotante, nel nucleo di taluni trasformatori statici di frequenza, di trasformatori telefonici, ecc.), è stata altre volte trattata.

In alcune di queste ricerche i cicli asimmetrici sono stati studiati con l'intento di determinare la dipendenza del lavoro di isteresi dalla maggiore o minore asimmetria di essi; in altre si perseguono intenti diversi.

Particolarmente notevole è il lavoro di G. Vallauri ⁽¹⁾, al quale si rimanda per la bibliografia precedente. Dopo di esso sono comparsi alcuni altri lavori, specialmente americani, che pur senza citarlo, ne confermano in massima i risultati. Così F. Holm ⁽²⁾ ha verificato che la legge proposta dallo Steinmetz, secondo la quale la perdita per isteresi dipende essenzialmente dal salto d'induzione e non dalla maggiore o minore asimmetria del ciclo, è completamente fallace; e risultati analoghi trova M. Rosenbaum ⁽³⁾. J. D. Ball ⁽⁴⁾ ha proposto la seguente espressione per la perdita unitaria:

$$W_i = \left(\eta + \alpha B_{\text{medio}}^{1.9} \right) \left(\frac{\Delta B}{2} \right)^{1.6}$$

⁽¹⁾ G. VALLAURI. — Isteresi del ferro nei cicli asimmetrici di magnetizzazione alternativa. Atti dell'A.E.I., Vol. XV, febbraio 1911, pag. 79.

G. VALLAURI. — Raddoppiatore statico di frequenza. Atti dell'A.E.I., Vol. XV, maggio 1911, pag. 391.

⁽²⁾ F. HOLM: Doctor — Dissertation, Berlino, 1912.

⁽³⁾ M. ROSENBAUM: Hysteresis Loss in Iron. *The Electrician*, 1912, Vol. 69, pag. 345.

⁽⁴⁾ J. D. BALL: The unsymmetrical Hysteresis Loss. *Proc. A.I.E.E.*, ott. 1915, vol. 34, pag. 2275.

dove B medio = $\frac{B_1 + B_2}{2}$, $\Delta B = B_1 - B_2$, η è il coefficiente dello Steinmetz per i cicli simmetrici ed α una costante dipendente dal materiale. L. W. Chubb e Th. Spooner ⁽⁵⁾ trovano

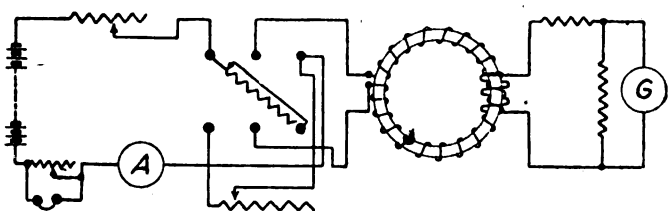


Fig. 1. — Schema dei circuiti per le misure balistiche.

che con valori di ΔB molto grandi e forte asimmetria, la perdita per isteresi può essere minore di quella corrispondente al ciclo d'isteresi simmetrico di eguale ΔB . A. W. Smith e H. E. Hammond ⁽⁶⁾ hanno esaminato i cicli asimmetrici esclusiva-

soprattutto gli effetti dell'azione simultanea di due campi alternativi di frequenza diversa, constatando che la perdita per isteresi relativa alla frequenza più bassa apparisce ridotta, quella relativa alla frequenza più alta, accresciuta. Questi risultati potrebbero probabilmente trovare in massima spiegazione sulla base del comportamento del ferro nel caso dei cicli asimmetrici. La ricerca di una tale spiegazione potrà eventualmente formare oggetto di studio a parte. Infine Y. Niva e Y. Asami ⁽⁷⁾ hanno svolta una serie di ricerche, che confermano in genere i risultati di Vallauri, di Ball e di Chubb e Spooner.

Nel presente lavoro si è ripreso l'argomento per continuare lo studio della relazione tra l'asimmetria del ciclo e la perdita per isteresi corrispondente.

2. - Definizione del grado di asimmetria.

Si è stabilito di chiamare *grado di asimmetria* χ di un determinato ciclo il rapporto tra la somma algebrica dei valori B_1 e B_2 dell'induzione nei due vertici del ciclo e il doppio del

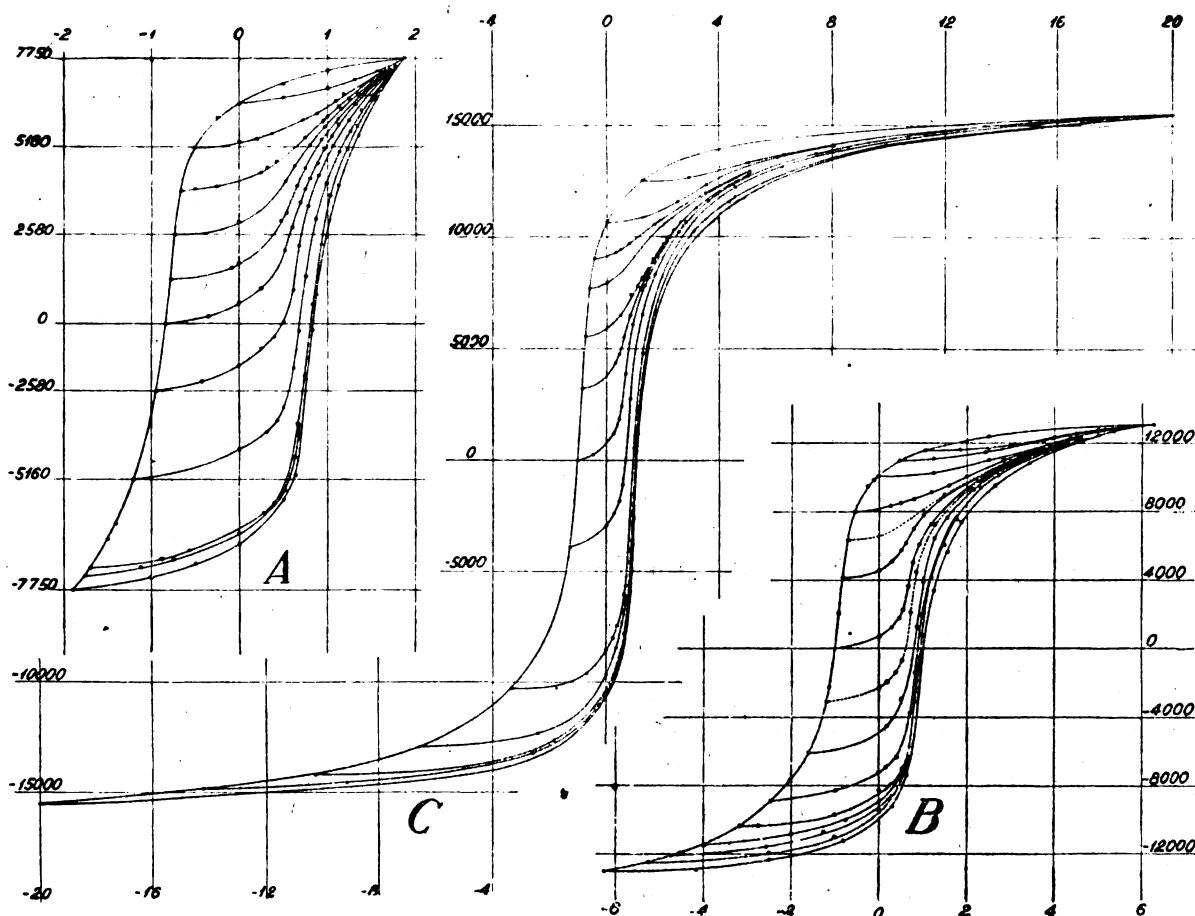


Fig. 2. — A-B-C: Famiglie di cicli asimmetrici col vertice superiore comune.

mente dal punto di vista del loro particolare andamento quando passano per l'origine delle coordinate, e non hanno portato la loro attenzione sulla questione del modo di variare delle perdite con l'asimmetria. H. Lorenz ⁽⁷⁾ tratta della rappresentazione analitica della curva di prima magnetizzazione e dei cicli simmetrici ed asimmetrici ed ottiene equazioni che li rappresentano; dà infine una formula, analoga a quella dello Steinmetz, che esprime la perdita per isteresi nel caso di deboli magnetizzazioni. W. Fondiller e W. H. Martin ⁽⁸⁾ hanno studiato

valore B_1 dell'induzione nel vertice più lontano dall'origine, valore che si assume come positivo:

$$\chi = \frac{B_1 + B_2}{2 B_1}$$

Per studiare gli effetti della variazione del *grado di asimmetria* si considerano dapprima famiglie di cicli aventi in comune il vertice di ordinata B_1 e riferentisi ciascuno ad un dato valore di B_2 , variabile tra $-B_1$ e $+B_1$. Quando $B_2 = -B_1$, $\chi = 0$, e si ha il ciclo simmetrico; quando $B_2 = +B_1$, $\chi = 1$, e si ha l'opposta condizione limite, per la quale il ciclo si riduce ad un punto.

3. - Misure balistiche.

Per le prove statiche si è adoperato un toro costituito da 46 anelli di lamiera dello spessore di cm 0,0472, aventi un

⁽⁵⁾ L. W. CHUBB and TH. SPOONER: The effect of displaced magnetic pulsations on the hysteresis loss of sheet steel. Proc. A.I.E.E., ott. 1915, Vol. 34, pag. 2321.

⁽⁶⁾ A. W. SMITH and H. E. HAMMOND: Neutral magnetisation in Iron; Unsymmetrical Hysteresis Curves through the Zero point; Comparison with the Normal Magnetisation Curve. Phys. Rev. vol. 15 aprile 1920, pag. 249.

⁽⁷⁾ H. LORENZ: Magnetisation Curves and Hysteresis Cycles. Science Abstracts, (A), Vol. 24, 1921, pag. 521, da Zeits. techn. Physik, 1921 pag. 63.

⁽⁸⁾ W. FONDILLER and W. H. MARTIN: Hysteresis effect with varying Superposed Magnetising Forces. Am. I.E.E. febbraio 1921, pag. 149.

⁽⁹⁾ Y. NIVA and Y. ASAMI: Magnetic Properties of sheet steel under superposed alternating fields and unsymmetrical Hysteresis Losses. Electrotecn. Lab. Tokyo, Research, N. 124.

diametro interno $d_1 = 20$ cm, ed un diametro esterno $d_2 = 28$ cm; il peso complessivo netto di ferro è di kg 5,100. Gli anelli sono isolati l'uno dall'altro mediante carta, e sul fascio sono avvolti tre strati di spire di filo di rame di $1,13 \text{ mm}^2$, distribuiti uniformemente. Lo strato più interno è composto di 376 spire, il secondo di 371, e ciascuno di essi termina a 2 morsetti; il terzo, formato da 360 spire, è diviso in tre parti diverse (di 60, 120, 180 spire), che mettono capo ciascuna a due morsetti. Le misure sono state eseguite col metodo balistico, producendo variazioni di corrente magnetizzante nel primario di 376 spire, e misurando le conseguenti variazioni di flusso magnetico mediante le correnti indotte nel secondario di 60 spire, chiuso su un galvanometro balistico.

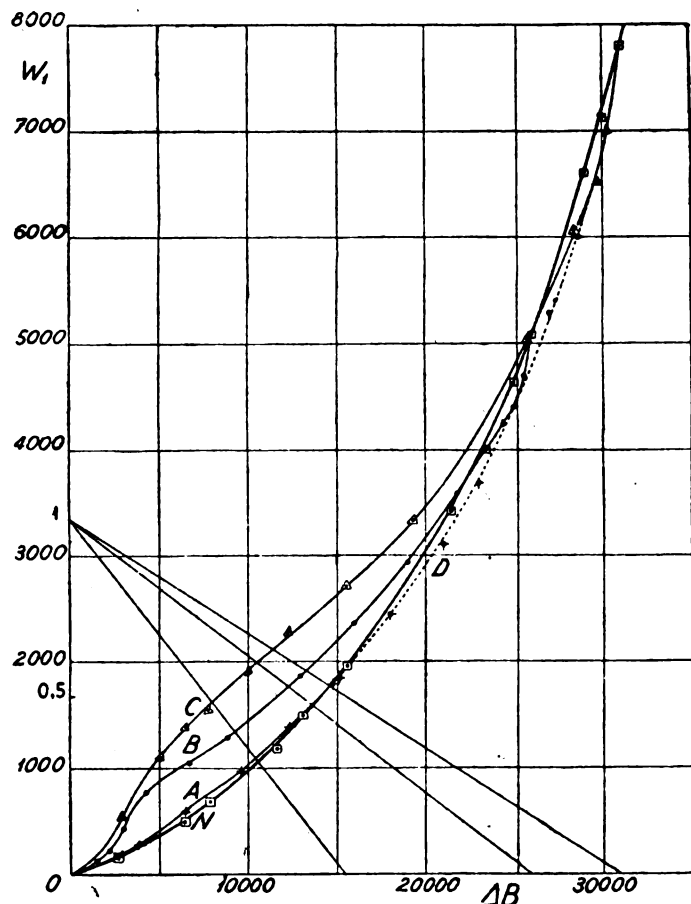


Fig. 3. — Perdite in funzione del salto d'induzione e del grado di asimmetria, ricavate dalle misure balistiche.

Nel circuito magnetizzante si sono inseriti una batteria di 10 accumulatori, un gruppo di reostati, un amperometro Weston e un invertitore a pozzetti di mercurio, in cui in luogo delle connessioni incrociate, si son posti due reostati a cursore. Ai capi del secondario si è collegato un galvanometro Siemens a sospensione e a lettura diretta munito di shunt (fig. 1). Per verificare se la costante di tempo del circuito primario fosse sufficientemente piccola e tale che il ritardo con cui le variazioni di flusso si producevano risultasse trascurabile in confronto con la durata di oscillazione del galvanometro, si è fatto dapprima deviare quest'ultimo invertendo la corrente di 1 ampere con 10 volt di tensione e si è poi ripetuta l'operazione con la medesima intensità di corrente, ma raddoppiando la tensione applicata e la resistenza del circuito magnetizzante. La deviazione balistica del galvanometro, di ampiezza convenientemente grande, è rimasta nei due casi la stessa.

4. - Metodo di misura.

Si è rilevata dapprima per punti la curva di induzione media invertendo la corrente magnetizzante, e poi una serie di cicli simmetrici da $\Delta B = 3000$ a $\Delta B = 31000$. I cicli sono stati rilevati, nel primo tratto del ramo superiore, facendo variare per salti la corrente magnetizzante dal valore massimo a zero (e partendo sempre dal valore massimo), poi per inversione, partendo di nuovo ogni volta dal valore massimo ed andando ad un valore negativo di corrente e quindi di campo mano mano crescente in valore assoluto: a ciò son serviti i reostati a cursore disposti in luogo delle connessioni in croce nell'invertitore (fig. 1).

Mentre per far descrivere al materiale i cicli simmetrici si è giunti ad un valore di campo negativo eguale a quello positivo, per poter ottenere i cicli asimmetrici ci si è arrestati al valore di campo negativo voluto (che nel metodo che si è seguito, come appare anche dalle figure, e sempre in valore assoluto minore di quello positivo); si è poi tornati da questo valore al valore $H = 0$ e successivamente ai valori di H positivi e mano mano crescenti fino al massimo, sempre con gli stessi procedimenti, cioè nel primo tratto per salti, nel secondo per inversione partendo ogni volta dal valore di campo corrispondente al vertice inferiore.

Si è scelto dapprima il ciclo simmetrico $\Delta B = 26000$, e partendo dal vertice $B_1 = 13000$ si è descritta nel modo sopradetto una serie di cicli asimmetrici che hanno in comune il vertice superiore B_1 ed una parte del ramo superiore del ciclo simmetrico. Osservando questi cicli asimmetrici (fig. 2 [B]) inscritti nel simmetrico, si vede chiaramente come a ciascuno di essi corrisponda un determinato grado di asimmetria e un certo valore di salto d'induzione, che variano inversamente fra di loro, cioè, mentre aumenta, passando dal più piccolo ciclo al successivo e così via, il salto d'induzione, diminuisce il grado di asimmetria.

5. - Risultati.

Dalla misura dell'area dei cicli si è dedotto il lavoro d'isteresi corrispondente a ciascuno di essi.

Portando, per i cicli simmetrici, questi valori come ordinate in funzione dei salti d'induzione presi come ascisse, si è ottenuta la solita curva parabolica (N fig. 3); ripetendo l'operazione per i cicli asimmetrici della fig. 2 B si ottiene la curva B in fig. 3.

Per la serie dei cicli simmetrici si è calcolato il coefficiente η della formula empirica dello Steinmetz, $W_i = \eta B_{\max}^{1.6}$, il quale risulta diverso per i diversi cicli.

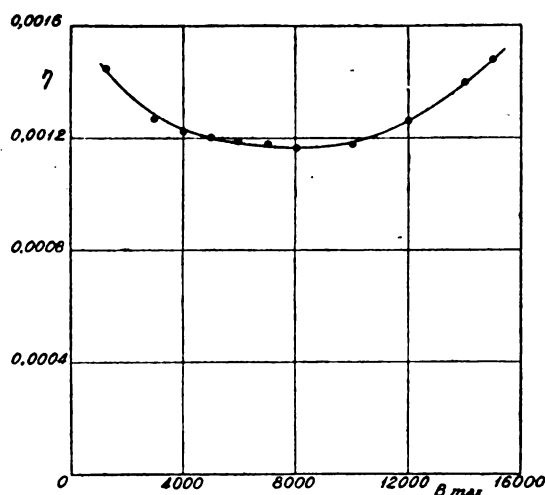


Fig. 4. — Curva di $\eta = f(B_{\max})$ per i cicli simmetrici.

La fig. 4, che ha per ascisse i valori d'induzione B_{\max} e per ordinate i valori di η , mostra, a conferma di quanto è stato già trovato (¹⁰) che η non è indipendente da B_{\max} , ma varia con esso e presenta un minimo per $B_{\max} = 5000 \div 10000$. Il minimo valore di η per il materiale adoperato in questo lavoro è $\eta = 0,00117$, in corrispondenza di $B_{\max} = 8000$.

Se si prende poi sull'asse delle ordinate (fig. 3) a partire dallo zero un segmento che si assume eguale all'unità, e si congiunge questo segmento col punto 26000 sull'asse delle ascisse, si ottiene una retta le cui ordinate rappresentano evidentemente il grado di asimmetria (definito nel § 2) dei corrispondenti cicli asimmetrici rappresentati nella fig. 2 (B).

Nella fig. 3 le curve (A) e (C) si son ricavate, come per la (B) dai cicli rappresentati nelle figure 2 (A) e 2 (C), ottenuti nel modo sopradescritto, partendo per (A) da $B_1 = 7750$ e per (C) da $B_1 = 15500$.

Si son rilevati anche quattro cicli asimmetrici di salto d'induzione rispettivamente 18000, 21000, 23000, 27000, ed aventi lo stesso grado di asimmetria, $\alpha = 0,03$; collegando

(¹⁰) G. VALLAURI: Su le relazioni tra i parametri, del ferromagnetismo. L'Elettrotecnica, 1917, Vol. IV, N. 28, pag. 498 e seguenti.

tutti i punti corrispondenti a tale valore di χ , si è ottenuta la curva (D) segnata a tratti in fig. 3.

I rapporti tra le ordinate delle curve (A), (B), (C) della fig. 3 e le corrispondenti ordinate della curva (N), ossia i rap-

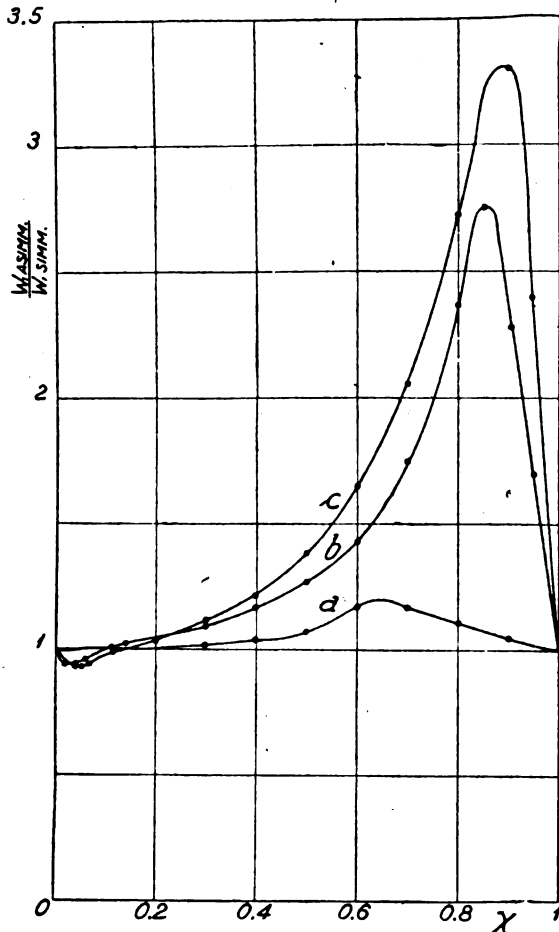


Fig. 5. — Rapporti fra le perdite nei cicli asimmetrici e simmetrici in funzione di χ e per dati valori di B_1 .

porti tra le perdite nei cicli asimmetrici e in quelli simmetrici di eguale ampiezza, sono riportati in fig. 5, in funzione del grado di asimmetria dei primi. Ciascuna curva si riferisce ad

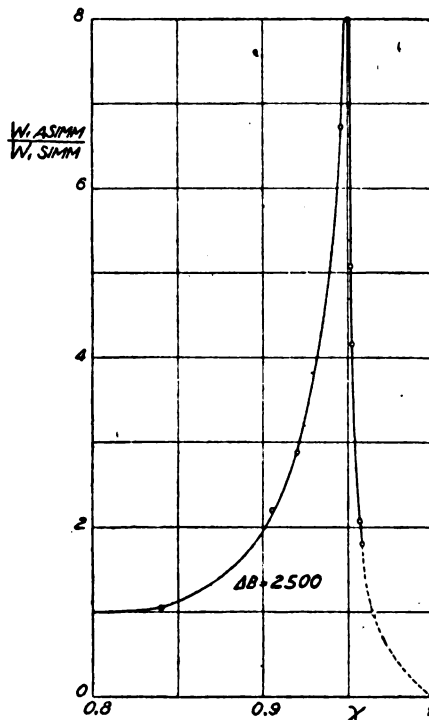


Fig. 6. — Rapporto fra perdite nei cicli asimmetrici e simmetrici in funzione di χ e per ΔB costante.

una famiglia di cicli aventi il medesimo vertice di ordinata B . Dalle curve in fig. 3 e fig. 5 si rileva come l'energia dissipata nei cicli asimmetrici sia quasi sempre notevolmente maggiore che per i corrispondenti simmetrici; solo per piccolissimi gradi

di asimmetria, e precisamente per valori di χ compresi tra 0 e 0,1, si trova invece una diminuzione del lavoro di isteresi. Dal confronto tra le diverse curve si rileva anche l'influenza del valore di B_1 sul valore relativo dell'energia dissipata, poichè quanto maggiore è B_1 tanto maggiore è in genere la discrepanza fra le perdite del ciclo asimmetrico e quelle del ciclo simmetrico di eguale ampiezza, a parità del grado di asimmetria.

Si sono da ultimo rilevati 6 cicli di egual salto d'induzione, $\Delta B = 2500$, aventi il vertice superiore B , rispettivamente eguale a 16 350, 17 800, 18 100, 18 500, 19 650, 20 000, ed in corrispondenza un grado di asimmetria di 0.9258, 0.93, 0.931, 0.9324, 0.9365, 0.9375.

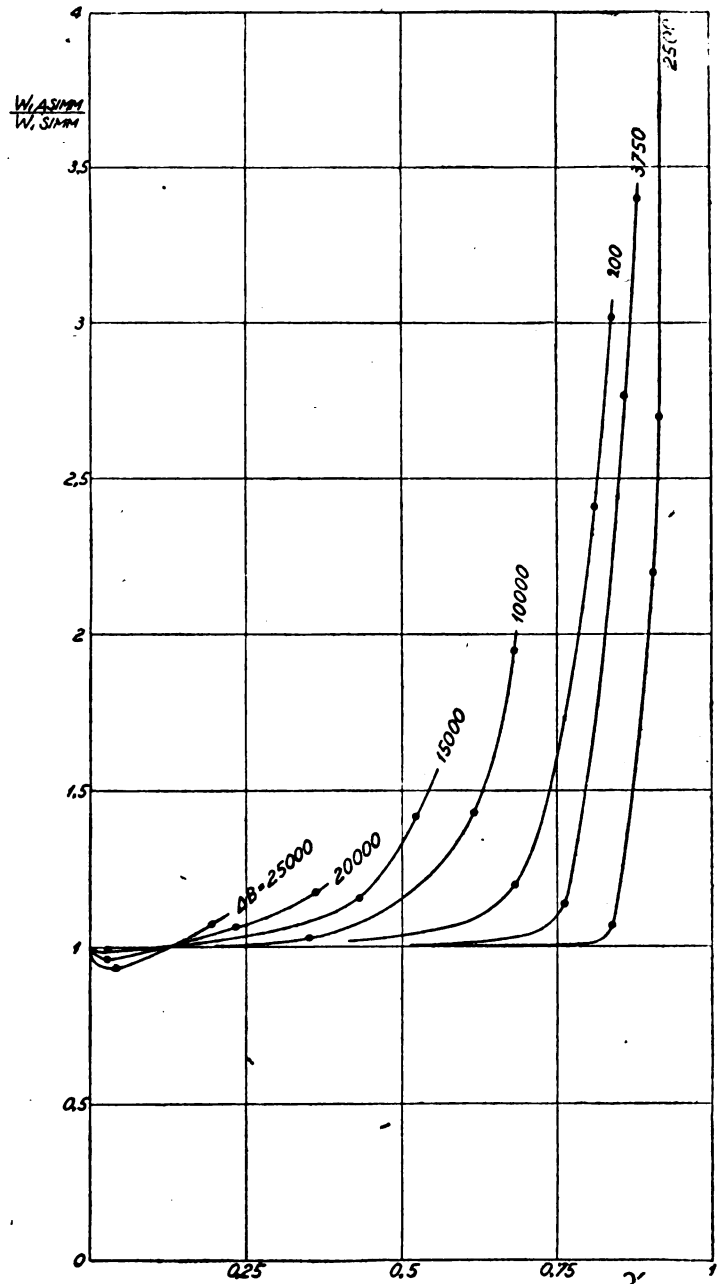


Fig. 7. — Rapporti fra perdite nei cicli asimmetrici e simmetrici in funzione di χ e per ΔB costante.

I dati dedotti da questi cicli e da altri 3 precedentemente rilevati, (di salto d'induzione pure eguale a 2500, con B , rispettivamente 7750, 13 000, 15 500, e χ 0.84, 0.905, 0.921) son serviti a tracciare una curva (fig. 6) che mostra come varia il rapporto tra le perdite nei cicli asimmetrici e quelle nei simmetrici in funzione del grado di asimmetria.

In fig. 7 sono segnate altre curve incomplete dello stesso tipo di quella della fig. 6 relative a ΔB maggiori: difficoltà di ordine pratico non hanno permesso di potersi spingere a saturazioni più elevate di $B_1 = 20\,000$ e non si è potuto perciò prolungare le curve predette.

I risultati ottenuti, oltre al fatto nuovo della minor perdita per piccoli gradi di asimmetria, confermano quello che era stato già osservato da Chubb e Spooner e che era prevedibile teoricamente, che cioè aumentando la asimmetria del ciclo, la

perdita per isteresi cresce dapprima lentamente poi più rapidamente, passa per un massimo e decresce, tendendo ad annullarsi per valori di B , sempre più elevati e grado di asimmetria avvicinandosi all'unità.

6. - Misure wattometriche.

A controllo dei risultati ottenuti col metodo sopraindicato, si sono eseguite misure col wattometro, adoperando lo stesso toro e con esso un altro egualmente costituito ed avente le stesse dimensioni. Ciò sia per raddoppiare le potenze da misurare ed utilizzare gli strumenti in migliori condizioni di sensibilità, sia per poter costituire opportunamente il circuito di corrente continua necessario a produrre i cicli asimmetrici.

Le misure sono state eseguite utilizzando come sorgente di f. e. m. alternativa una convertitrice da 5,5 kW, funzionante come alternatore monofase, accoppiata meccanicamente con una macchina identica adoperata come motore a corrente continua, che permette di variare la frequenza tra 50 e 10 periodi al secondo.

7. - Separazione delle perdite.

a) Cicli simmetrici.

La fig. 8) indica lo schema dei circuiti: per ottenere un processo ciclico di magnetizzazione simmetrica, l'interruttore (a) del circuito di corrente continua dev'esser aperto come anche l'interruttore a' del circuito del galvanometro G , di cui si dirà in seguito.

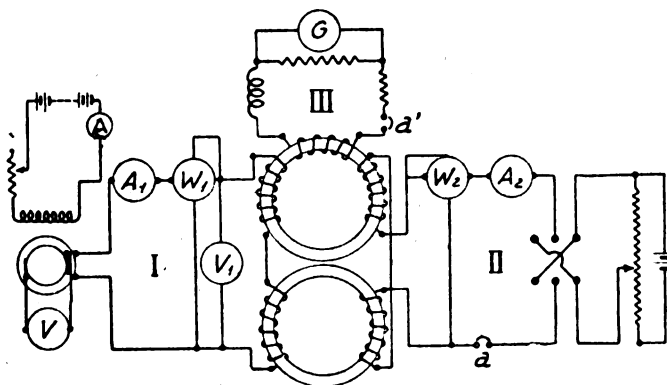


Fig. 8. — Schema dei circuiti per le misure wattometriche.

Nel circuito I della fig. 8), percorso dalla corrente alternata, si è posto un amperometro a filo caldo A_1 , un wattometro elettrodinamico W_1 , un voltmetro elettrostatico V_1 ; per avere un controllo alle misure di velocità si è aggiunto un voltmetro a bobina mobile dal lato corrente continua della convertitrice funzionante da alternatore. La frequenza è stata misurata con un frequenzimetro e con un tachimetro.

Dalla lettura al wattometro diminuita della potenza consumata nel circuito voltmetrico del wattometro e nel rame del circuito magnetizzante, si è ricavata la potenza consumata nel ferro a diverse frequenze e per ΔB costante. Per mantenere costante la variazione ΔB al variare della frequenza si è dimostrato conveniente mantenere rigorosamente costante l'eccitazione dell'alternatore.

Ridotta la perdita all'unità di volume e di frequenza e tracciato così il diagramma della perdita unitaria in funzione della frequenza (che è un diagramma praticamente rettilineo), si può ricavare, com'è ben noto, la perdita per isteresi che risulta misurata dall'ordinata iniziale del diagramma stesso. Ripetendo queste operazioni per diversi valori di ΔB e tracciando le relative rette, si ottengono le perdite per isteresi corrispondenti, con le quali si è costruita la curva parabolica (N') in fig. 9; in questa stessa figura si è segnata anche la curva N , che si confonde con la (N'), ricavata dai risultati delle misure balistiche precedenti.

Dai coefficienti angolari delle rette in questione si è anche ricavato il coefficiente β delle perdite per correnti parassite: esso è risultato in media eguale a 0,000174.

b) Cicli asimmetrici.

Per ottenere la magnetizzazione asimmetrica è necessario ricorrere ad un altro circuito magnetizzante oltre quello descritto: chiudendo l'interruttore (a), nel circuito II della figura 8, circola la corrente continua necessaria allo scopo.

Ad evitare che per effetto delle f. e. m. alternative indotte in questo circuito, si determini in esso una rilevante perdita

di energia per effetto joule, si sono collegati gli avvolgimenti dei due tori in opposizione rispetto al senso della corrente alternata, in modo che le f. e. m. di frequenza f indotte nei due avvolgimenti si facciano equilibrio. Si realizza così lo schema del raddoppiatore statico di frequenza Vallauri, e nel cir-

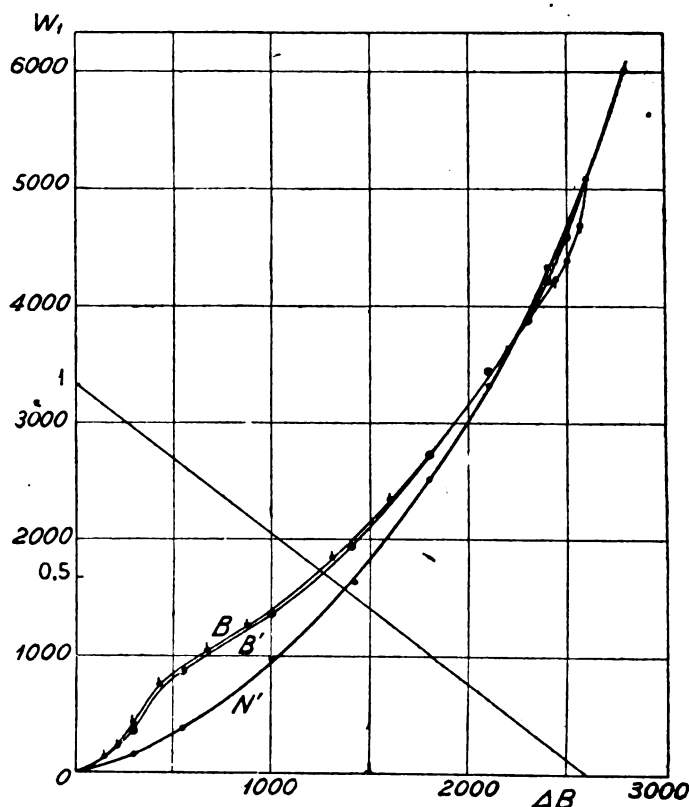


Fig. 9. — Perdite in funzione del salto d'induzione e del grado di asimmetria, ricavate dalle misure wattometriche.

cuito di corrente continua circola, com'è noto, una corrente di frequenza doppia di quella primaria. Per valutare il più esattamente possibile la potenza di corrente alternata di frequenza

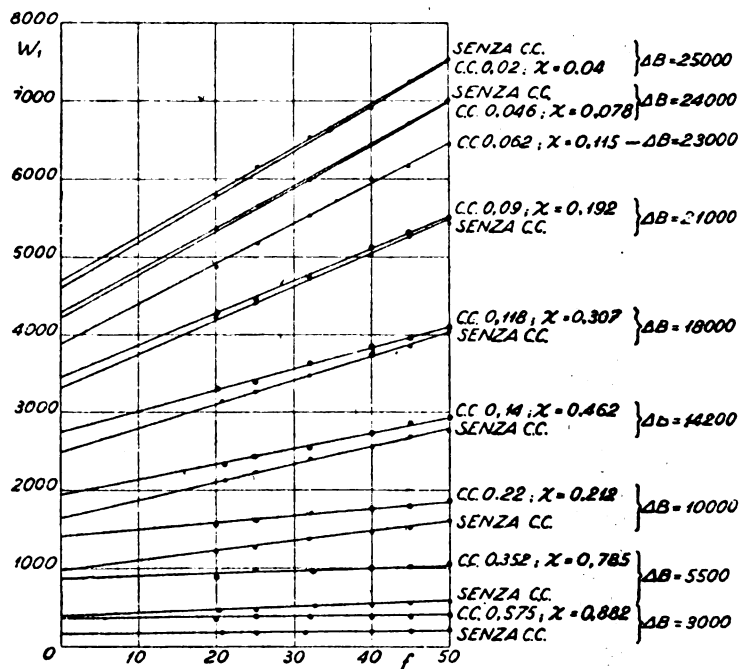


Fig. 10. — Perdite per ciclo e per unità di volume.

doppia dissipata in questo circuito, si è inserito in esso un wattometro elettrodinamico speciale (W_2) che permette di misurare i decimi di watt. A_2 è uno strumento Weston che può funzionare da milliamperometro e da amperometro per corrente continua.

Si è tentato di eseguire un confronto quantitativo con i risultati delle misure balistiche: perciò era necessario conoscere il valore di corrente continua da far circolare nel secondo circuito magnetizzante perché i cicli descritti nel processo di

magnetizzazione asimmetrica avessero un noto e determinato grado di asimmetria.

Questa intensità di corrente continua, determinata come si espone qui in seguito, era mantenuta costante insieme al salto d'induzione durante le misure a frequenza diversa, intese ad ottenere, mediante il citato metodo della separazione delle perdite, i punti di una retta. La fig. 10 rappresenta queste rette; accanto a ciascuna di esse determinata, come si è detto, durante la sovrapposizione del campo costante a quello alternativo, trovansi quella di identico salto d'induzione per cui il campo costante è uguale a 0. Osservando ciascuna coppia si nota subito come le due rette non siano parallele.

Ciò avviene perchè i punti delle rette relative ai cicli asimmetrici corrispondono bensì ad uno stesso ΔB , ma non ai medesimi cicli d'isteresi, i quali diventano tanto più asimmetrici quanto minore è la frequenza.

Il fenomeno è stato spiegato da G. Vallauri ⁽¹¹⁾ il quale ha dimostrato che, oltre l'intensità di corrente continua, influisce sul grado di asimmetria dei cicli anche la frequenza della corrente alternata. Per determinare quindi la asimmetria alla frequenza zero, per un determinato ΔB ed un certo valore costante di corrente continua, si è proceduto nel seguente modo che ci sembra costituire una solida conferma sperimentale della citata interpretazione.

Sull'avvolgimento di 120 spire di uno dei tori (fig. 8-III) si è chiuso un galvanometro balistico protetto dalla corrente alternata per mezzo di una forte autoinduzione. Nel circuito II della stessa figura si è posto un invertitore a pozzetti di mercurio per poter invertire la corrente continua mentre i due tori sono magnetizzati dalla corrente alternata. Se si inverte la corrente continua mentre il circuito I è percorso dalla corrente alternata, il galvanometro fa una elongazione δ proporzionale alla semisomma (algebraica) $\frac{B_1 + B_2}{2}$ dei valori di induzione

dei due vertici del ciclo considerato e quindi anche proporzionale (a pari ΔB) al grado di asimmetria. Mantenendo costante la corrente continua ed il salto d'induzione e ripetendo l'operazione a frequenze diverse, la elongazione balistica varia e precisamente aumenta mentre la frequenza diminuisce.

Le curve in fig. 11, di ascisse f e di ordinate δ , rappresentano il fenomeno; si nota che mentre nelle curve ottenute con ΔB elevato il rapporto tra l'ordinata a frequenza zero e frequenza 50 è maggiore di 2, esso rapporto va diminuendo mano mano che si opera con ΔB minore, fino a ridursi eguale ad 1 per $\Delta B=3000$. Per questo valore di B si trova quindi che la relazione tra f e δ è divenuta una retta orizzontale (figura 11) e concordemente la retta relativa ai cicli asimmetrici è parallela a quella relativa ai cicli simmetrici (fig. 10). Tutto ciò conferma quanto è detto nella nota ⁽¹¹⁾ e si può agevolmente spiegare in base alle considerazioni in esso svolte.

⁽¹¹⁾ G. VALLAURI: Isteresi del ferro nei cicli. ecc. §4: Per spiegare infine la diversa inclinazione delle rette della fig. 3 si sono eseguiti altri rilievi di curve di variazione, ma a differenti velocità. Invero le perdite per correnti parassite, alle quali sole negli ordinari cicli simmetrici è dovuta l'inclinazione della retta $\frac{W}{f} = f(f)$, dipendono dalla variazione del flusso e cioè da quella di f . e. m.; e quando queste sono mantenute costanti, come nelle esperienze in questione, esse non possono mutare. Ne segue che il decrescere dell'inclinazione delle rette $\frac{W}{f} = f(f)$ al crescere del campo continuo deve attribuirsi ad un'altra causa. La quale si è potuta riconoscere rilevando le curve di variazione di corrente e di f . e. m. per un medesimo campo continuo e per diverse frequenze. Al decrescere della frequenza la componente della corrente alternata, che è dovuta alle correnti parassite si va attenuando, e perciò il valor massimo della corrente alternativa tende a scemare ed insieme a spostarsi verso destra nei diagrammi (cioè a ritardare nel tempo). Il valore della corrente nell'istante in cui la f . e. m. è nulla (cioè il valore del campo nell'istante in cui l'induzione è massima) tende per la prima ragione a diminuire e per la seconda a crescere. L'esperienza dimostra che la seconda prevale, e che quindi, al diminuire della frequenza, cresce l'ascissa del vertice del ciclo d'isteresi. Le correnti parassite, dando luogo per conto proprio ad un ciclo simmetrico in coordinate (B, H) , tenderebbero dunque a simmetrizzare il ciclo risultante, il quale al diminuire di esse diverrebbe sempre più asimmetrico facendo così spostare il vertice del ciclo d'isteresi lungo la curva d'induzione media nel senso di spingerlo verso le maggiori saturazioni. Per quanto precede è già noto che ciò si accompagna con un aumento del lavoro d'isteresi; e questo maschera parzialmente la diminuzione del lavoro di correnti parassite e provoca così la minore inclinazione delle rette $\frac{W}{f} = f(f)$.

Il punto ottenuto extrapolando la curva fino all'incontro con l'asse delle ordinate, determina il valore di δ a frequenza zero; da esso si ricava il grado di asimmetria. Infatti, se si moltiplica questo valore δ così ottenuto per la costante balistica K del galvanometro, e si divide questo prodotto per $2B_1$, si ottiene

$$\frac{K \delta}{2 B_1} = \frac{B_1 + B_2}{2 B_1} = \chi$$

Da ogni famiglia di curve $\delta = \varphi(f)$, (fig. 11), utilizzando come si è detto i valori di extrapolazione, si è dedotta una nuova curva (fig. 12) avente per ascisse i valori di corrente continua e per ordinate il grado di asimmetria, per $\Delta B = \text{cost}$ ed $f = 0$ ⁽¹²⁾. Questa curva serve a trovare l'intensità di corrente continua necessaria a produrre il grado di asimmetria voluto, con un dato ΔB .

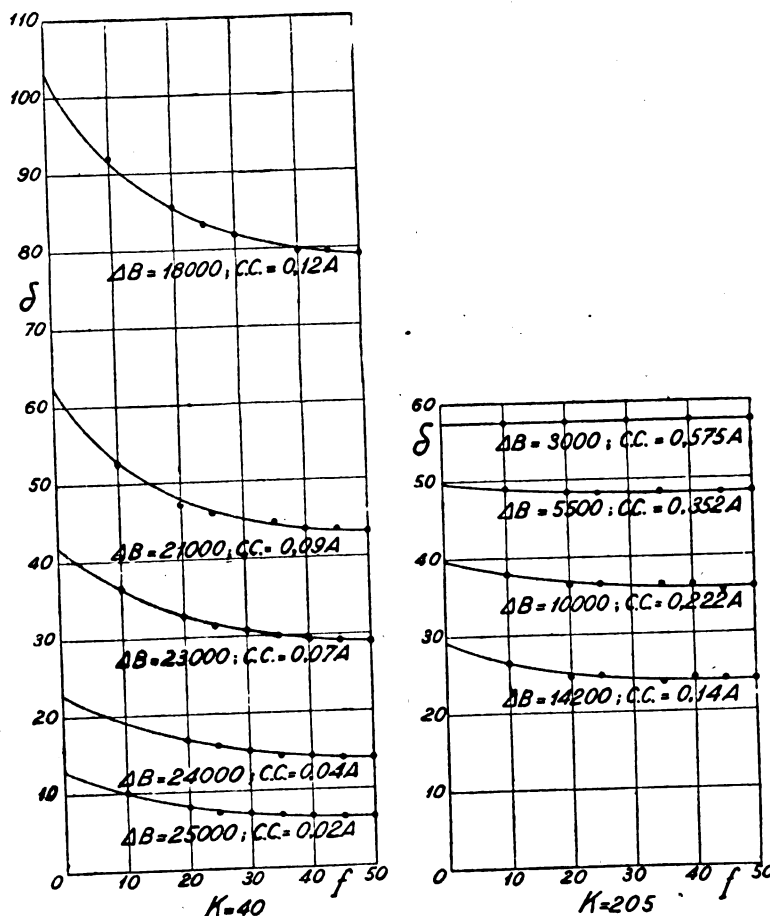


Fig. 11. — Valor medio dell'induzione dei cicli asimmetrici, a pari corrente continua e pari ΔB , in funzione della frequenza.

Il procedimento descritto è stato applicato per determinare i valori della intensità di corrente continua necessari ad ottenere per i seguenti valori di ΔB

25 000
24 000
23 000
21 000
18 000
14 000
10 000
5 500
3 000

altrettanti cicli asimmetrici, aventi tutti il vertice superiore comune con ordinata $B_1 = 13\ 000$.

Le rette in fig. 10, di cui si è già detto, permettono di ricavare dalle loro ordinate iniziali i valori dei lavori di isteresi; con questi valori si è costruita la curva (B') in fig. 9 e sulla stessa figura si è riportata la curva (B) della fig. 3.

⁽¹²⁾ Nella fig. 11 si è riportata solo una parte delle curve rilevate sperimentalmente e precisamente una per ogni famiglia; così anche in fig. 12 sono segnate solo alcune delle curve dedotte nel modo sopradetto.

Dal confronto fra queste 2 curve, considerando le notevoli complicazioni sperimentali e l'incertezza dei valori di extrapolazione adoperati nella ricerca del grado di asimmetria, l'accordo appare soddisfacente, sebbene nell'ultimo tratto qualche lieve scarto si verifichi.

Ma le misure in prossimità di $\chi=0$ sono state rese difficili dal fatto che sono occorsi piccolissimi valori di corrente continua per la produzione dei bassi gradi di asimmetria; conseguentemente la potenza consumata per effetto della corrente di frequenza doppia nel circuito II (fig. 8) era anch'essa piccolissima e difficilmente apprezzabile con precisione.

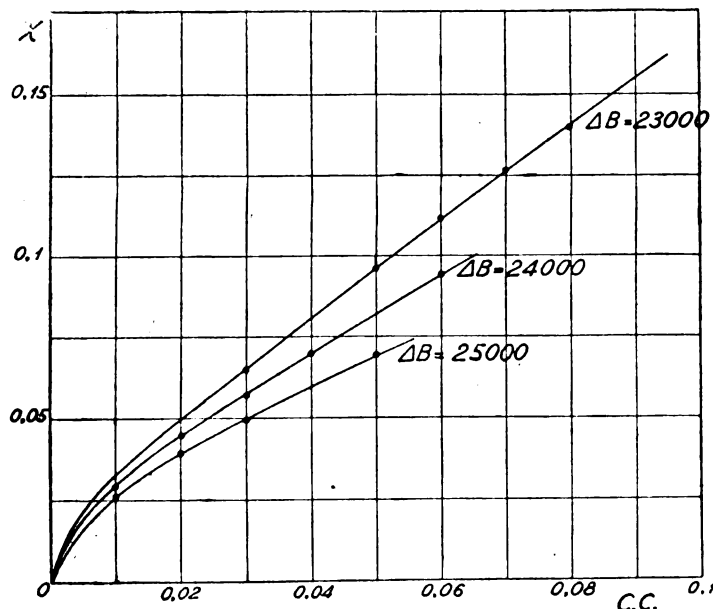


Fig. 12. — Grado di asimmetria a frequenza zero in funzione della corrente continua e per un dato ΔB .

Ad ogni modo, per quanto piccolo (alcuni decimi di watt) questo consumo di potenza esisteva nel circuito II, e per effetto di esso appariva anche accresciuta l'indicazione dell'amperometro A_1 , e quindi la perdita nel rame del circuito I, laddove il wattometro W_1 non avvertiva (per valori molto piccoli della corrente continua) alcuna differenza, sia che il circuito II fosse aperto o chiuso. Tutto ciò conferma se non in valore assoluto, almeno nel segno, la singolarità che si era trovata con le misure balistiche, perchè, dato l'aumento delle perdite accessorie, provocato dalla presenza della corrente continua, la invariabilità della lettura al wattometro non può spiegarsi se non con una diminuzione della perdita per isteresi.

8. - Conclusione.

Tutte le ricerche più recenti relative ai cicli asimmetrici di magnetizzazione alternativa avevano condotto ad affermare che, a pari variazione di induzione, la perdita per isteresi è maggiore per i cicli asimmetrici che non per quelli simmetrici. Il presente studio ha avuto di mira lo scopo di meglio precisare quantitativamente il confronto, e, attraverso una opportuna definizione del grado di asimmetria di ciascun ciclo, ha condotto a rilevare una interessante particolarità non ancora nota, quella cioè che, per piccoli gradi di asimmetria, la perdita, anzichè essere superiore, è leggermente inferiore a quella corrispondente al ciclo simmetrico. Tutti i risultati ottenuti col metodo balistico, compresa la singolarità accennata, hanno trovato conferma in altre misure eseguite col metodo wattometrico. Essi sono stati raccolti in diagrammi che si ritiene possano fornire elementi più completi di quelli finora disponibili per la previsione delle perdite magnetiche in quegli apparecchi ed in quei macchinari, in cui si verificano cicli di magnetizzazione alternativa asimmetrica.

Il presente studio è stato eseguito nel Gabinetto di Elettrotecnica della R. Scuola d'Ingegneria di Pisa. L'autore esprime la sua gratitudine al Direttore del Gabinetto, Prof. G. Vallauri, per l'aiuto di cui gli è stato largo.

Pisa, aprile 1924.

I GRUPPI GENERATORI NELLE CENTRALI IDROELETTRICHE DEL DOMANI

GIUSEPPE BELLUZZO

I grandi progressi realizzati in questi ultimi anni nelle costruzioni meccaniche hanno radicalmente mutato alcuni dei concetti fondamentali in base ai quali si studiava la costruzione dei motori termici od idraulici di grande potenza.

Ma mentre nel campo della costruzione dei motori termici, e specialmente delle turbine a vapore, si sono seguite le nuove idee e si progettano e costruiscono turbine a vapore di grande potenza a grandissima velocità, non più accoppiate al generatore elettrico direttamente ma mediante riduttore ad ingranaggi, nel campo delle turbine idrauliche lo spirito conservatore ha prevalso ed ancora oggi i costruttori di maggiore fama sono restii ad adottare le grandi e le grandissime velocità che, come vedremo, permettono per tutti gli impianti, qualunque sia il salto utilizzato, la adozione della turbina Francis e l'abbandono definitivo delle ruote Pelton.

Il conservatorismo dei costruttori però si comprende: con le grandi e le grandissime velocità la turbina idraulica si riduce molto nelle dimensioni e nel peso e conseguentemente nel costo, e si riduce quindi la cifra di affari corrispondente alla costruzione di turbine idrauliche per una determinata potenza complessiva.

Ma non è questa una buona ragione perchè coloro i quali progettano ed eseguono gli impianti idroelettrici e le relative centrali si debbano eternamente adattare ai tipi, alle velocità modeste ed agli ingombri notevoli della consuetudine odierna. Tutto questo è contrario alla economia, ed i concetti economici devono ora prevalere se si vuole ridurre il costo degli impianti idroelettrici riducendo, a parità di potenza sviluppata, le dimensioni di ingombro delle centrali.

*

E' ormai dimostrato dall'esperienza che le turbine Francis costruite secondo le regole normali, hanno un rendimento superiore a quello delle ruote Pelton, ed hanno su esse il grande vantaggio di utilizzare completamente il salto disponibile, mentre con la installazione delle ruote Pelton il dislivello fra il centro di figura della bocca di efflusso dell'acqua del distributore ed il livello dell'acqua allo scarico è completamente perduto.

E' quindi ovvio che dove si possono progettare delle turbine Francis, nelle quali i rapporti fra le varie dimensioni principali (diametro esterno della ruota mobile e larghezza dei condotti percorsi dall'acqua) siano quelli normali, la loro installazione sia da preferirsi a quella della ruota Pelton.

Dimostrerò ora che se non ci si preoccupa del numero dei giri (e tale preoccupazione sarebbe ingiustificata dal momento che essa non esiste per le turbine a vapore la cui costruzione è ben più difficile) qualunque siano le condizioni di portata e di salto la turbina Francis può sempre sostituire la ruota Pelton.

Si supponga che la turbina Francis sia progettata con un grado di reazione elevato e quindi con una velocità di efflusso dell'acqua dal distributore data dalla relazione:

$$0,65 \sqrt{2gH}$$

nella quale per consuetudine H indica, espresso in metri, il salto effettivo disponibile, ossia tenuto conto delle perdite nella tubazione, e g l'accelerazione di gravità.

Si supponga anche che il rapporto fra il diametro esterno della ruota mobile all'ingresso dell'acqua e la larghezza dei condotti percorsi dall'acqua, misurata parallelamente all'asse della turbina, non debba, come consiglia la buona pratica, essere inferiore a dieci.

Fra il numero di giri n della turbina quando essa sviluppa la massima potenza col massimo rendimento, e la potenza N misurata sull'asse della turbina si ha allora la relazione:

$$N n^3 = 20000 H^3 \sqrt{H}$$

In questa relazione, dato il valore del salto utile H , e quello della potenza N si ricava il valore del numero di giri

che permette la costruzione della turbina Francis ⁽¹⁾ secondo i dati generali sopra indicati.

Con salti molto grandi, il valore che si ottiene per n supera quelli che normalmente i costruttori adottano; non solo, ma supera anche quelli massimi permessi dalla frequenza della corrente generata dall'alternatore accoppiato alla turbina, onde fra la turbina idraulica ed il generatore elettrico diventa necessaria la introduzione di un riduttore di velocità ad ingranaggi che riduca i giri della turbina, così determinati, a quelli di 1500 a 1250 consigliabili come massimi per alternatori, rispettivamente per corrente a 50 e 42 periodi, di potenza superiore ai 10 000 kW.

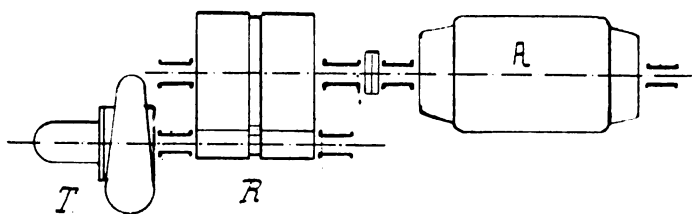


Fig. 1.

La figura 1 rappresenta in pianta lo schema di un tale insieme: con T è indicata la turbina idraulica Francis, montata in sbalzo sull'albero del pignone del riduttore ad ingranaggi R , con A l'alternatore. ⁽²⁾

Esaminiamo i vantaggi ed i possibili inconvenienti di una tale soluzione.

Premetto che l'esperienza ha confermato l'ottimo funzionamento ed il rendimento elevato delle trasmissioni moderne ad ingranaggi; si può quindi ritenere che il rendimento complessivo della turbina Francis e del riduttore ad ingranaggi, tenuto conto della completa utilizzazione del salto che si ha con l'impiego della turbina Francis, sia almeno eguale a quello che si ha con la ruota Pelton.

L'ingombro del gruppo risulta certamente minore di quello che si ha impiegando una ruota Pelton con giri normali, direttamente accoppiata ad un generatore elettrico, e conseguentemente le dimensioni della centrale che deve contenere diversi di questi gruppi risultano molto ridotte con una forte economia nella spesa relativa.

Di fronte a questi vantaggi si può opporre solo la preoccupazione derivante dalla velocità della turbina, dal funzionamento del riduttore ad ingranaggi, dalla costruzione dell'alternatore del tipo turbo.

Ma l'esperienza di diversi anni ha ormai fatto giustizia di queste preoccupazioni che ha dimostrato infondate.

Ho quindi la convinzione che questi gruppi saranno applicati in un avvenire più o meno lontano, e certamente quando le Case costruttrici di materiale elettrico si assumeranno anche la costruzione delle turbine idrauliche e si avrà allora un solo fornitore, una sola responsabilità col vantaggio di un prezzo minore per ragioni che si intuiscono e che non credo necessario elencare.

Dirò anzi di più: e cioè che la costruzione di questi gruppi sarà col tempo imposta da speciali circostanze e principalmente dalle necessità della difesa.

Il progresso rapidissimo dei mezzi di offesa dall'alto, la sicurezza che essi assumono muterà necessariamente i concetti sui quali si è fino ad ora basata la costruzione delle centrali idroelettriche: le grandi centrali dall'architettura ricercata che formavano uno dei nostri orgogli dovranno lasciare il posto a centrali idroelettriche nascoste nel terreno, molto basse, illuminate dall'alto con speciali accorgimenti; le condotte forzate saranno completamente coperte e nulla dovrà servire ad individuare dall'alto la posizione della centrale che diventerà una specie di casamatta nascosta comunicante con l'esterno a mezzo di sotterranei molto capaci.

Le dimensioni necessariamente ridotte in altezza del locale della centrale richiederanno dei complessi turbina idraulica-alternatore aventi un diametro massimo il più piccolo pos-

sibile per rendere facili le manovre con la gru a ponte, montata pur essa sopra un piano di scorrimento molto basso.

Solo l'adozione di turbine Francis velocissime per tutte le potenze e per i salti i più grandi, ed il conseguente definitivo abbandono delle ruote Pelton, permetterà l'impiego di gruppi che rispondano alle caratteristiche sopra indicate.

*

Ma il problema che ho prospettato nelle sue linee generali acquista una importanza ancora maggiore se si tiene presente che la costruzione delle turbine Francis a grandissima velocità per alte cadute, permette di risolvere un altro problema importantissimo, quello cioè di fare funzionare, con la minima spesa, i gruppi di una centrale idraulica che utilizza un determinato salto (ottenuto da un impianto a serbatoio), come gruppi motore-pompa per il sollevamento dell'acqua nei casi che la pratica suggerisce ed ha già presentato.

Per ottenere questo risultato è infatti sufficiente che la velocità periferica della ruota mobile della turbina Francis (che si mantiene costante quando l'alternatore funziona come motore sincrono girando in senso inverso) sia tale da dare una prevalenza maggiore di quella che corrisponde al salto utile H . Se infatti il dislivello topografico fra il livello dell'acqua allo scarico e quello nel bacino di carico (serbatoio) è $1,05 H$, la velocità periferica della ruota mobile dovrà essere tale da dare una prevalenza $1,1 H$ per tenere conto delle perdite nella tubazione, perdite di carico che nel caso di funzionamento della turbina come pompa saranno minori che non nel caso inverso, perchè minore è la portata.

Dalla teoria e specialmente dalle esperienze eseguite sopra le pompe centrifughe per alte prevalenze si impara che la velocità periferica della girante in corrispondenza al diametro massimo (diametro di uscita nel caso di funzionamento come pompa) deve avere il valore:

$$\sqrt{2 \cdot g \cdot 1,1 H} = 1,05 \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

Ora tale valore è identico a quello che si ha per la velocità di massimo rendimento di una turbina Francis che funzioni con un forte grado di reazione, nella quale il valore della velocità di efflusso dell'acqua dal distributore sia dato dalla formula:

$$0,57 \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

il rendimento idraulico sia superiore all'85 % e l'angolo formato dalla velocità di efflusso dell'acqua dal distributore con la velocità periferica sia maggiore di 35° .

Quando la turbina deve funzionare come pompa centrifuga il valore di questo angolo per la diminuita portata della ruota funzionante come pompa (e quindi per una stessa potenza dell'alternatore funzionante come motore elettrico) è sensibilmente più piccolo e quindi le pale mobili del distributore, che diventano pale del diffusore, devono essere manovrate in modo da dare l'angolo di migliore rendimento corrispondente alla portata della pompa.

*

Riassumendo, io credo di non essere sopra una strada errata nel consigliare ai progettisti delle nuove centrali che utilizzano salti molto grandi ed ai costruttori di turbine idrauliche il nuovo tipo di costruzione che può sembrare audace e nel fatto è quanto di più comune oggi si possa applicare dopo la grande esperienza con i riduttori ad ingranaggi e gli alternatori veloci e gli ottimi risultati ottenuti.

Elenco dei fabbricanti in Italia ... di macchinario e materiali elettrici ...

L'Ufficio Centrale sta preparando la 3^a edizione dell'elenco, del quale pervengono continue richieste da parte di Ministeri, Enti pubblici, Camere di commercio, Consolati, ecc. È quindi interesse di tutte le Ditte costruttrici in Italia di essere incluse in questa vera Guida dell'industria elettrotecnica nazionale.

Gli interessati sono pregati di rivolgersi direttamente all'Ufficio Centrale (Via S. Paolo 10 - Milano (9)).

⁽¹⁾ È ovvio che la turbina potrà essere a ruota unica od a due ruote funzionanti in parallelo od in serie.

⁽²⁾ Anziché una sola ruota la turbina può averne due funzionanti in parallelo (caso di grandi portate) od in serie (caso di salti grandissimi) ogni ruota montata sull'albero di un pignone. Si avrebbero allora due pignoni comandati ciascuno da una ruota e comandanti la ruota dentata connessa al generatore elettrico secondo una disposizione comune per le turbine a vapore nelle installazioni a bordo delle navi.

:: SUNTI E SOMMARI ::

ELETTROFISICA.

S. LUSSANA — Influenza della pressione sulla conducibilità calorifica ed elettrica dei metalli e la legge Wiedemann-Franz. (N. Cimento, Serie 7, Vol. XXV, N. 3-4, marzo-aprile 1923, pag. 115).

Nel 1918 l'A. aveva pubblicato (1) i risultati sperimentali di un esteso studio sull'influenza che la pressione esercita sulla conducibilità calorifica ed elettrica dei metalli. Il metodo, seguito dall'A. consisteva nel riscaldare ad una estremità le sbarre metalliche sotto prova, racchiuse in un blocco di ferro omogeneo, contenente olio, e nel sottoporre questo a pressioni variabili, che, in tal guisa, si trasmettevano alle sbarre stesse. Queste avevano una lunghezza di 14 cm, ed un diametro, in media di 14 mm: e in tre forellini, sistemati in tre punti ad eguale distanza, contenevano tre pinze termoelettriche, per la misura della temperatura in tre diverse zone della sbarra.

Le conclusioni, a cui l'A. era giunto, possono così riassumersi:

1) La conducibilità calorifica k dei metalli cresce, nella maggior parte dei casi colla temperatura, fino a raggiungere un valor massimo. Nei casi in cui si osserva una diminuzione di conducibilità, tale diminuzione tende a scomparire e a cambiar poi di segno, man mano che la temperatura cresce.

2) Il rapporto fra la conducibilità calorifica k , e la conducibilità elettrica c si mantiene pressochè costante per metalli diversi, sottoposti alla stessa pressione, secondo la legge di W. Lorenz.

3) Le conseguenze della teoria elettronica dei metalli non si verificano in misura sufficiente, per poter applicare, senza restrizioni, agli elettroni le leggi dei gas perfetti.

Nel 1922 il Bridgman (2), occupandosi dello stesso argomento pervenne a risultati, che in parte contraddicono quelli osservati dal Lussana, e si basano su una serie di ricerche, condotte con due differenti metodi.

Nel primo, detto a flusso radiale, egli sperimentò su cilindri metallici del diametro di circa mm 21,7 e lunghi mm 64, i quali lungo l'asse erano attraversati da un filo percorso da corrente elettrica, che funzionava come agente riscaldante.

Nel secondo, detto a flusso longitudinale, il Bridgman dedusse la conducibilità calorifica dal gradiente di temperatura che si stabilisce fra due punti posti lungo un cilindro, di circa 3 mm di diametro e 10 mm di lunghezza, ad una estremità del quale viene comunicata una quantità determinata di calore, mentre l'altra è tenuta a temperatura inferiore a quella ambiente.

Secondo il Bridgman questo metodo è preferibile a quello usato dal Lussana per il fatto che, essendo una delle due estremità della sbarra mantenuta a temperatura molto bassa, quasi tutto il calore si propaga attraverso la sbarra, e non si ha che, in debolissima misura, irradiazione di calore dalla superficie laterale della sbarra. Il Bridgman inoltre spiegava la discordanza dei risultati col fatto che la correzione introdotta dal Lussana per tener conto della presenza del mezzo trasmettente non era determinata con cura sufficiente.

Nell'articolo, di cui si dà notizia, il Lussana rispondendo alle obiezioni del Bridgman fa notare che i risultati ottenuti dal Bridgman coi due diversi metodi sono fra loro stessi molto discordanti; osserva inoltre che il grado di esattezza del metodo e flusso radiale va rapidamente diminuendo col crescere della conducibilità termica del cilindro, in modo che in alcuni casi non può essere applicato, e si hanno pure difficoltà notevoli per rendere uniforme la distribuzione della temperatura alla superficie esterna del cilindro. Il metodo a flusso longitudinale non può, secondo l'A., ispirare grande fiducia, sia per le dimensioni troppo piccole del cilindro, sia anche pel modo seguito dal Bridgman nella misura delle differenze di temperatura fra i due punti del cilindro.

TABELLA I.

| Nome del metallo | Coefficiente di pressione secondo Lussana | Coeff. medio di pressione secondo Bridgman | OSSERVAZIONI |
|------------------|---|--|---|
| Piombo. . . . | + 0,0134 | + 0,0173 | Media di 14 valori di cui 13 col metodo trasversale. |
| Stagno. . . . | + 0,072 | + 0,0122 | Media di 7 valori di cui 5 col metodo trasversale: i valori singoli oscillano fra 0,093 e 0,0222. |
| Cadmio. . . . | + 0,0122 | + 0,074 | Media di 4 valori col metodo trasversale e 3 col long.; i valori singoli stanno tra 0,0222 e 0,035. |
| Zinco. | + 0,041 | + 0,021 | Media di 2 valori col metodo longitudinale. |
| Rame. | + 0,010 | - 0,075 | Media di 4 valori col metodo longitudinale. |
| Antimonio. . . | + 0,021 | - 0,021 | Media di 4 valori col metodo longitudinale. |

(1) *Elettrotecnica*, 25 luglio 1919, Vol. VI, N. 21, pag. 447.

(2) *Proc. of the American Academy of Arts and Sciences*, Vol. 57, N. 5, aprile 1922.

Ponendo poi a confronto i valori del coefficiente di pressione da lui calcolati, con quelli determinati dal Bridgman (Tab. I), l'A. nota che le differenze più spiccate si hanno o per quei metalli, per quali il Bridgman, ha prevalentemente usato il metodo a flusso longitudinale, od in quelli nei quali si verificano gli scarti maggiori fra i singoli valori che han servito a calcolare il valore medio.

Tuttavia, ricalcolando sulla base dei coefficienti di pressione determinati dal Bridgman, i valori dei rapporti $\frac{k}{c}$, egli trova, in accordo coi risultati, da lui precedentemente ottenuti, che il coefficiente di variazione del rapporto $\frac{k}{c}$ colla pressione è positivo per l'alluminio

il cadmio e il magnesio, nullo per il piombo ed il rame, negativo per lo stagno e per lo zinco; mentre, secondo il Bridgman, il coefficiente di pressione della conducibilità calorifica è minore di quello della conducibilità elettrica per tutti i metalli da lui studiati, meno il piombo e lo stagno.

Tenuto conto di questa notevole discrepanza fra i risultati sperimentali ottenuti coi tre diversi metodi, l'A. conclude, che è per lo meno prematura qualunque discussione troppo minuta relativa alla struttura elettronica dei metalli, fondata sulla variazione dei coefficienti di pressione, ancora troppo incerta. Si può invece già affermare con sicurezza che, modificandosi per effetto della pressione il rapporto fra le due conducibilità calorifica ed elettrica, la struttura elettronica varia con la pressione e quindi non è lecito ritenere che per gli elettroni valgano senz'altro leggi analoghe a quelle dei gas perfetti.

b. na.

*

F. MICHAUD — Al confine superiore della scala delle frequenze. (Radio électricité, Vol. V, N. 55, 10 marzo 1924, pag. 120).

Le nozioni fino ad oggi raccolte sui vari tipi di radiazioni attualmente conosciute permettono di elencare le diverse radiazioni in una scala di frequenze, alla cui base sono le oscillazioni elettriche e alla cui sommità sono i raggi γ . Il confine inferiore della scala è perfettamente noto: si possono infatti realizzare oscillazioni elettriche di frequenza piccola quanto si vuole, e la corrente continua stessa, in ultima analisi, non è che un'oscillazione elettrica di frequenza nulla, o se si vuole, di lunghezza d'onda infinita. Ma il confine superiore della scala sfugge ancora alle nostre investigazioni, in quanto i nostri mezzi sperimentali non hanno ancora permesso di rivelare radiazioni di frequenza superiore a 10^{21} , che è la frequenza dei raggi γ .

Tuttavia è inverosimile ritenere che la scala delle frequenze si interrompa bruscamente in un determinato punto, e precisamente nel punto d'arresto delle nostre ricerche sperimentali. Partendo da questa considerazione l'A. ha tentato, con una verosimile per quanto ardita anticipazione sulle nostre conoscenze future, di studiare le proprietà di ipotetiche radiazioni, ch'egli chiama ultra X, di frequenza superiore a quella dei raggi γ , basandosi sulla legge di continuità, che è evidente dall'una all'altra zona della scala delle frequenze. Ed extrapolando le proprietà dei raggi X nel senso delle alte frequenze, egli è giunto a interessanti e suggestive concezioni, che permetterebbero di spiegare alcuni fenomeni, ancora piuttosto oscuri, quali la gravitazione universale, le forze d'inerzia, la conservazione del calore da parte degli astri e dei pianeti, e la radioattività.

Ammissa l'esistenza dei raggi ultra X, essi dovrebbero essere dei raggi estremamente penetranti, che tutti i corpi assorbirebbero in ragione della loro massa, subendo per effetto di tale assorbimento una *pressione di radiazione*, in conseguenza della quale si manifesterebbero fra essi forze proporzionali alle loro masse e inversamente proporzionali alla loro distanza, secondo la celebre legge di Newton. Ammesso inoltre che tutto lo spazio sia occupato da una radiazione ultra X isotropa, la terra agirebbe come un gigantesco schermo, che arresterebbe parzialmente i raggi ultra X ascendenti, mentre i raggi discendenti, che non hanno ancora attraversato il pianeta e conservano quindi tutto il loro vigore, spingerebbero i corpi verso il suolo. L'esistenza delle radiazioni ultra X spiegherebbe così il peso dei corpi.

I raggi ultra X assorbiti dalla materia darebbero luogo, per il principio della conservazione dell'energia, ad altre radiazioni ancora più penetranti, che attraverserebbero i corpi senza dar luogo ad alcun fenomeno di assorbimento: nella trattazione del problema della gravitazione universale è quindi possibile prescindere completamente da queste radiazioni secondarie.

Ma le radiazioni non esercitano soltanto una pressione sui corpi che le assorbono; anche la sorgente che le emette, subisce un'azione meccanica, paragonabile al rinculo di un'arma da fuoco. L'intensità di tale azione, indipendente, come il rinculo, da un movimento di traslazione uniforme della sorgente, aumenta se la sorgente è dotata di movimento accelerato. Queste considerazioni permettono di spiegare le forze d'inerzia dei corpi in movimento. I raggi ultra X, emessi simmetricamente in tutte le direzioni da un punto materiale, eserciterebbero delle pressioni, che si compensano esattamente, se il punto si sposta con un movimento uniforme: ma se il moto del punto è accelerato, le onde emesse dal punto nel senso del moto reagirebbero sul punto in maggior misura di quelle emesse in senso contrario, e la forza risultante tenderebbe ad opporsi all'accelerazione. L'inerzia materiale sarebbe quindi un caso particolare dell'inerzia delle onde: ed i raggi ultra X apparirebbero così come il substrato fondamentale dell'universo sensibile.

Infine anche il problema della conservazione del calore da parte degli astri e dei pianeti e l'altro dei fenomeni di radioattività troverebbero la loro spiegazione nell'esistenza delle radiazioni ultra X.

Nei riguardi del primo, basta infatti ammettere che fra le radiazioni riemesse dalla materia, accanto a quelle di lunghezza d'onda così piccola da sfuggire a qualunque assorbimento, ve ne siano, in piccolissimo numero, altre di lunghezza d'onda maggiore, che siano completamente assorbite, e trasformino in calore una debolissima percentuale dell'energia fondamentale ultra X.

In relazione al secondo, accettando l'ipotesi del Perrin, secondo la quale il radio sottrarrebbe all'ambiente esterno l'energia ch'esso emette, si può immaginare che le molecole dei corpi radioattivi abbiano la proprietà di assorbire le radiazioni ultra X, di immagazzinarle fino a un certo quantum, poi di esplodere, proiettando violentemente un atomo di elio colla velocità di 160 000 km al secondo. Questo modo di concepire il fenomeno della radioattività permette inoltre di dedurre l'ordine di grandezza delle lunghezze d'onde dei raggi ultra X. A questo riguardo il Perrin avrebbe trovato che all'incirca i raggi ultra X stanno ai raggi X, come questi ai raggi luminosi.

Fe. Vi.

* *

MOTORI ELETTRICI.

R. MAYER — Auto. avviamento dei motori in corto circuito. (E. T. Z., 1924, N. 8, pag. 137).

Il dispositivo Boucherot per diminuire la corrente di avviamento dei motori in corto circuito (avvolgimento di lavoro a forte dispersione sottoposto ad avvolgimento di avviamento di elevata resistenza), o l'impiego del rotor di grosse sbarre in cave profonde, creano all'avviamento un forte flusso disperso. Questo flusso fa diminuire la corrente rotorica, e nel caso delle sbarre fa aumentare le correnti parassite in esse, e quindi la resistenza effettiva del rotor; donde la maggior coppia all'avviamento.

I due avvolgimenti del motore Boucherot possono ritenersi come una reattanza in parallelo con una resistenza. Nel motore a grosse sbarre il flusso disperso genera le correnti parassite, e può essere considerato come il flusso primario di un trasformatore il cui secondario è una pura resistenza ohmica; primario e secondario sono un solo avvolgimento effettivo, l'avvolgimento rotorico, che può così, per quanto riguarda il flusso suddetto e l'aumento di resistenza, considerarsi come una reattanza in parallelo con una resistenza.

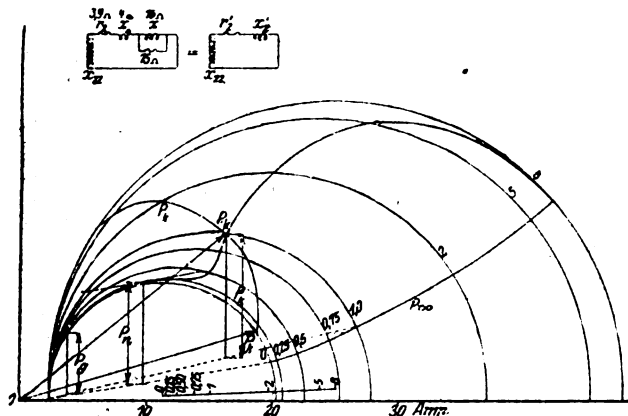


Fig. 1. — Diagramma di avviamento.

Si può quindi schematizzare il circuito rotorico di questi motori con una resistenza r_2 in serie ad una reattanza x_2 e ad un circuito formato da una reattanza x in parallelo con una resistenza r .

Pel motore a grosse sbarre r_2 è la resistenza misurata a c. c., $x + x_2$ la reattanza, riportata a frequenza statorica, con corrente uniformemente distribuita; x ed r si determinano dai valori di resistenza e reattanza effettivi a frequenza statorica che si possono calcolare secondo Rüdénberg (Autoavviamento motori asincroni con correnti parassite E. T. Z., 1918).

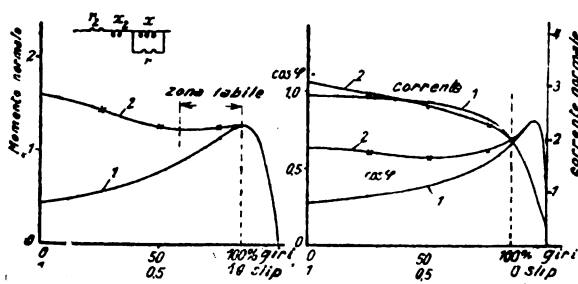


Fig. 2.

Fig. 3.

Il massimo aumento di resistenza, a pari valore di reattanza, si ha quando $r = x$. In fig. 1 sono tracciati i diagrammi di Ossanna durante l'avviamento per un motore pel quale ai vari slip vennero calcolati x'_2 ed r'_2 corrispondenti, e su ciascun cerchio è stato preso il punto relativo al corrispondente slip.

Da questi diagrammi furono rilevate le curve del momento (fig. 2), della corrente e di $\cos \varphi$ (fig. 3) in funzione dello slip (curve 2), che vengono messe in confronto colle curve (1) per lo stesso motore nell'ipotesi che non vi sia la r in parallelo ad x . Si osserva che la riduzione della corrente all'avviamento è dovuta esclusivamente alla reattanza; l'aumento di resistenza dà luogo ad un maggior momento e più elevato $\cos \varphi$.

Per ottenere $x = r$, ponendo una sola sbarra per cava, occorre un'altezza di cava 2,25 volte la larghezza. Calcolando x ed r anche per le diverse frequenze che si hanno durante l'avviamento, si osserva che il circuito schematico coincide colla realtà nel caso $x = r$, ed è abbastanza prossimo per altre profondità di cava ($x \neq r$).

I tipi di motore studiato, che in conclusione hanno forte dispersione, hanno momento massimo e $\cos \varphi$ tanto minori quanto più grande è la dispersione. Non possono quindi essere fatti con troppo elevata dispersione per non diminuire troppo il momento massimo in rapporto al normale, e sono esclusivamente motori di piccola potenza (~ 3 kW) dato il basso fattore di potenza.

t. a.

* *

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

E. NEUMANN — Messa a terra del neutro in reti di cavi. (E. T. Z., 27 marzo 1925, pag. 261).

L'A. illustra l'esperienza acquisita nella rete di cavi della distribuzione della Städtische Elektrizitätswerke di Berlino a 30 kV. In questa rete prima del 1914 il neutro era isolato, ed un guasto su di una fase dava luogo, per l'intermittente accensione dell'arco, a sovratensioni sulla rete.

L'arco, distruggendo l'isolamento, dava luogo frequentemente a corto circuito fra le fasi.

Per eliminare le sovratensioni, nel 1914 venne messo a terra il neutro direttamente. Il guasto su di una fase corto circuitava il corrispondente avvolgimento del trasformatore; lo squilibrio magnetico nel trasformatore trifase dava luogo a forti correnti anche nelle altre fasi, e saltarono numerosi trasformatori. Il cavo nel punto guasto esplodeva; specialmente gravi erano le esplosioni delle muffole, con conseguente sommovimento del piano stradale.

Come prevedibile le correnti dovute alle armoniche triple non portarono disturbi alle reti telefoniche, trovando il loro ritorno lungo il piombo.

Fu sperimentata successivamente la messa a terra del neutro attraverso una resistenza di 120 Ω , tale da avere una corrente sufficiente a far funzionare i relais differenziali per messa a terra di una fase in qualsiasi punto. La corrente di c. c. era limitata così a 145 A, al massimo; ma ciò nonostante si avevano sempre corti circuiti fra le fasi e conseguenti esplosioni.

Venne nel 1921 deciso di mettere il neutro a terra attraverso una bobina Petersen, e prima di passare all'esercizio furono fatte prove sperimentali.

Andando una fase a terra, ove non esistesse la bobina, la corrente di capacità caricante le altre due fasi attraverserebbe il guasto con un forte arco. Dimensionando opportunamente la bobina nel punto di guasto circola anche la corrente percorrente la bobina che è in opposizione alla precedente, e quindi il guasto non è percorso da cor-

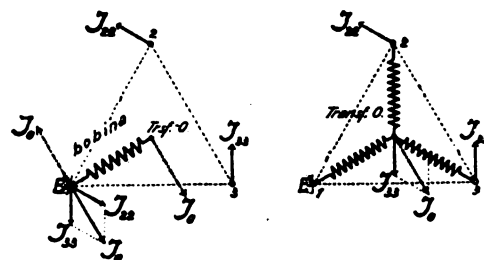


Fig. 1. — Correnti nella bobina, nel trasformatore e nel punto di contatto per messa a terra della fase 1. Compensazione perfetta.

rente (fig. 1), salvo le correnti di perdite, non compensate, ma molto modeste.

Le prove vennero fatte misurando sia le tensioni concatenate che le stellate; queste prendendo per centro sia il centro trasformatore che la terra, in modo da poter rilevare così la tensione a cavaliere della bobina di terra.

Questa bobina fu realizzata con tre bobine in parallelo tra neutro e terra, ciascuna con tre prese.

I guasti realizzati sperimentalmente erano:

1) Isolatore avente tra filo e gambo non fusibile per 10 A atto ad innescare un arco.

2) Pezzo di cavo con un guasto artificiale ad una sola fase: veniva inserito regolarmente sulla rete.

3) Muffola con tutte e tre le fasi terra: veniva inserita su di una sola fase della rete.

Vennero impiegati tre oscillografi che rilevavano: oscillogramma della tensione tra una fase sana e la terra (E_{TE}); oscillogramma della tensione agente sulla bobina (fra neutro del trasformatore e la terra,

E_0); oscillogramma della corrente percorrente la bobina (J_0), o della corrente percorrente il guasto (J_r).

Il rilievo oscillografico, quando era attaccato una rete sana e simmetrica, (fig. 2) conferma la presenza di armoniche triple (E_0), le cui correnti di carica percorrono la bobina, ma sono praticamente trascurabili; l'assenza in (E_0) di componente fondamentale conferma la simmetria delle tre capacità.

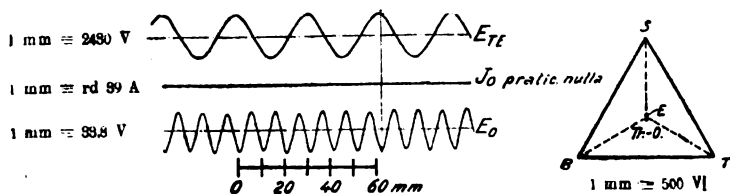


Fig. 2. — Rete simmetrica isolata; lunghezza 118,57 Km. 64% sotto-compensazione.

Andando a terra una fase (fig. 3 a), la tensione fra una fase e la terra passa dalla stellata alla concatenata (con conseguente anticipo di 30°); a cavaliere della bobina si ha la tensione di fase, e la bobina è percorsa da corrente in quadratura colla tensione E_0 . Eliminando il guasto si ritorna all'andamento normale dopo parecchi periodi.

Se si esamina la corrente nel guasto, (fig. 3 b) a bobina calcolata con 5 % di sovra-compensazione, si osserva come la corrente scende rapidamente, e presenta oltre ad un residuo di corrente fondamentale, corrente di terza e quinta armonica. Quest'ultima si chiude tra le capacità delle altre due fasi e il guasto; la terza armonica di corrente dovuta alla terza armonica di tensione generata dall'avvolgimento a terra del trasformatore, dovendo attraversare la bobina trova quivi una forte impedenza, ed è molto ridotta. A compensazione totale rimane praticamente solo una corrente di armonica quinta.

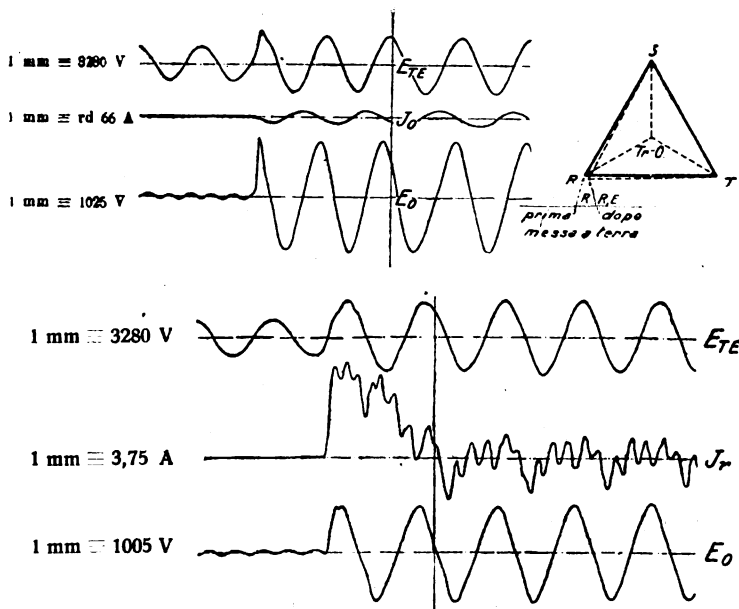


Fig. 3, a) e b). — Rete simmetrica; lunghezza 118,57 km. Fase a terra, 5% sovra compensazione.

Esperimentando con l'applicazione dell'isolatore con fusibile su di una fase di rete lunga 118 km, si ha semplicemente un colpo di corrente; poi, bruciato il fusibile, l'arco si spegne, e le tensioni E_{Te} ed E_0 ritornano al valore normale nel tempo di circa nove periodi.

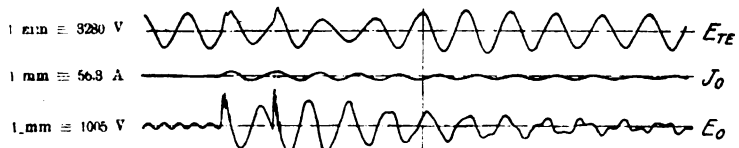


Fig. 4. — Rete simmetrica; lunghezza 90,1 km. Fase a terra in muffola. — 13,6% sovra compensazione.

Attaccando alla rete la muffola di prova si aveva pure un colpo di corrente; in seguito a distacco del contatto tra fase e piombo del cavo, la corrente cessa, e si ritorna allo stato normale. Aperta la muffola si constatò una deformazione del piombo, e su queste tracce di scintilla.

In qualche caso riprese l'arco una seconda volta (fig. 4).

Effetto delle asimmetrie. — La possibilità di avere una distribuzione di capacità non simmetrica, in seguito ad es., alla disinser-

zione di una sola fase, sia per tutta la rete che per una porzione, venne pure studiata nel caso in cui vi sia bobina Petersen.

Il neutro del trasformatore non è più un centro di simmetria, e si hanno correnti nella bobina, tanto minori però quanto maggiore è il grado di sovra-compensazione della bobina (calcolata per rete simmetrica).

Intervenendo un contatto a terra di una fase, la tensione E_0 è più elevata che nel caso di rete simmetrica (fig. 5).

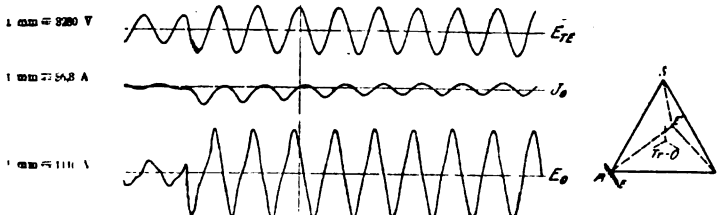


Fig. 5. — Rete asimmetrica (11%); lunghezza 90,1 km. Fase a terra. 7% sovra compensazione. (L'asimmetria è data da minor lunghezza della fase S).

Se la bobina dà luogo a sotto-compensazione, la tensione E_0 è notevolmente elevata. Questo caso si verifica quando si inserisca sulla rete simmetrica, per la quale la bobina dia giusta compensazione un tronco asimmetrico (fig. 6); si rileva la forte dissimmetria delle tensioni, che fa aumentare anche la tensione di una delle fasi verso terra (fase S in figura, che è quella che dà asimmetria).

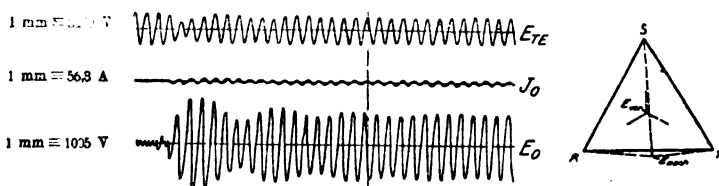


Fig. 6. — Inserzione su rete simmetrica di 46,25 km. di un tronco asimmetrico 6id 38,89 km. — 36,7% sottocompensazione per la rete simmetrica.

Per diminuire l'effetto delle dissimmetrie eventuali, sia per distacco di una fase su di un tronco, sia per inserzione di un tronco asimmetrico, venne deciso di mantenere una sovra-compensazione dell'8 %: la subentrante dissimmetria per inserzione di tronco asimmetrico non darà perciò luogo a forte sotto-compensazione.

Se la dissimmetria è forte, la corrente di bobina fa funzionare un segnale d'allarme, ed il personale può ricercare quale cavo è in servizio irregolarmente.

Per passare all'applicazione pratica della bobina, vennero installati trasformatori con circuito secondario a stella, neutro accessibile, e circuito terziario a triangolo per contenere le terze armoniche di tensione.

Ad ogni variazione di composizione della rete si varia l'induttanza della bobina in modo da avere il voluto grado di sovra-compensazione, 8 %, calcolata in base al valore di corrente di una fase a terra.

f. a.

:: :: :: **CRONACA** :: :: ::

ELETTROFISICA.

Il raggio ardente. — Ha suscitato dovunque un interesse vivissimo, del quale si sono fatti eco anche i giornali politici, la notizia della invenzione dell'inglese Grindell Matthews, già noto per precedenti lavori nel campo della telemeccanica. Egli ha trovato il modo di produrre un raggio, visibile od invisibile a volontà, con il quale ha più volte effettuato, sotto controllo, gli esperimenti seguenti:

- 1) Arrestare un motore a scoppio situato ad una ventina di metri dall'apparecchio generatore del raggio.
- 2) Uccidere istantaneamente un topo.
- 3) Provocare l'accensione di un esplosivo contenuto in un recipiente elettricamente isolato dal suolo.
- 4) Accendere una lampadina mediante proiezione del raggio sulle estremità dei reofori sostenuti da operatori.

Fra i numerosi articoli, spesso fantastico-futuristi, che in proposito sono apparsi dovunque, merita speciale menzione quello dettato da F. Richaud per «Radio-Électricité» (vol. 5, n. 59, 10 maggio 1924, pag. 164). L'A., dopo avere ammesso che il Grindell Matthews non ricorra a radiazioni nuove (nel qual caso, egli dice, non resterebbe che attendere dall'inventore comunicazioni circa la loro natura ed il modo di produrle) passa in rassegna quelle finora conosciute.

E dopo avere scartato:

a) le onde hertziane perchè inoffensive e non facilmente con vogliabili in raggi così ristretti come sembra sia il «malefico»;

b) i raggi infrarossi perchè non potrebbero arrestare un motore altro che deteriorandolo per riscaldamento (e non è questo il caso), nè uccidere un animale altro che per bruciature (ed il topo dopo l'uccisione non ne presenta tracce), nè accendere una lampadina;

c) i raggi ultravioletti perchè, anche tenendo conto della loro possibile azione deleteria sull'organismo (se usati in quantità ed in modi speciali), e della proprietà che presentano di scaricare i corpi elettrizzati, mal si spiegherebbero le varie esperienze ed in particolare quella della accensione della lampadina;

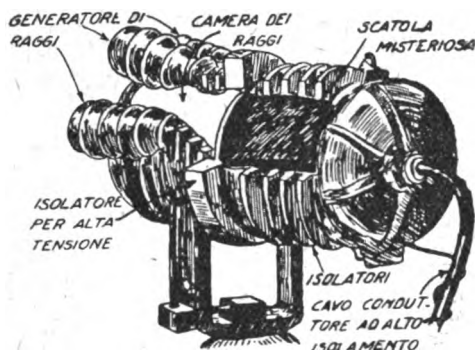


Fig. 1.

considerando che i raggi X, ultimi rimasti fra le radiazioni note, godono della proprietà di rendere conduttrice, ionizzandola, l'aria, conclude prospettando l'eventualità che il «raggio diabolico» sia costituito da essi e che agisca come un semplice conduttore. Se lo si immagina collegato all'origine con una sorgente ordinaria di energia elettrica ad altissima tensione e avente l'altro polo a terra, le esperienze dell'inventore cessano forse di essere inspiegabili.

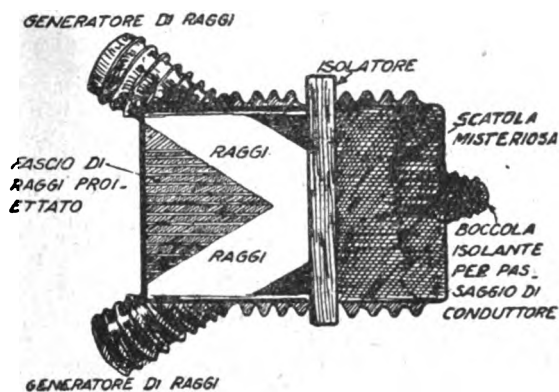


Fig. 2.

È possibile che questa ipotesi sia sensibilmente vicina alla realtà, tanto più che lo stesso Grindell Matthews parla del raggio come mezzo di trasmissione di energia elettrica e molti di coloro che hanno visto il suo apparecchio accennano all'esistenza di un impianto accessorio per produrre altissima tensione. Le figure riprodotte, che vogliono dare un'idea di ciò che potrà essere in avvenire un grande proiettore di «raggi ardenti», sono state composte da un disegnatore forse un po' immaginoso, ma su indicazioni forniteli dall'inventore stesso e rappresentano in sostanza un ingrandimento dell'apparecchio già costruito (*Ill. Lond. News*). Da esse può rilevarsi che il raggio principale risulta dalla composizione, dopo riflessione, di alcuni (tre) raggi elementari.

Ora è noto che i raggi X non possono essere riflessi. I raggi incidenti sono dunque raggi catodici, che provocano a lor volta i raggi X battendo sul fondo del proiettore ossia sul coperchio della «scatola misteriosa»? Ed allora nell'interno del proiettore è fatto il vuoto e la parete di uscita, quella di sinistra nella fig. 1, permette ad un tempo il passaggio sia della radiazione, sia dell'energia elettrica? Come si vede, le difficoltà di interpretazione non si possono considerare per ora del tutto eliminate.

U. Ru.

IMPIANTI.

Imprese idro-elettriche in Irlanda. — Dal R. Consolato Generale d'Italia a Dublino apprendiamo che sono in corso trattative fra il Ministero del Commercio del Libero Stato Irlandese e la Siemens-Schuckertswerke di Berlino per lo sfruttamento idro-elettrico del fiume «Shannon», e che questa sta attualmente facendo sopralluoghi e studi.

Il nostro Console ha avuto promessa dal Ministero del Commercio Irlandese, che esso darà tutto l'appoggio possibile nel caso che imprese o ingegneri italiani concorressero per la messa in atto dello schema che la Siemens Schuckert dovrà presentare al 1° settembre corrente anno.

Egli procurerà inoltre di fornire chiarimenti ed informazioni tecniche a chi si interessasse dell'esecuzione di tale progetto.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXVIII RIUNIONE DELL'A.E.I.

VENEZIA - 30 Settembre-6 Ottobre 1923

Verbale della 1ª seduta

Venezia - 1° ottobre 1923 - ore 9,30.

Presiede il Presidente generale, Comm. Ing. Ulisse Del Buono, funziona da Segretario il Segretario della Presidenza, Ing. Grillo.

Presidente: Apre la seduta alle ore 9,30 e rivolge un saluto cordiale ai Colleghi che prendono parte ai lavori della XXVIII Riunione autunnale. Come essi stessi hanno potuto vedere dalla distribuzione che è stata fatta, le memorie tecniche presentate per questo Congresso, sono trenta, aggruppate secondo i temi, e saranno discusse in sette sedute fissate nel programma.

Il primo gruppo comprende dodici memorie, compresa quella dell'Ing. Kerbaker riguardante la produzione delle materie azotate, e sarà discusso nelle sedute odierne e in quelle del 3 ottobre.

Il secondo gruppo comprende le memorie che trattano delle applicazioni meccaniche, termiche e relative alla illuminazione, queste ultime specialmente di importanza particolare. L'argomento della illuminazione è stato poco approfondito in Italia al contrario di alcune nazioni estere, perciò è necessario farne uno studio profondo ed esauriente, perchè da noi la tecnica della illuminazione deve essere sviluppata convenientemente, onde fa voti che in un altro Congresso dell'A. E. I. essa costituisca un argomento fondamentale.

Il terzo gruppo comprende le comunicazioni riguardanti la radiotelegrafia e radiotelenografia, argomento il quale sarà oggetto di discussione nella degna sede della Scuola Ingegneri di Padova.

Il quarto gruppo comprende argomenti vari che saranno esaminati nella seduta antimeridiana del 5 ottobre.

Alle discussioni si alterneranno gite istruttive per visite d'impianti e di nuovi lavori: tra queste la prima è la gita alle bonifiche tra Piave e Livorno la quale invece che una mezza giornata, come era stato previsto nel primo programma, richiederà una giornata intera. La Presidenza non ha creduto di limitare l'effettuazione di questa importante visita sia per corrispondere alle premure e alla organizzazione preparata dagli Enti locali, sia perchè la visita agli impianti delle bonifiche che interesserà molti colleghi nel tema principale che sarà trattato nel Congresso, quello delle applicazioni elettro-agricole.

Ricorda che nella seduta inaugurale di ieri, dopo che S. E. Sardi ebbe dichiarati aperti i lavori del Congresso parlarono gli Ingegneri Civita e Vismara ed il Prof. Revessi impostando la questione elettro-agricola. Crede opportuno dare la parola all'Ing. Forti circa: «La distribuzione dell'energia elettrica e le crisi di magra ed eccezionali nei corsi d'acqua del Veneto».

Forti: Ringrazia il Presidente per avere concesso che questa memoria non strettamente rispondente al tema principale del Congresso, ossia le applicazioni elettriche, fosse portata in discussione. Il Comitato Idrotecnico ha voluto estendere alla regione Veneta lo studio della crisi di magra del 1921-1922 già elaborato per la Lombardia. I presupposti su cui lo studio si basa sono stati enunciati l'anno scorso quando al Congresso di Milano si parlò della crisi suddetta. La massima potenza disponibile si considera utilizzata per 4000 ore all'anno, e quale portata massima di cui si può disporre si considera quella utilizzabile per sei o sette mesi all'anno. Si sono presi in esame una serie di diagrammi di corsi d'acqua della regione Veneta e si sono ricavate delle conclusioni sia in merito alle deficienze normali di portata sia su quelle eccezionali rilevate nella crisi del 1921-1922. Nella regione Veneta il quadro si prospetta in questo modo: Abbiamo di solito due magre, una invernale e una estiva o estiva-autunnale. La seconda è di secondaria importanza. La magra invernale normale presenta una deficienza di potenza del 53 % in cifra tonda rispetto alla potenza normale che è quella corrispondente alla utilizzazione dell'acqua disponibile come si è detto per circa 7 mesi dell'anno. La deficienza di energia è invece di circa il 10 %. Per quanto riguarda la magra eccezionale del 1921-1922 la prima delle suddette cifre salì a 69 % — deficienza di potenza — mentre la deficienza di energia arrivò al 33 %. Questa seconda cifra è molto importante perchè dimostra che la deficienza eccezionale di potenza è relativamente piccola rispetto alla rispettiva deficienza di energia, ossia la magra risulta prolungata. Tale circostanza pare abbia relazione con la permeabilità dei bacini imbriferi in questione che presentano un alto coefficiente di perennità. Alcuni bacini presentarono infatti delle portate specifiche di magra eccezionale pari a 7, 8 ed anche 9 litri per

chilometro quadrato, cifre che in altre regioni costituiscono delle portate di morbida.

Lo studio dei diagrammi e dei dati disponibili porta alla conclusione che gli impianti di pura integrazione dovrebbero avere nel Veneto una potenza di macchinario in relazione a 1000 ore all'anno, il che non è ancora ammesso nell'ambito della nostra pratica di esercizi.

Ogni qualvolta l'esercente si trova di fronte ad un caso di magra alquanto accentuato sorge per lui il dubbio relativo al momento opportuno per la messa in funzione o meno della riserva termica. Naturalmente a questo riguardo bisogna avere senso industriale, ma in genere si può dire che quando ad autunno inoltrato si è raggiunta la magra minima normale, il sussidio della Centrale termica sarà appropriato. Quanto all'insieme degli impianti produttori lo studio fatto pel Veneto dimostra che per 1000 kW di potenza idrica occorrono 600 kW di impianti idrici d'integrazione e 500 kW di impianti d'integrazione termica.

Benché il Congresso di quest'anno si occupi specialmente della utilizzazione dell'energia e non già della produzione, quanto esponiamo non pare fuori luogo perché il giusto dimensionamento degli impianti è fattore essenziale per il buon servizio, fattore primo della diffusione delle applicazioni elettriche.

Presidente: Ringrazia l'Ing. Forti per la chiara esposizione del problema delle crisi di magra nel Veneto fatta nella sua memoria, e pone la stessa in discussione.

Nessuno domanda la parola e però il Presidente dà la parola al Dott. Manzetti sul tema: *Le applicazioni dell'energia elettrica nella regione Veneta-Adriatica e lo sviluppo elettro-agricolo nel Mezzogiorno d'Italia.*

Manzetti: Data la brevità del tempo rigorosamente osservata dal Sig. Presidente per riassumere le memorie presentate egli può accennare fugacemente ad alcuni punti più salienti della lunga relazione, come le caratteristiche delle bonifiche Venete, il problema dell'azoto, il problema della distribuzione e del costo dell'energia ad uso agricolo.

La lucida analisi saltuariamente abbozzata e l'acutezza delle argomentazioni fanno proporre da alcuni colleghi, che hanno già letto la relazione del Dott. Manzetti, che essa sia integralmente pubblicata.

Presidente: Accetta la proposta, e poiché essa è approvata da tutti i presenti egli disporrà per la pubblicazione.

Crede opportuno che la discussione sulle applicazioni elettro-agricole comprenda anche la memoria presentata dall'Ing. Giovannoni sulle «Disposizioni legislative a favore degli impianti elettro-agricoli», e dà la parola allo stesso.

Giovannoni: Le questioni legislative di cui parla sono più o meno note a tutti i Colleghi, i quali conoscono anche quali disposizioni il Governo ha promosso per facilitare le applicazioni elettriche all'agricoltura. Queste disposizioni sono state elaborate ed emanate da enti governativi diversi e sono slegate e sconnesse.

Le facilitazioni emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici sono contenute nel decreto del 9 ottobre 1919. Lo Stato doveva dare 40 lire per cavallo installato e per 10 anni consecutivi, più un premio di 15, 20 o 25 centesimi per utilizzazione di linee agricole, a seconda della tensione e del peso dei conduttori impiegati.

La seconda di queste disposizioni fu stabilita dal Ministero di Agricoltura nello stesso decreto per fare delle facilitazioni allo sviluppo degli impianti elettro-agricoli, e lo stesso Dicastero stabiliva anche l'altra notevole concessione di corrispondere con le dovute cautele il 40 per cento dell'importo delle nuove cabine di trasformazione ad uso agricolo, e di pagare 3 centesimi per ogni kW-ora di energia venduta per aratura elettrica. Il primo sussidio riguardante la costruzione delle linee corrisponde al 7 a all'8 per cento in media del valore della linea: il secondo corrispondente al 40 per cento del costo delle nuove cabine sarebbe tale da facilitare la costruzione di esse; il terzo di tre centesimi per kW-ora è una quantità trascurabile di fronte al costo dell'energia stessa. Tranne dunque che il sussidio per le cabine gli altri si possono trascurare.

È detto però nel decreto che i sussidi non devono essere dati ma possono essere concessi secondo le condizioni del bilancio. Quando egli stesso fu incaricato di studiare la impostazione di bilancio per questi sussidi, venne alla conclusione che occorreva mettere a disposizione cinque milioni all'anno per alcuni anni; ma il Ministro del Tesoro concesse solo 100.000 lire all'anno di fondi per tutti questi sussidi! Sui sussidi del Governo non c'è dunque da fare alcun assegnamento, e gli elettrotecnici e gli agricoltori devono andare avanti per proprio conto se vogliono fare qualche cosa. È inutile illudersi che il Governo possa dare dei sussidi così forti da risolvere il problema della elettrificazione delle campagne che è un problema di linee di trasmissione di energia. Non è questione di prezzo dell'energia da vendere, la difficoltà sta nel costruire molte linee agricole e nell'aumentare il numero delle ore di utilizzazione per arrivare a quelle 2500 ore che danno un rendimento economico delle linee stesse. Il decreto fondamentale N. 1995 dell'ottobre 1919 non parla solamente di sussidio ma tien conto di due concetti fondamentali che hanno vigore in quanto che la legge è stata promulgata, cioè:

1) Che parte dell'energia venga riservata a scopo agricolo, ossia almeno il 10 % di di quella prodotta dall'impianto sussidiato.

2) Che per quanto riguarda le tariffe queste a parità di prestazione devono essere le stesse di quelle adoperate per energia ad usi industriali.

Conchiudendo il problema della elettrificazione delle campagne va posto così: Facilitare la costituzione di enti appositi per la distribuzione dell'energia ad usi agricoli. È di opinione che le società

produttrici di energia non sono le più adatte a vendere agli agricoltori: occorrono invece enti locali appositi che comperano l'energia all'ingrosso dai produttori e la vendono al dettaglio.

Di questo tipo di organizzazione si hanno già buoni esempi. Il collega D'Ascani a Roma, avendo acquistato 250 chilowatt dall'Azienda Elettrica Municipale, ha redento 800 ettari di terreno in cui prima pascevano le capre e ne ha formato orti, assicurandosi un reddito di 25 mila lire all'anno. E questo senza aiuti e senza sussidi, pur avendo costruito parecchi chilometri di linee.

C'è a Bologna la Società A.P.E. la quale con gravi sacrifici ha affrontato il problema della redenzione dell'agricoltura bolognese. Questi esempi di iniziative coraggiose e bene organizzate devono essere seguiti per conseguire buoni risultati: la costituzione di enti specializzati che possono attirare nella loro cerchia di affari gli agricoltori per atavismo diffidenti delle innovazioni, e fornire loro gli apparecchi, gli impianti e le maestranze occorrenti, deve essere incoraggiata dagli esercenti l'industria elettrica. Questi devono alla loro volta studiare il modo di migliorare i diagrammi di utilizzazione.

Presidente: Ringrazia l'Ing. Giovannoni e dichiara che su questa ultima memoria che è stata riassunta dall'autore e sulle comunicazioni degli ingegneri Civita, Revessi, Vismara e Manzetti si può iniziare la discussione.

Revessi: Vorrebbe dissentire dalla proposta fatta dal Presidente Generale di iniziare la discussione. Questa dovrebbe essere generale sul problema elettro-agricolo, e però ritiene che sarebbe meglio procedere all'esposizione di tutte le memorie presentate in merito all'argomento. Inoltre la gita di domani alle bonifiche tra Piave e Livenza servirà a chiarire taluni argomenti, ed anche per questo è bene che la discussione sia rinviata alla seduta del 3 ottobre.

Presidente: Non è contrario alla proposta Revessi e domanda se i colleghi accettano che si continui la esposizione delle comunicazioni per fare una discussione generale nella seduta del giorno tre.

Resta approvata la proposta Revessi.

Selmo: Non ha nulla da aggiungere alla relazione presentata dalla Commissione della Sezione di Napoli in merito alla «Elettro-Agricoltura nella Campania». Riguardo a quanto ha detto l'Ing. Giovannoni vuole citare un esempio pratico di costituzione di ente speciale tentato nel Salernitano. Un distributore di energia aveva organizzato un'intesa fra proprietari di parecchi fondi per il finanziamento degli impianti da eseguire per distribuire corrente: quando senza chiedere sussidi di sorta è arrivato a concretare la spesa per le linee e le cabine da costruire ed ha fatto presente agli aderenti la entità della compartecipazione alla spesa ha visto cadere all'ultimo momento tutto il suo piano, perché i proprietari di fondi hanno detto che essi non volevano elettricità ma volevano acqua per i campi. E solo assumendosi la manutenzione degli impianti idrovori ha potuto portare in porto il suo progetto. La costituzione di enti, come la raccomanda la sezione di Napoli, deve essere tale da potere provvedere interamente a tutto quanto necessita al servizio degli agricoltori i quali devono essere sollevati dalla preoccupazione della manutenzione del macchinario e delle linee.

Righi: Riferendosi a quanto è esposto nella relazione presentata dalla Sezione di Bologna, vuole ricordare che essa contiene il resoconto delle discussioni che si sono avute in seno alla Sezione sudetta in merito al problema elettro-agricolo della regione. Tali discussioni si sono imposte sulle memorie che ebbero a presentare gli Ingegneri Civita, Giandotti, Cricca e Carnevali, e si conclusero con l'ordine del giorno seguente che legge affinché esso sia tenuto presente nella discussione generale che si farà il tre ottobre delle applicazioni elettro-agricole.

«La Sezione di Bologna dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, udite le relazioni dei Colleghi Civita, Cricca, Giandotti e Carnevali sul tema della energia elettrica nelle campagne, e discussi ampiamente i vari aspetti dell'importante problema; convinta che da un razionale e diffuso impiego dell'energia elettrica nell'agricoltura, nelle irrigazioni, nelle bonifiche dipenda in gran parte la restaurazione dell'economia nazionale, fa voti:

1° che le Associazioni tecniche e agricole rivolgano tutta la loro attenzione allo studio delle zone di cui più opportuna e urgente risulti l'elettrificazione;

2° che venga fatta a mezzo degli Enti competenti attiva opera di istruzione e di propaganda fra gli agricoltori onde questi siano edotti dai reali vantaggi che derivano dalla sostituzione della energia elettrica all'energia animale e meccanica in tutte le applicazioni del ciclo agrario;

3° che le Imprese Elettriche, affinché possano fornire l'energia alle campagne a condizioni favorevoli, procurino: di introdurre nel sistema di distribuzione utenze compensatrici; di allacciare centrali idroelettriche appenniniche capaci di compensare, nel loro insieme, le quasi contemporanee richieste di energia delle bonifiche; nonché di allacciare, ove sia necessario, centrali termiche eventualmente esistenti presso gli utenti;

4° che il Governo Nazionale provveda a dare esecuzione ai Decreti Legge promulgati da tempo a favore degli impianti elettro-agricoli e a favore della elettrificazione delle Bonifiche, ed emani provvedimenti intesi a facilitare il finanziamento delle linee elettriche rurali, in modo analogo a quanto dispone la legge che favorisce la costruzione di strade rurali e vicinali».

Presidente: Ringrazia l'Ing. Righi e si compiace con lui dell'esito che hanno avuto presso la Sezione di Bologna le discussioni relative ai problemi elettro-agricoli.

Dà la parola all'Ing. Conte Tournon sulla memoria: «L'elettricità nella campagna come fattore all'incremento della irrigazione».

Tournon: Dichiaro che egli direttore di una delle maggiori aziende irrigue italiane, parla qui assai più come relatore che come elettrotecnico e crede opportuno che dopo quanto si è detto dai rappresentanti delle aziende elettriche, il congresso senta anche la parola di un rappresentante degli interessi agricoli.

Si dice in generale dagli elettrotecnici: l'irrigazione porta ad un tale aumento del prodotto che l'agricoltore può sobbarcarsi a notevolissime spese di linee, di pompe, di pozzi pur di avere l'acqua che occorre al suo terreno. Egli crede utile richiamare alcune cifre riassuntive del problema. L'acqua irrigua costa in Piemonte e in Lombardia dalle 3600 alle 4500 lire al modulo cioè l'agricoltore paga circa L. 4000 per avere in modo continuo dai canali di irrigazione dal principio di aprile alla metà di settembre 100 litri di acqua. Tale distribuzione vien detta a bocca tassata o in quantità; esiste anche quest'altra specie di distribuzione, a bocca libera o in superficie; in questa l'Ente distributore non dà più una quantità d'acqua continua ma provvede invece per un determinato prezzo alla *lodevole* irrigazione del terreno; tale sistema è utile specialmente nei casi in cui l'acqua derivata non ha un carattere di assoluta continuità e quindi l'irrigatore si troverebbe nella difficoltà di dare in modo uniforme a bocca tassata la quantità d'acqua contrattuale. Naturalmente esiste un rapporto abbastanza costante di prezzo fra le due irrigazioni.

Per fissarne l'idea si può dire che per un Ettaro di risaia irrigata con acqua spontaneamente derivata dai canali al naturale declivio il prezzo oscilla dalle 200 alle 300 lire all'ettaro a seconda della fertilità del terreno; essendo di q.li 40-50 il prodotto medio di risone per ettaro è evidente come l'irrigazione abbia oggi un'influenza notevole sui prezzi di produzione.

E poichè l'ettaro di risaia consuma circa da 2 a 5 litri d'acqua al 1° si deduce che il prezzo medio del litro, portato sull'apprezzamento, si aggira dalle 55 alle 60 lire.

Nel caso del prato e del campo, richiedenti quantità minori di acqua è naturale che il costo dell'irrigazione assuma prezzi notevolmente inferiori.

Con un breve calcolo riportato nella memoria sull'argomento presentata al Congresso, risulta che la quantità *media* per il prato (ridotta in continua) sia per Ettaro pari a litri 1,04 e per i campi circa litri 0,80. Ora tenuto presente che il rendimento di una elettropompa non supera il 50%, è facile vedere come occorran circa 2,5 HP. per ogni 100 litri elevati di 1 metro. Se il cavallo elettrico è ceduto dalle Società a L. 500 per la stagione estiva (sovente però questo prezzo è superato dai rivenditori) occorre per ogni metro di prevalenza e per ogni 100 litri una spesa di circa L. 1300 per mod. di sola forza motrice.

Considerando poi tutte le altre spese di impianto e di manutenzione, si può dire che occorrono circa L. 2000 per ogni 100 litri e per ogni metro di sopraelevazione. Si deduce da ciò che le irrigazioni del prato e del campo costano a sua volta L. 21 e L. 16 per ogni Ettaro e per ogni metro di sopraelevazione.

Orbene, perchè l'irrigazione sia ancora redditizia, non bisogna superare il prezzo di L. 300-400 per ettaro di prato e di L. 250-300 per ettaro di campo; risulta quindi che non si può superare per il prato una sopraelevazione dei 15 metri e per il campo una sopraelevazione di 12 metri, a meno che concorrano prezzi di favore tali da abbassare notevolmente il costo unitario dell'acqua. A prezzi superiori l'agricoltore non troverebbe il giusto reddito alla sua industria e preferirà tenere le sue terre a pascolo. Si prenda ad es. la coltivazione delle foraggere: senza irrigazione si arriva ad avere un prodotto di 35 quintali di fieno per Ettaro, colla irrigazione si va al 100 quintali con un maggior prodotto di 65 quintali: posto il fieno a L. 30, si ha un maggior reddito lordo di 1950 lire per ettaro. Ma tale incremento di produzione non può essere ottenuto rapidamente: occorrono 5 o 6 anni per conseguirlo. Inoltre per irrigare è necessario preparare prima il terreno spianandolo e regolandolo e queste sono operazioni importantissime, di cui in genere si tiene poco conto, mentre ogni agricoltore sa che cosa vuol dire far dei movimenti di terra e ben ricordando che se l'irrigazione non è ben eseguita e l'acqua non viene distribuita uniformemente, il raccolto, invece di migliorare, deperisce; l'acqua è invero la migliore amica dell'agricoltore, ma ne è anche la nemica spietata quando essa non è regolata e data alla terra in giusta misura. Tutto questo porta a concludere che per irrigare bene bisogna fare tal cumulo di spese che rende certo difficile e complesso il problema e che solo può essere risolto con le forze motrici a buon mercato.

Crede quindi poter riassumere: gli agricoltori da soli non potranno risolvere la questione della irrigazione con l'impiego della energia elettrica se l'esercente l'industria elettrica non va incontro ad essi con la sua tecnica e con i suoi mezzi. Crede che bisogna venire nel concetto dell'Ing. Civita, e cioè fare quello che a Roma ha fatto l'Ing. D'Ascani. Bisogna spiegare all'agricoltore, che non ne conosce il meccanismo, la funzione dell'irrigazione e l'importanza che hanno la quantità e la qualità dell'acqua per irrigare. È necessario quindi: a) istituire un organismo tecnico formato di esperti della campagna e dell'industria elettrica, un organismo agile di consulenza che abbia carattere nazionale; b) eseguire lo studio delle condizioni idriche del sottosuolo nelle varie regioni d'Italia compilando una carta completa a cui dovrebbero collaborare gli organi tecnici competenti dello Stato; c) studiare ed organizzare un sistema di finanziamento per gli impianti di elettro-irrigazione onde riuscire a tirare fuori dal sottosuolo l'acqua che occorre.

Questa è nel suo complesso l'impostazione del problema generale italiano dell'elettro-irrigazione. Il problema regionale può avere caratteristiche proprie: si richiede pertanto un'opera di propaganda nazionale alla quale possono essere chiamate a collaborare le cattedre ambulantive di agricoltura che sinora non hanno offerto all'importante problema tutto il contributo che possono e devono dare.

Presidente: Ringrazia il Sig. Tournon per la interessantissima relazione presentata e per la lucida esposizione che ne ha fatto, compiacendosi per il prezioso contributo tecnico di agricoltore e di irrigatore che ha voluto portare al congresso. Dà la parola all'Ing. Valentini sulle: «Possibilità per le elettro-irrigazioni in Puglia».

Valentini: Non è ingegnere né tecnico, ma dal 1908 è un ardente sollecitatore di quel tanto d'irrigazione che si può fare nell'arido Mezzogiorno colpito spesso da prolungate siccità che sono un vero disastro. Dal 1908 è anche fautore della diffusione dell'energia elettrica per il facile sollevamento delle acque freatiche, e però crede di avere giustificazione sufficiente di trovarsi fra gli elettrotecnici in questo congresso, tanto più che dallo scorso anno è segretario della Commissione Reale per le irrigazioni.

Dopo quanto hanno detto sul tema della elettro-irrigazione l'ingegner Civita e l'Ing. Tournon, che furono suoi superiori nella Commissione Reale, e dopo quanto ha avuto a dire nella seduta di ieri anche l'Ing. Vismara, non ritiene di dovere aggiungere altro. Vuole raccomandare soltanto l'ordine del giorno con cui si chiude la memoria da lui presentata, e sottolineare l'importanza del prospetto statistico unito in cui sono riassunte per regione e per provincia le spese sulle quali il Ministero di Agricoltura ha concesso fino al 30 Giugno 1923 il concorso dello Stato per la costruzione di piccole e grandi opere d'irrigazione. Questo specchio dimostra che effettivamente il Governo concede sussidi per estendere l'irrigazione in Italia. L'opera maggiore sussidiata dallo Stato appartiene al Veneto ed è il Canale della Vittoria derivato dal Piave, in provincia di Treviso, per l'irrigazione di 33.000 ettari di terreno. Le opere minori appartengono alle provincie pugliesi le quali mancando di energia elettrica non hanno avuto modo di mostrare la loro ardente disposizione verso l'irrigazione dei loro terreni fertilissimi ma anche aridi. Le provincie pugliesi attendono le forze dalla Sila.

Conclude raccomandando vivamente l'ordine del giorno presentato ed affermando che senza la creazione di una carta idrografica sotterranea non è possibile in Puglia una efficiente irrigazione.

Presidente: Ringrazia l'oratore ed assicura che di questo suo voto sarà tenuto conto adeguato nella elaborazione dei voti conclusivi del Congresso.

In assenza degli ingegneri Novelli e Karbaker il Presidente dà la parola all'Ing. Del Valle sulla «Regimazione dei bacini montani e loro rapporti colle bonifiche ed irrigazioni».

Del Valle: La nota presentata ha lo scopo di un semplice cenno idrologico da elaborarsi in seguito alla scorta di migliori dati circa i rapporti che corrono tra un bacino montano generatore di energia, gli afflussi del quale, previa opportuna regolazione vengono adibiti ad animare un servizio di bonificazione, con trasmissione elettrica, e le esigenze regimali e culturali del bacino inferiore, di cui trattasi di regolare il malgoverno idrico e freatico. Dal giuoco vicendevole dei due bacini è determinabile tanto il genere di tariffazione come la quota suppletiva di regolazione interessata dal servizio di bonificazione con la importanza del relativo capitale da impegnarsi.

Prima è necessaria una chiara visione della determinazione della capacità regolatrice-limite per crescenti anomalie sia positive, limitate dalla entrata in funzione degli organi di scarico delle piene, sia negative, caratterizzate dalla entrata in giuoco della riserva termica degli impianti.

Ora solo mediante l'esame delle probabilità di ricorrenza delle anomalie in ambo i sensi e per un periodo adeguato è possibile una determinazione razionale dell'ordine pratico della regolazione dei bacini, mentre gli studi sinora compiuti, tra i quali si ricordano quello del Comitato Idroelettrico dell'A.E.I. e quello accennato nella Memoria del Servizio Idrografico del Consiglio Superiore, vennero prevalentemente impostati sull'evento catastrofico della siccità del 1921-1922, l'ordine della quale sembra di criticità tale da legittimare l'importanza di una tale indagine, che vincola e fissa l'entità dei capitali da immobilizzare una volta tanto, sia in regolazione idrica che in riserva termica. Un'analisi permette di riconoscere l'esistenza di un marcato parallelismo tra le anomalie ricorrenti sincreticamente in un bacino-base cognito come quello del Po a Pontelagoscuro, e le oscillazioni in altri bacini della regione nord italiana, in modo da potere sintonizzare ambedue, e così risalirne ad ottenere dati di regolazione valevoli in senso assoluto, rispondenti cioè al criterio di un ordine di criticità prestabilito.

Parlando delle irrigazioni accenna per corsi d'acqua Appenninici e deflusso sotterraneo alla determinazione dei valori idrologici latenti, con speciale riferimento alle condizioni Pugliesi, colla valutazione in grandi linee del bilancio idrologico relativo, in correlazione con le esigenze modulari e di punta richieste dalle principali colture, grano e foraggiere. Accenna al programma di studio idrologico necessario ed augura che il Governo prenda in giusta considerazione l'importante problema.

Presidente: Ringrazia l'Ing. Del Valle per la comunicazione presentata.

Forti: Dichiaro che terrò presente la raccomandazione che l'ingegner Del Valle fa al Comitato Idrotecnico.

Presidente: Poichè nessun altro domanda la parola scioglie la seduta, rimandando il proseguimento alle 14,30 del pomeriggio.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

E' GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La nuova legge sull'elettrodotto e le grandi reti nazionali.

La nostra Associazione ha già avuto occasione di occuparsi, a mezzo dei propri rappresentanti nel Consiglio Superiore dei LL. PP. della nuova legge sull'elettrodotto, predisposta dagli uffici governativi, ma non ancora promulgata e destinata a sostituire tutte le altre disposizioni in materia antiche e recenti, e in questo numero noi riportiamo la lettera che il nostro Presidente Generale ebbe ad inviare recentemente a S. E. il Ministro dei Lavori Pubblici e nella quale si appoggiano i punti di vista già sostenuti dai rappresentanti dell'A. E. I. in seno al Consiglio Superiore.

Della questione si è fatto poi qualche cenno nelle recenti discussioni alla Sezione di Milano sulle reti ad altissima tensione, e più recentemente si è trattato con una certa ampiezza alla Sezione di Bologna in seguito ad una Comunicazione del Dott. SANDONNINI. Pubblichiamo oggi il testo della comunicazione e, nei verbali, quello della interessante discussione che l'ha seguita.

Il Sandonnini ha preso lo spunto dalle disposizioni della nuova legge per ritornare sull'antica proposta del Prof. Revessi di una grande rete nazionale ad alta tensione, destinata a raccogliere, trasportare e distribuire l'energia prodotta da Centrali e Società diverse.

La discussione ha assunto così una portata assai più ampia ed importanti osservazioni furono svolte pro e contro la nuova concezione. Non è questo il luogo nè il momento per entrare nel merito di una questione che tocca tanti interessi e che coinvolge tutto lo sviluppo avvenire dell'industria elettrica; ma è certo augurabile che la discussione possa ulteriormente svolgersi ampia ed esauriente.

Da sua parte l'AEIE ha preparato e sostenuto a mezzo del suo rappresentante nel Consiglio Superiore dei LL. PP. una relazione di minoranza contraria ad alcune disposizioni del progetto governativo e l'ANIEL (la nuova Associazione fra Esercenti Imprese Elettriche, costituitasi da qualche tempo a Milano in contrapposto con la stessa AEIE che ha sede a Roma da molti anni), ha pubblicato un esame critico della nuova legge, nel quale sono svolti molti argomenti a favore di una revisione sostanziale del progetto di legge. Di entrambe queste relazioni ci riserviamo di dare un riassunto nel prossimo numero.

Oscillografo elettrostatico.

L'estrema debolezza della coppia negli strumenti elettrostatici sembrerebbe escludere la possibilità di realizzare oscillografi di tale tipo; e, di fatti, ben pochi tentativi si conoscono diretti a tale risultato come, del resto, diventano sempre più rare le applicazioni degli strumenti elettrostatici nel campo delle misure industriali e scientifiche. Tuttavia quando si tratti di misurare tensioni notevolmente elevate ed interessi essenzialmente di rendere minima la corrente sottratta dall'organo di misura, lo strumento elettrostatico appare il più per non dire il solo indicato. L'Ing. PUGNO-VANNONI descrive più avanti un interessante oscillografo elettrostatico da lui costruito per ricerche speciali sui tubi Röntgen, ed il materiale sperimentale con cui lo scritto è documentato mostra come il problema — per misura di tensioni dell'ordine di 2000 volt — sia stato felicemente risolto.

LA REDAZIONE.

NUOVE VEDUTE IN MATERIA DI DISTRIBUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

LINO SANDONNINI



:: :: Comunicazione tenuta alla Sezione di Bologna :: ::
 :: :: :: :: :: :: il 6 marzo 1924 :: :: :: :: ::

E' noto che da parecchi mesi è in discussione presso il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici lo « Schema di disegno di Legge sulla trasmissione a distanza e sulla distribuzione della energia elettrica », che più brevemente è conosciuta sotto il nome di « Legge circa la servitù di Elettrodotto » in quanto questa particolare questione costituisce la più importante materia in essa effettivamente trattata. (1)

Questa che attende la sanzione dei due rami del Parlamento, dovrà sostituire la vecchia ed incompleta Legge del 1894; e, come dice il suo Art. 1, suo scopo dovrebbe essere « il disciplinamento e l'alta sorveglianza sulla trasmissione a distanza e sulla distribuzione dell'energia elettrica » e quindi anche la definizione delle vertenze fra Società distributrici e proprietari di terreni attraversati, prescrizioni di norme alle quali gli impianti devono soddisfare, ecc., ecc.

Forse la promulgazione della nuova Legge è più attesa dai proprietari di terreni, la suscettibilità dei quali pare sia stata urtata dal modo con cui viene imposta la servitù di elettrodotto, che non dalle Società distributrici di energia.

Certamente queste non possono lagnarsi della incompetenza della vecchia Legge, per la quale più di una volta è stato possibile la rapida posa di linee e la loro messa in esercizio ancor prima di averne la regolare concessione; e nemmeno della incerta azione del Genio Civile organo Statale di controllo, che non sempre competente e per giunta dovendo deliberare in base a una legislazione imperfetta, ha talvolta proceduto a collaudi non molto rigorosi.

Non si vuole certo ora deplorare in Sede elettrotecnica, questo fatto. Anzi non è azzardato ammettere che questa imperfezione di regolamenti e questi inefficaci controlli abbiano grandemente contribuito al rapido sviluppo delle linee di distribuzione in Italia, e conseguentemente della produzione di energia.

Nè si vuole ora trattare la questione particolare della servitù di elettrodotto intervenendo nell'eventuale conflitto fra Società Elettriche e proprietari di terreni.

Noi elettrotecnici non possiamo essere in tale questione giudici spassionati; anzi siamo parte in causa, poichè ci incombe l'obbligo morale di aderire a quei punti di vista che in qualche modo determinano o mirano allo sviluppo delle applicazioni della Elettricità.

Ma appunto per questo è dovere della grande famiglia degli Elettrotecnici interessarsi del nuovo progetto di Legge e vigilare che esso effettivamente miri al progresso auspicato in fatto di distribuzione di energia con quella larghezza di vedute e quella lungimiranza che sono proprie dei Legislatori che non seguono, ma precorrono i tempi.

Sia permesso dire, *en passant*, che non è raro il vedere nel mondo tecnico, ad es. in quello elettrotecnico, gravi consessi radunarsi e laboriosamente discutere per disciplinare, regolamentare, dettare norme, ecc. su questioni tecniche, che nel frattempo per rapido processo di evoluzione vanno trasformandosi di guisa da ridurre grandemente l'importanza dei voti e delle norme ecc., precedentemente escogitate.

(1) V. in questo numero, pag. 398, la lettera che la Presidenza Generale dell'A. E. I. ebbe ad inviare al Ministro dei LL. PP. sull'argomento della nuova legge sull'elettrodotto (N. d. R.)

Vi è da temere che qualche cosa di analogo stia per capitare al nuovo progetto di Legge. Esso infatti anziché opera di precursori, appare piuttosto opera di aggiustatori; o più precisamente esso sembra risultare da un compromesso fra Stato ed Esercenti imprese elettriche; l'influenza dei quali, fortemente rappresentati come erano nella commissione compilatrice del progetto, sembra essere riuscita preponderante.

Non vi starò ora a fare una completa analisi del progetto di Legge. Potrà, se mai, essere questo il tema di una prossima discussione. Permettete quindi che mi limiti a esprimervi una mia, e non soltanto mia, impressione. In poche parole il nuovo progetto sembra potersi riassumere in questo duplice concetto.

Da parte degli Esercenti: Avere poche noie dai proprietari di terreni e pochissime dallo Stato. Da parte sua lo Stato sembra voler dire: voi Società elettrica avete il diritto di tracciare la vostra linea, voi proprietario avete l'obbligo di lasciar passare, fate quindi voi due, cercate di mettervi d'accordo, e in caso contrario andate a litigare davanti al Magistrato. E non c'è altro.

L'azione della Legge appare perciò assai poco efficace. Lo Stato sembra volersi disinteressare di questa così grave questione che è la distribuzione di energia nel Paese, e viene fatto di pensare al tenore dell'Art. 1° qui citato che ha tutto il carattere di una mancata promessa; e il cui tono magniloquente è subito messo in sordina dallo stile dimesso dell'Art. 2° a sensi del quale il Ministero dei Lavori Pubblici attende « a promuovere, ove occorra, accordi fra gli Esercenti imprese elettriche, a disciplinarne la esecuzione per fini di interesse generale ed a disporre, in casi di gravi necessità pubbliche, gli occorrenti provvedimenti ». Questo articolo (¹) in altre parole stabilisce una progressiva azione del Ministero del L. P.; per cui lo Stato da semplice e modesto conciliatore viene gradatamente elevato di rango fino a riconoscergli, ma soltanto in specialissimi casi, la sua vera funzione di emanatore di provvedimenti per fini di interesse nazionale.

Un così modesto concetto della funzione Statale, quale è quello espresso da questo articolo, merita di essere accuratamente analizzato; poichè a chi ha seguito in questi ultimi anni le nuove correnti formatesi in materia di sfruttamento di risorse idriche e di distribuzioni di energia, esso appare come un poco felice accordo fra opposti punti di vista, dal cui connubio ben difficilmente poteva nascere una creatura vitale.

Anzitutto è opportuno rilevare una incongruenza fondamentale. Mentre le risorse naturali del Paese costituiscono una ricchezza nazionale che lo Stato temporaneamente concede perchè venga in dati modi sfruttata, per ciò che riguarda le linee, che costituiscono un mezzo necessario per tale sfruttamento, nessun diritto si arroga lo Stato, che anzi ne riconosce l'assoluto possesso altrui « *in perpetuo* » come è precisamente detto all'Art. 14.

Dunque lo Stato mentre gelosamente non concede private occupazioni nei suoi legittimi possedimenti, il cui sfruttamento intende sia esclusivamente fatto nell'interesse della collettività nazionale, secondo il nuovo progetto di legge, dovrebbe poi quasi disinteressarsi del come questa ricchezza viene incanalata e distribuita per canali altrui, lungo i quali ostruzioni di diversa natura possono notevolmente diminuire l'efficacia e soprattutto l'equo funzionamento del congegno: produzione-distribuzione.

E una vaga, e forse anche non vaga, idea di temute ostruzioni e sperequazioni deve avere attraversato la mente dei compilatori del Progetto di legge, poichè, come si è visto, non è escluso a sensi dell'Art. 2, il caso di un'azione coercitiva ladove nel congegno della distribuzione vi sia ingiuria degli interessi della generalità. E la più grave ingiuria sarebbe quella per cui una difettosa distribuzione fosse causa di un rallentamento nello sviluppo della produzione di energia.

Per concludere questa sommaria critica al nuovo progetto di legge e poichè si è fatto cenno di nuove correnti che ora cercherò di riassumere, sia permesso dire che era lecito attendersi una più precisa ed illuminata azione da parte dello Stato; e in ispecial modo le basi, l'embrione di un piano regolatore che preludesse alla costituzione di una rete nazionale di distribuzione di energia. L'energia elettrica non può essere considerata come un lusso; essa è ormai come il pane, come la casa e come la strada; la sua distribuzione quindi va giudicata alla stessa stregua e deve necessariamente venire controllata dallo Stato.

(¹) Alla data in cui fu tenuta la presente lettura non era ancora stata concretata l'aggiunta all'art. 2, la quale stabilisce una diretta ingerenza dei Comuni in materia di distribuzione e contro la quale sono state sollevate vive obiezioni.

Ciò posto vogliate seguirmi *pazientemente* in un breve cammino allo scopo di illustrare questo concetto.

Sono ben note le difficoltà contro le quali urta attualmente lo sviluppo della produzione di energia elettrica.

In primo luogo il maggior costo degli impianti relativi a riserve non più facilmente sfruttabili; in secondo luogo: le lunghe linee di trasmissione; la pratica impossibilità in alcuni casi di stabilire nuove reti là dove ne esistono altre; la grande difficoltà di farsi posto fra le Società che per necessità tecniche ed economiche in un primo tempo si coalizzarono e quindi diventarono monopolizzatrici della distribuzione; la minore premura di queste, rispetto al nuovo produttore, di creare nuove disponibilità di energia, ecc. A queste cause ora accennate appare logico aggiungere la importazione di energia straniera. La quale se è desiderabile per far fronte a bisogni immediati e per la benefica influenza che essa può esercitare sul mercato di energia, rappresenta pur sempre dal punto di vista nazionale un esodo di ricchezza perfettamente analogo a quello a cui si dà luogo con l'importazione di carbone, con l'aggravante che essendo tale importazione di energia regolata da contratti di notevole durata, assume il carattere di cosa non facilmente, nè rapidamente rimediabile.

Volendo fare qualche esempio, è forse inutile, perchè a tutti ben noto, richiamare alla mente la notevole importazione in Italia di energia, che da quasi un ventennio ha luogo, dalla centrale di Brusio sul Poschiavo in territorio svizzero. Più recentemente e cioè nello scorso dicembre 1923 il Consiglio Federale consentiva a una Società Ticinese di esportare 5000 kW in Italia e più precisamente alla Società Breda di Milano. E' interessante notare che è questo il primo caso di esportazione dalla Svizzera dopo la promulgazione della legge Grimm, per la quale non è accordato permesso di esportazione se non dopo avere provata e garantita la sufficienza dell'energia rimanente per i bisogni del Paese. Altri esempi per ora non è dato citare; ma poichè per potenzialità e facilità di stabilire nuovi impianti, la Svizzera trovasi in migliori condizioni di noi e trovasi per di più a confinare con le regioni più industriali d'Italia, sembra sia da temere una eventuale ulteriore invasione di kilowatt stranieri e sembrano quindi legittime le opposizioni di notevoli personalità del nostro mondo industriale e finanziario: quali il Motta, il Vanzetti e altri.

Da tutto quanto si è venuti esponendo si deve logicamente desumere, e svariate citazioni potrebbero provarlo, che ci troviamo in presenza di un certo rallentamento nella utilizzazione delle risorse idriche; alla quale sarebbe viceversa urgente dare il maggior impulso per far fronte alle sempre crescenti richieste di energia, che certamente sono in stretta relazione col progresso del Paese.

E poichè si è fatto cenno dell'andamento della richiesta e quindi in certo qual modo del consumo di energia, sia consentito dire una parola a questo riguardo prima di fare qualche cifra. Accade infatti su questo punto di udire spesso pareri discordanti: capita anzi o meglio è capitato di udire fino a poco tempo fa, parlare addirittura di probabile imminente plethora di energia elettrica.

Per volere attingere ad autorevoli fonti si può ricordare che in un memoriale della Associazione tra Esercenti imprese elettriche dell'aprile 1918 diretto al Presidente del Consiglio dei Ministri mentre in un punto si riconosceva la necessità di « mantenere l'offerta esuberante rispetto alla domanda » si mostrava in altro punto di nutrire « legittime preoccupazioni per una eventuale plethora di energia » e questo era detto a proposito dei nuovi impianti idroelettrici in cui varie Società investirono i loro profitti di guerra. Non solo, ma forse suggestionato da questo memoriale l'on. Corbino, allora Presidente del Consiglio Superiore delle Acque, dimostrava in un discorso del febbraio 1919, l'opportunità che lo Stato si disinteressasse di quegli impianti che fossero per sorgere in regioni minacciate da plethora. Con queste citazioni si vuole insomma concedere una certa giustificazione ai pochi tuttora assertori di questa temuta plethora.

Viceversa è opportuno ricordare che bastò nel dopo guerra una precipitosa deliberazione di una immediata e grandiosa elettrificazione (6000 km) per fare constatare quanto si era distanti dalla possibilità di disporre dell'energia necessaria.

E, per quanto si tratti di un ordine di cose eccezionale, non si può a meno di ricordare come i recenti pericoli di siccità abbiano, gettandoci in piena carestia, dato fieri colpi alle presunzioni di esuberanza.

Si comprende bene come non sia possibile essere pre-

cisi nella trattazione di questo punto, statistiche precise di lavori in corso non esistono; le notizie che se ne hanno concordano nel constatare ovunque notevoli ritardi. Tanto meno poi è possibile parlare di statistiche di richiesta, chè questa sfugge o quasi a qualsiasi controllo.

Non è quindi possibile stabilire il valore del rapporto offerta e il suo andamento nel tempo, che è ciò che imporrebbe conoscere.

Comunque alla stregua dei fatti citati pare si possa desumere che attualmente non è possibile che vi sia esuberanza di offerta; ed è bene chiarire che si tratta qui di offerta di kW e non di kWh; poichè in generale è questo che interessa al consumatore, il quale impone spesso la condizione della regolazione del consumo come a lui più fa comodo. Viceversa se non proprio il valore della richiesta, il suo andamento almeno nel tempo possiamo con una certa approssimazione desumerlo dal diagramma del consumo di energia in Italia, negli ultimi dieci anni. Tale diagramma dall'andamento quasi rettilineo ci insegna che il consumo annuo di energia che fu di circa 1,5 miliardo di kWh nel 1910, è stato nel 1922 di circa 4,5 miliardi, e potrà essere, se è permessa una extrapolazione e se il destino non falla, qualche cosa come più che 6 miliardi di kWh nel 1930. Ho detto se il destino non falla; ed infatti solo che noi riflettiamo ai molteplici sviluppi e alle infinite applicazioni dell'elettricità, non soltanto nell'industria dei trasporti, ma anche in altri svariati campi come agricoltura, bonifiche, artigianato, produzione chimica, ecc., ecc., e ai vantaggi che se ne ripromettono, dovremo per forza convincersi che negare l'incremento nel consumo di energia, equivarrebbe a fare sinistre profezie sulla rinascita del Paese.

Riprendendo il filo principale del nostro discorso, ricorderemo che la questione dello sviluppo della produzione è stata in questi ultimi anni in varie autorevoli sedi più volte agitata; e non sarà inutile riassumere i nuovi concetti e le notevoli proposte formulate, di cui invece non si trova alcuna traccia nel nuovo progetto di legge.

E' opportuno ricordare infatti come fino dal 1920 vennero presentati in Parlamento, progetti di legge, alcuni dei quali di iniziativa socialista, che auspicavano addirittura la statizzazione delle Officine di produzione; altri successivi dello stesso anno si limitavano a caldeggiare « la costruzione e l'esercizio di una rete elettrica nazionale che collegasse fra di loro le diverse regioni, così da consentire un regolare ed economico approvvigionamento del mercato di energia ». (*)

Più recentemente e fuori del Parlamento in un ordine del giorno di una Commissione presieduta dal Sen. Corbino e della quale facevano parte i rappresentanti della industria elettrica, si facevano voti perchè « ove l'iniziativa privata fosse inefficace a promuovere una migliore utilizzazione degli impianti e delle condutture, provvedesse lo Stato intervenendo per disciplinare ed integrare con costruzioni nuove il complesso degli impianti esistenti ».

Più recentemente (aprile 1923) in seno alla A. E. I., il Prof. Revessi riprendeva e sviluppava il principio dell'intervento Statale, invocando la costituzione di un Catasto delle acque e caldeggiando l'attuazione di una grande Rete di Stato.

Questa idea affacciata in un momento in cui, reagendo alle passate tendenze socialistiche, non si vuole da molti più sentire parlare di interventi statali, spesso facendo, come nel presente caso, confusione fra Stato disciplinatore di pubblici servizi e stato industriale, è stata da parecchi con superficiale e frettoloso giudizio, dichiarata un'utopia; ed è stata notevolmente, almeno nella discussione che fece seguito alla esposizione del Prof. Revessi, avversata dai rappresentanti degli esercenti imprese elettriche. Non è possibile affermare se questa ostilità corrisponda realmente al pensiero di tutta la classe; nè se ne vedrebbe veramente la ragione. Certo è che questa avversione è in contrasto p. es. con precedenti affermazioni di un suo autorevole rappresentante; l'Ing. Civita scriveva infatti qualche anno fa « giungiamo anche ad ammettere la possibilità dello Stato proprietario ed esercente, oltrechè delle derivazioni, anche delle grandi centrali elettriche e delle linee maestre di collegamento fra di esse, indispensabili per il migliore sfruttamento, ecc. ».

Notisi intanto che con l'ammettere una simile possibilità si va assai più oltre di quanto intendo ora prospettare.

E volendo fare una citazione più recente, è interessante notare come per parte delle due grandi nuove Associazioni di

esercenti imprese elettriche, in cui si è ora scissa la vecchia Associazione, quella di Roma e quella di Milano, si siano all'atto della loro costituzione, e cioè soltanto qualche mese fa, manifestati, indirizzandoli al Presidente del Consiglio dei Ministri, calorosi proponimenti di collaborazione col Governo in materia di produzione e distribuzione di energia.

Dunque si riconosce per parte degli stessi esercenti che vi sono difetti da eliminare e cammino da percorrere; e che per questa bisogna occorre il concorso del Governo. Non è possibile quindi attendere dal Governo che l'aiuto del padrone, non quello dell'amico o del servo.

E' tanto poco invece un'utopia quest'idea che senza volere ora fornire ragguagli sui notevoli passi che questa questione va presentemente facendo nelle altre Nazioni e sulle diverse forme che in esse assume l'intervento di Stato, si può qui citare un cospicuo esempio di pratica applicazione di questo principio.

In Francia (*) sotto l'impulso della necessità di una rapida ricostruzione nelle regioni devastate dalla guerra, lo Stato francese fattosi promotore di una adeguata ed equa distribuzione di energia, è ora in possesso di una grandiosa rete ad alta tensione (fino a 120 000 volt) che si estende fra la frontiera Svizzera e la Manica, con uno sviluppo di 1100 km, collegante fra di loro officine private di produzione appartenenti a diverse Società, e alimentante per mezzo di diramazioni secondarie, diversi centri di assorbimento, fra i quali figura anche per una parte del suo ingente fabbisogno la città di Parigi. Con questa rete lo Stato francese interviene fornendo il mezzo di stabilire nel mercato dell'energia quel mutuo soccorso e quella libera concorrenza che sono necessari per una equa ripartizione ed un equo prezzo. Esso inoltre assicura con questa rete una controllata via di sfogo all'energia di nuova produzione e ne favorisce quindi in questo modo lo sviluppo.

Citato questo esempio e omettendo per ora di esaminare quale possa essere la forma più conveniente dell'intervento Statale, che del resto vedemmo temporaneamente in atto nel recente periodo di magra eccezionale, è facile convincersi che in questo o in quel modo, esso sarà inevitabile anche da noi. Ed infatti se consideriamo ad es. il caso di un concessionario che eseguiti i suoi lavori per produzione di energia, si trovi inesorabilmente avvolto da reti preesistenti e non voglia venire assorbito dalle Società monopolizzatrici, è naturale che prima di dichiararsi inadempiente e lasciare decadere i suoi diritti, egli si rivolga al Governo, invocando provvedimenti atti ad aprirgli un varco fra le forze assedianti.

E' possibile stabilire facili ed utili confronti. Supponiamo di trovarci in un Paese in cui la rete stradale fosse concessa ad Enti che avessero la facoltà di controllarne e limitarne il traffico. Ipotesi medioevale. Sarebbe possibile in queste condizioni la concessione da parte dello Stato p. es., di sfruttamenti di miniere, o semplicemente imprese di trasporti ad altri Enti che non avessero la garanzia della libertà di transito sulla rete stradale?

O meglio consideriamo il caso di un locatario di appartamento in una casa in cui, o per deterioramento dovuto all'incuria del padrone di casa o per l'ostruzione creata da qualche inquilino, non fosse più possibile l'uso della scala. E' fuori di dubbio che l'intervento del padrone di casa sarebbe doveroso anche se, come generalmente avviene, nessun accenno all'uso della scala fosse fatto nel contratto di affitto.

Infine per avvicinarsi al nostro caso consideriamo quanto avviene per la distribuzione di altre forme di energia.

I combustibili, dei quali purtroppo da noi le miniere si identificano coi porti di mare, anzi con pochi porti di mare. Non è forse lo Stato che, riscosse le debite tasse, o fornisce una libera rete stradale a chi ne voglia fare trasporto diretto, o controlla e disciplina le diverse forme di trasporti anche se affidati a imprese particolari?

Perchè non deve avvenire altrettanto per l'energia elettrica? Poco fa definii medioevale l'attuale regime delle reti di distribuzioni. Per conto suo il Prof. Revessi ha recentemente compendiosamente prospettata la stretta analogia fra il regime feudale e l'attuale quasi assoluto controllo delle reti da parte delle Società Monopolizzatrici: e alla stregua di questo precedente storico ne auspicava la decadenza.

Prima di farvi cenno di queste analogie; si era detto che l'intervento dello Stato era da ritenersi doveroso. Infatti tanto nel caso in cui il luogo di sfruttamento sia eccessivamente lontano, come nel caso in cui per l'evasione dell'energia, si

(*) PETROCCHI - Le derivazioni di acque pubbliche - 1923, Vol. I.

(*) *Revue Générale d'Electricité*, 22 dicembre 1923.

debba costruire una linea parallela e vicina ad altra preesistente, tanto capitale quanto lavoro saranno, se non proprio sprecati, certamente male impiegati. Ora ciò costituirebbe un deterioramento del patrimonio nazionale, nella stessa guisa per cui qualsiasi rinuncia a nuovi sfruttamenti per le difficoltà sùesposte costituirebbe una colpevole non messa in valore del patrimonio stesso.

Lo Stato quindi oltrechè e più che in veste di disciplinatore, deve intervenire per la tutela stessa del patrimonio nazionale che a lui è affidata. Non si tratta quindi di rendere lo Stato industriale, ma soltanto avveduto e abile capitalista.

Del resto non è detto poi che questo intervento dello Stato implichi necessariamente la costruzione o anche semplicemente il possesso da parte sua di una rete nazionale di distribuzione, per la quale circoli l'energia sviluppata nel Paese.

Non solo, ma per forza di cose è certamente conveniente procedere per gradi verso questo auspicato ordine di cose.

Si potrebbe intanto stabilire per legge in quei casi in cui la cosa sia tecnicamente fattibile, il diritto di passaggio di energia su linee altrui. In altri termini si dovrebbe riconoscere ai nuovi produttori e specialmente ai piccoli il diritto di versare energia in un punto di una preesistente rete di distribuzione, con facoltà di richiederne altrettanta in altro punto della stessa rete dietro compenso di pedaggio, proporzionato all'entità dell'energia e alla distanza fra i due punti. Oppure dovrebbe essere ad essi conferita di diritto, ove l'interesse della generalità lo esige, la qualità di collaboratori alle esistenti reti di distribuzione, con quelle norme, limitazioni e regolamenti che la legge dovrebbe stabilire. Certamente il vostro pensiero corre al caso, così chiaramente e da par suo, illustrato poche settimane fa dal nostro Presidente generale; non ho quindi bisogno di dimostrare come senza una certa liberalità di vedute da parte della Società distributrice sarebbe molto probabilmente andata perduta o quasi l'energia prodotta da quella piccola centrale asincrona.

Così come lo Stato interviene controllando soprattutto a scopo fiscale la distribuzione dell'energia agli utenti, interverrebbe pure nell'interesse generale regolando la somministrazione di nuova energia alle Società distributrici da parte dei contribuenti, o quanto meno al passaggio della loro energia sulle reti delle Società stesse (*).

Questa collaborazione potrebbe essere un primo passo verso l'auspicato ordine di cose: infatti per lo sviluppo della produzione dell'energia e per la sua equa ripartizione nel paese, è necessario arrivare alla sanzione del principio che, poichè le linee sono le vie dell'energia elettrica, sia riconosciuto ai produttori, sotto il controllo dello Stato, il diritto di libero transito su di esse.

Per questa via pare si possa in breve volgere di tempo giungere ad un generale coordinamento di officine di produzione e reti di distribuzione, instaurando finalmente in questo immane organismo essenziale per la vita del Paese, il regime nazionale.

Permettete quindi quasi a conclusione del mio dire, e senza pretenderla a profeta, di segnare a larghi tratti quello che l'avvenire può riserbareci.

Immaginiamo cioè l'Italia percorsa in lungo e in largo da linee primarie, mettiamo a 200 000 volt. Ad esempio due o tre grandi trasversali da Ponente a Levante nell'Italia Settentrionale (nella quale a dir vero già esiste un sistema di questo genere), quindi due grandi linee lungo i due litorali e magari una terza lungo l'Appennino. Questo insieme di linee primarie verrebbe a costituire il grande sistema arterioso della Nazione, che dovrebbe raccogliere le pulsazioni di molti cuori:

(*) Affinchè il passaggio di energia su linea altrui di cui si è parlato non possa sembrare cosa alquanto peregrina è opportuno citare alcuni cospicui esempi di coesistenza di trasporti di energia diversi su di una stessa linea: coesistenza sanzionata da recentissimi contratti:

a) su linea Pescara-Benevento della Società Meridionale di Elettricità passerà anche energia prodotta a Scanno per alimentare il tronco ferroviario Benevento-Foggia da elettrificarsi col sistema a corrente continua;

b) su linea primaria Benevento-Foggia per la elettrificazione citata, passerà energia della Società Meridionale destinata in Puglia oltre Foggia.

Diritto di pedaggio stabilito in L. 0,0004 per kWh-km.

c) su linea primaria delle ferrovie elettriche Milano-Varese, passerà energia prodotta da Società Dinamo destinata a Società Edison;

d) di analoga promiscuità di reti primarie si vale la Società «Chemins de fer du Midi» per l'alimentazione delle sotto stazioni per la elettrificazione della sua rete, in parte già da mesi in esercizio a corrente continua.

le officine di produzione, delle quali dovrebbe essere uniformato il ritmo, la frequenza. Su questo sistema si innesterebbero come tante ramificazioni di vasi capillari le reti di distribuzioni vere e proprie.

Distinzione netta quindi fra produttori e distributori. Tutti, grandi e piccoli clienti, dovrebbero o direttamente o di seconda mano attingere a questo grande mercato di energia a tipo unico.

Sia consentito appena accennare come questa costituzione di una rete nazionale unica, è uno degli argomenti più consistenti contro l'estensione del sistema trifase a bassa frequenza in trazione elettrica, che ne richiederebbe un'altra per conto suo.

E affinchè, riprendendo l'immagine fisiologica, non sembri che, per il fatto di avere accennato a molti cuori in un unico sistema arterioso, l'organismo descritto possa essere una mostruosità contro natura, occorre tenere presente che il loro ritmo dovrebbe a sua volta essere regolato da un unico più grande cuore, lo Stato, supremo regolatore e moderatore di tutta la vita nazionale.

OSCILLOGRAFO ELETTROSTATICO TRASPORTABILE PER LO STUDIO DEI GENERATORI DI RAGGI ROENTGEN

ENZO PUGNO-VANONI

Allo scopo di raccogliere indicazioni sulla forma della tensione secondaria fornita dai complessi per l'alimentazione dei tubi da raggi Roentgen, ho studiato e costruito un piccolo oscillografo elettrostatico trasportabile.

La sua estrema leggerezza (peso complessivo kg 4) rispetto ai soliti tipi, ed i buoni risultati ottenuti mi hanno indotto a renderne nota la costruzione, dato anche che una ricerca bibliografica piuttosto accurata, spinta sino al 1904, mi ha mostrato l'esistenza di soli due tipi di oscillografi elettrostatici, notevolmente diversi dal mio, e le caratteristiche dei quali si trovano riunite nel nuovo apparecchio.

*

A tutti è noto che i tubi generatori di raggi Roentgen utilizzano efficacemente solo la parte alta della curva di tensione, e che richiedono d'essere alimentati con polarità fissa (tranne qualche piccolo tubo Coolidge). La potenza degli impianti generatori d'alta tensione per funzionamento dei tubi è sempre limitata (da 4 a 8 kVA nei maggiori), mentre si raggiungono anche i 250 kV, cosicchè nelle misure bisogna erogare correnti piccolissime, se non si vuole, durante le prove, far funzionare l'impianto in condizioni diverse dalle normali.

I requisiti di un oscillografo per lo studio di questi impianti si possono quindi riassumere nei seguenti punti:

1) attitudine a dare dettagli nella zona alta dell'onda unidirezionale della tensione;

2) non assorbire correnti superiori al mezzo milliamper, perchè si possa osservare la forma della tensione anche ad impianto pochissimo caricato;

3) essere di installazione facile; avere la parte fotografica protetta a mezzo di appositi schermi di piombo dalla radiazione emessa dai tubi; presentare dimensioni e peso conciliabili con un facile trasporto.

Il primo requisito è subito ottenuto, facendo agire sull'equipaggio mobile dell'oscillografo una coppia quadratica, che permette di studiare assai bene le alterazioni della zona alta di tensione (trattandosi di f. e. m. unidirezionali, non si ha l'inconveniente del ribaltamento delle zone negative da una parte della linea di zero, come si avrebbe per le correnti alternate). La seconda condizione, quella di non richiedere correnti notevoli, può essere soddisfatta solo da un apparecchio elettrostatico; e la necessità poi che l'insieme presenti leggerezza e facilità di trasporto richiede la rinuncia a batterie ausiliarie di accumulatori o di pile.

*

L'oscillografo elettrostatico di cui ci occupiamo consta schematicamente di quattro armature metalliche (fig. 1, A, A', B, B') affacciate parallelamente a due a due, e connesse elettricamente in modo da creare due campi elettrici di direzione opposta. Immerso in ciascuno dei due campi si trova un nastro (N) di bronzo fosforoso, identico a quelli degli oscil-

lografi elettromagnetici; la coppia di nastri porta nel suo centro uno specchietto (S) assai piccolo e leggero. La tensione dei nastri di bronzo è regolata, attraverso ad una molla a spirale, da una vite; tutta la parte mobile (nastri di bronzo (N) e specchietto (S)) è immersa in olio di vaselina.

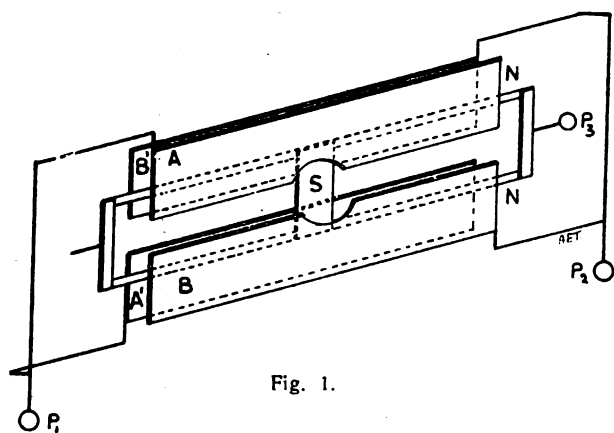


Fig. 1.

Costruttivamente l'apparecchio è formato da due telaini (fig. 2, T_1 , T_2) di ottone, che, a mezzo di viti, serrano tra di loro due lastre di mica (L , L'), mantenute alla distanza di due millimetri l'una dall'altra mediante un telaino di fibra (F). Si viene ad avere così una scatola piatta presentante pareti di fibra e fondo e coperchio di mica, entro la quale sta, immerso nell'olio, l'equipaggio mobile, mentre le quattro armature che danno i campi sono fissate con gommalacca sulle lastre di mica, all'esterno della scatola.

Il dispositivo presenta il vantaggio di rendere assai difficili scariche tra filamento ed armature, e di ridurre assai lo spessore dell'olio davanti allo specchietto, rendendo piccolo l'assorbimento della luce.

Un foro laterale nella fibra lascia uscire un'asticina metallica fissata con un estremo all'equipaggio mobile, coll'altro estremo alla molla (M) che ne regola la tensione; i morsetti dell'apparecchio portano delle punte affacciate tra di loro, per scaricare le tensioni capaci di perforare l'oscillografo.

Una lampadina ad incandescenza da 50 candele, a 6 volt di tensione, col filamento molto raggruppato, alimentata da apposito piccolo trasformatore, lancia un raggio luminoso, che, dopo essersi riflesso nello specchietto dell'equipaggio mobile, ed aver attraversato un sistema di lenti, entra attraverso un interruttore fotografico nella camera in cui si trova lo specchio rotante (portato dall'asse di un motorino sincrono con dodici paia di poli), e da questo specchio viene rinviato o sopra uno schermo traslucido, o su una pellicola fotografica, disposti secondo un arco di cerchio. E' così possibile studiare la curva in esame sullo schermo, o fissarne la immagine.

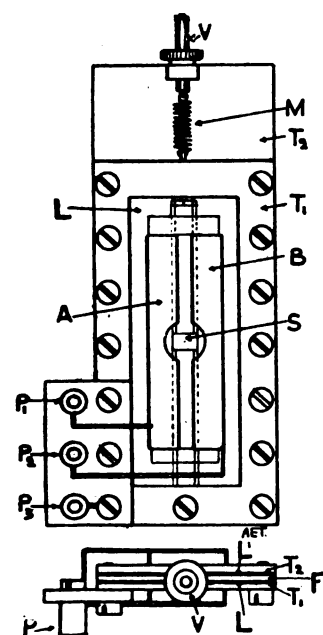


Fig. 2.

la quale serve a garantire contro la formazione di archi. Durante le prove l'oscillografo venne sottoposto a frequenze perfino di 1000 periodi, ed esso registrò nettamente anche vibrazioni di questo ordine di grandezza.

*

Due sono i modi in cui si può far funzionare l'oscillografo: o con scala quadratica, cioè che si ottiene unendo elettricamente l'equipaggio mobile a una coppia d'armature, o con scala lineare, dando all'equipaggio un potenziale fisso rispetto a un centro artificiale del sistema da studiare.

Naturalmente non si può portare l'altissima tensione, di-

sponibile ai morsetti dell'impianto, direttamente al sistema oscillografico: la necessaria riduzione si può ottenere (fig. 3, I e II) sia usando resistenze a liquido, sia con resistenze e condensatori ad aria. Occorre poi avere sempre un punto di terra per la sicurezza dell'operatore.

Come resistenze a liquido (R , r) ho impiegato efficacemente lunghi tubi di vetro calibrati, ripiegati su se stessi, del diametro interno di 6 mm, contenenti una miscela di acqua distillata ed alcool. E' così possibile con lo schema I (fig. 3) di ridurre a un decimo di milliampere l'erogazione dell'energia, anche con tubi presentanti complessivamente solo 5 metri di sviluppo, e con tensioni dell'ordine di 250 kV. Le r sono regolabili, e permettono di variare la tensione applicata all'oscillografo (circa 2000 volt per avere deviazioni ben studiabili).

Lo schema II, benché evidentemente più comodo (i due

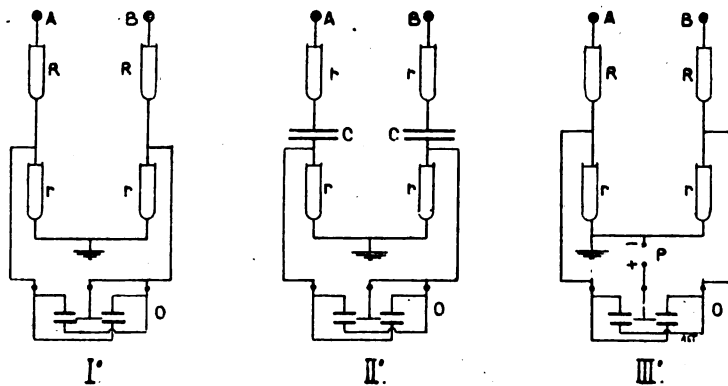


Fig. 3.

condensatori sono semplicemente formati da piatti metallici affacciati), non si presta come il primo allo studio degli apparecchi con raddrizzatori termoionici e condensatori, in cui la tensione non arriva ad annullarsi periodicamente, perchè risulta alterata la distanza dell'oscillogramma dalla linea di zero. Il suo uso è invece raccomandabile coi sistemi meccanici di raddrizzamento, o per lo studio di tensioni alternative.

L'oscillografo, come si è detto, può fornire anche diagrammi con ordinate proporzionali alla tensione applicata; ma allora occorre eccitarlo con una tensione continua (P), come è indicato in III di fig. 3 (nell'apparecchio provato occorrono 1000 volt, però riducibili con una costruzione più accurata).

In questo caso si hanno grafici identici a quelli degli ordinari oscillografi; permane sempre il vantaggio di non richiedere quasi energia per il funzionamento, ma si perde il pregio della facile trasportabilità, per l'ingombro della batteria che fornisce la tensione d'eccitazione.

Al posto della batteria che dà i 1000 volt di eccitazione si può convenientemente usare un piccolo trasformatore da 500 volt, che, attraverso due diodi, carica due condensatori, secondo lo schema noto, permettente di ottenere una tensione continua doppia di quella fornita dal trasformatore.

Se le capacità sono di grandezza sufficiente rispetto alle perdite, non erogando l'oscillografo corrente, si ha una tensione costante, adatta allo scopo propostoci: converrà ad ogni modo verificare sempre a mezzo dello stesso oscillografo la perfetta costanza della tensione ottenuta, per non incorrere in errori.

Naturalmente gli schemi indicati possono venir modificati anche sostanzialmente caso per caso.

*

Unisco alcuni oscillogrammi (scala quadratica) ottenuti coll'apparecchio descritto, durante prove sui generatori di raggi Roentgen, che fanno vedere chiaramente le caratteristiche di queste installazioni.

La figura 4 mostra la tensione ai morsetti di un tubo a gas, alimentato da un rocchetto con interruttore Wehnelt a corrente continua. La velocità del punto luminoso sulla lastra era di 60 cm/sec; e, come si vede, l'energia utile al tubo giunge solo a lunghi intervalli e per tempo brevissimo.

Le figure 5 e 6 (velocità 2,73 m/sec) rappresentano la variazione che subisce la tensione ai morsetti di un impianto per radioterapia (42 periodi), con raddrizzatore meccanico, passando dal funzionamento a vuoto ad un carico di 2,5 milliampere su un tubo Coolidge. Interessa notare il restringersi dell'onda di tensione, durante il carico, alla sola zona di contatto del raddrizzatore, mentre a vuoto la capacità del sistema prolunga assai il permanere dell'alta tensione sui conduttori.

Le fig. 7 e 8 mostrano oscillogrammi ottenuti con un ap-

parecchio a trasformatore (42 periodi) e raddrizzatore sincrono con contatti assai lunghi, e utilizzante solo un semi periodo. Le curve di figura 9 e 10 sono prese sullo stesso impianto; ma utilizzando le due semi onde raddrizzate. L'apparecchio,

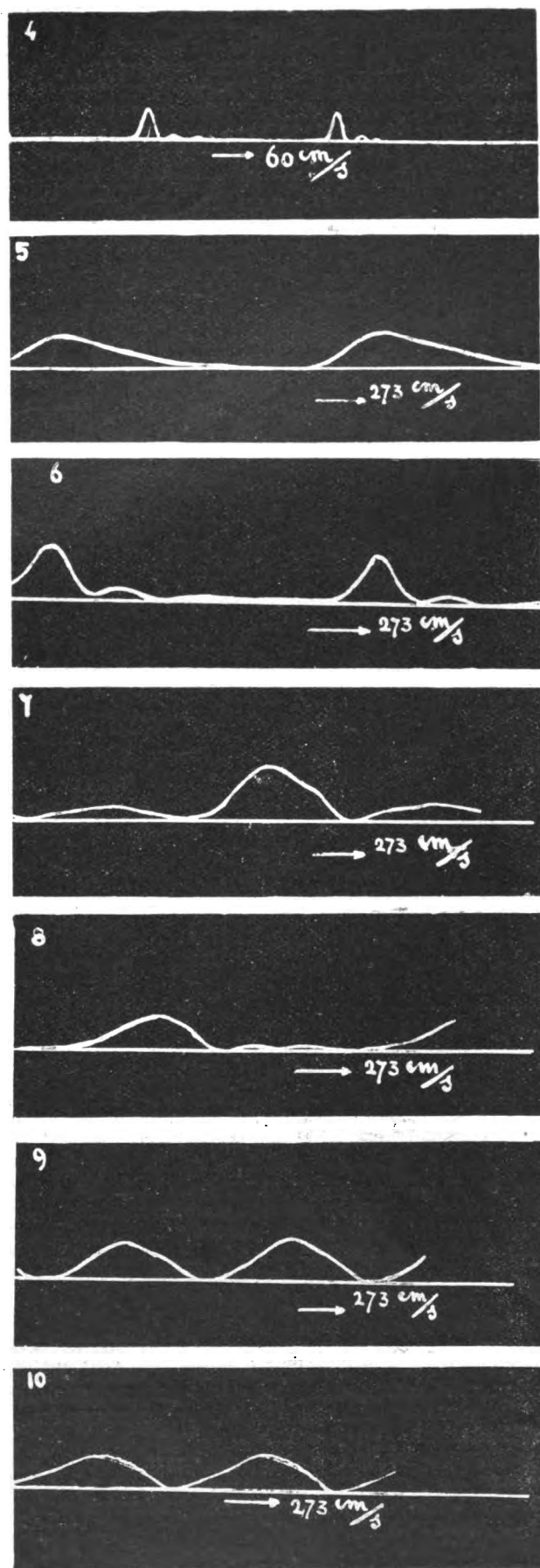


Fig. 4a 10.

fatto per diagnostica, negli oscillogrammi di fig. 7 e 9 marcava a vuoto, in quelli di figura 8 e 10 comandava un tubo a gas. Oltre a variazioni nella forma della curva nel passare dal vuoto a carico, si osserva assai bene l'instabilità della scarica nel tubo a gas.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sulla organizzazione dei Politecnici.

Ch.mo Sig. Direttore,

Mi siano concesse poche parole in aggiunta alle ottime considerazioni del prof. De Marchi sul tema dell'insegnamento nei nostri Politecnici: la questione, affrontata dal lato puramente tecnico, andrebbe completata con osservazioni di carattere, diciamo così, psicologico.

Si constata attualmente infatti la esistenza di due gravi malanni, grandemente lesivi della serietà degli studi: primo, la affrettata e superficiale preparazione agli esami; secondo, la frequente inutilità delle lezioni verbali, che gli allievi disertano o a cui assistono, se costretti con gli appelli, ma in forma tutt'affatto passiva, limitandosi i più diligenti a segnare sul testo i titoli dei paragrafi svolti e gli argomenti omessi.

Ora non v'è dubbio che tutti i fatti hanno una loro profonda ragione d'essere, e in questo caso non mi pare difficile rintracciarne le cause.

Riguardo al primo punto è doveroso riconoscere che la causa precipua risiede nei nostri sistemi di esame, che riducono la preparazione ad un fenomeno per gran parte mnemonico. Tutti gli allievi sanno che anche una lenta e ponderata preparazione fatta lungo l'anno (ma vi è poi il tempo per far ciò?) può dar luogo ad un esame infelice se per un motivo qualunque siano venuti a mancar loro quegli otto o dieci giorni di puro lavoro meccanico che li mettano in grado di « sparare » le loro cognizioni con la prontezza richiesta da un interrogatorio di pochi minuti. Viceversa, il deplorato sistema della preparazione concentrata nelle ultime settimane è quello che, agli effetti mnemonici, dà il massimo rendimento: e siccome gli studenti, anche i meno intelligenti, lo sono sempre quanto basta per accorgersi di questa verità, non c'è da illudersi che vorranno mai cambiare spontaneamente sistema.

Come rimediarevi?

Io voglio citare, a titolo di esempio, quanto viene praticato nelle Scuole medie e superiori della Bulgaria, e credo anche altrove.

Ai candidati vien consegnato per turno, il giorno dell'esame, un elenco di domande su cui verranno interrogati; dopo di che si lascia loro il tempo di stendere per iscritto uno schema delle loro risposte. Segue da ultimo una discussione cogli esaminatori sulla materia già esposta per iscritto.

Come si vede, il concetto di questo sistema è quello di liberare l'allievo dalla ossessione della risposta a tamburo battente, mentre diventa lecita una indagine più profonda sulla preparazione dell'allievo, cui si è lasciato il tempo di riordinare le idee. Vorrei che almeno di simile si facesse anche da noi: le domande, opportunamente studiate in precedenza, dovrebbero avere carattere essenzialmente applicativo, e dovrebbero prescindere da ogni dettaglio formale; e aggiungo che nella prima fase dell'esame (fase scritta) dovrebbero lasciarsi liberamente fra le mani dei candidati quei testi ch'essi crederessero opportuno di sfogliare.

Sfrondata così la preparazione dall'opprimente lavoro mnemonico si potrebbe essere invece assai più esigenti di quanto oggi non si soglia nel pretendere chiarezza e digestione di concetti nei candidati; se ne potrebbe così fare una più severa e oculata selezione, elevando in tal modo il tono degli studi, e il prestigio del titolo accademico nella pubblica opinione.

Degli esami così concepiti verrebbero certamente a richiedere maggior tempo e fatica da parte degli esaminatori: doverosa e onorevole fatica, se dal loro giudizio inappellabile deve poi dipendere la formazione di una classe eletta, destinata ad essere il cervello della produzione! D'altronde questo maggior tempo e fatica verrebbero in gran parte compensati dalla automatica selezione che ne nascerebbe, specie se si limitasse a non più di due volte la facoltà di presentarsi ad uno stesso esame. Giacchè non v'è dubbio sulla necessità di sfoltare i Politecnici, ma non potremmo mai ammettere che il criterio di selezione possa essere un altro che non quello puro e semplice della capacità dell'allievo.

Detto sfoltamento deve ancora ritenersi necessario per rimediare al secondo malanno sopra lamentato. Anche qui la causa mi sembra molto chiara, e consiste nella mancanza di un effettivo contatto fra allievi ed insegnanti.

Come rimediarevi?

Occorre che gli insegnanti dedichino maggior tempo alla Scuola, e che siano circondati da assistenti numerosi, rigorosamente scelti e (naturalmente!) bene compensati. Gli studenti dovrebbero, per ogni materia, organizzarsi a squadre, ciascuna sotto il controllo di determinati assistenti: controllo inteso non nel senso pedantesco della parola, ma col classico « grano salis ». Le scolaresche attuali si po-

trebbero spesso paragonare a compagnie fornite di ottimi capitani ma sprovviste di graduati: e tutti sanno che in tali condizioni le compagnie non funzionano...

Mi si osserverà che il sistema proposto è costoso, e qui sta il nocciolo della questione. Sono ritornato senza volerlo alla tesi già svolta a proposito dell'insegnamento nelle Scuole Industriali. Anche il prof. De Marchi deplora anzitutto le «sempre scarse disponibilità economiche» io voglio chiudere ribadendo questo chiodo: che Scuole moderne, laboratori ben dotati, assistenti capaci e volenterosi, insegnanti dediti esclusivamente all'insegnamento non si potranno ottenere che da una larga valutazione, e non soltanto platonica, dell'importanza che gli insegnamenti tecnici vanno ognor più assumendo anche dal punto di vista della prosperità materiale del Paese.

Torino, maggio 1924.

Ing. ALESSANDRO MAGRINI.

:: Sunti e Sommari ::

FISICA GENERALE.

A. BARTORELLI — Sulla opportunità di basare i sistemi di unità di misura sopra quattro unità fondamentali. (N. Cimento, Serie 7, Vol. XXV, N. 5-6, maggio-giugno 1923, pag. 257).

L'A. prende in esame l'equazione di dimensione della velocità angolare nel sistema assoluto di misura [C G S], ed osserva che, mentre la velocità angolare di un sistema rigido è una grandezza direttamente proporzionale all'angolo descritto da un raggio vettore in un certo tempo ed inversamente proporzionale a questo tempo, le sue dimensioni sono fissate con T^{-1} .

La velocità angolare risulterebbe così funzione solo del tempo. Inoltre se da un sistema di unità fondamentali L, M, T , si passa ad un altro, della stessa specie, L_1, M_1, T , senza cambiare l'unità di misura del tempo, le due corrispondenti unità di misura della velocità angolare scelte comunque, risulterebbero uguali.

Secondo l'A. si giunge a queste conclusioni inammissibili per il fatto che si considera l'angolo di dimensioni nulle. Infatti, se ci si riferisce alle unità di misura L, M, T l'angolo è una grandezza di dimensione zero, ma ogni unità assoluta è di dimensione zero rispetto alle altre, mentre è di dimensione uno rispetto a se stessa. In base a queste considerazioni l'A. propone di aggiungere alle tre grandezze fondamentali: lunghezza $[L]$, massa $[M]$, tempo $[T]$ una quarta grandezza, angolo $[A]$, in modo che l'equazione di dimensione completa di una unità derivata dovrebbe essere $[U] = [L]^x [M]^y [T]^z [A]^d$. E se alle unità, finora adottate, centimetro, massa-grammo, secondo, si aggiunge l'unità di misura degli angoli, radiante (R), avremo il sistema assoluto [C G S R].

Basandosi su questo nuovo sistema assoluto l'A. ricava le equazioni di dimensione di alcune delle unità di misura derivate. Per la velocità angolare, essa sarebbe.

$$[\omega] = [A] [T]^{-1}$$

per l'accelerazione angolare:

$$[\phi] = [A] [T]^{-2}$$

per la velocità tangenziale:

$$[v] = [L] [A] [T]^{-1}$$

e, tenendo conto che le dimensioni di un arco sono rappresentate da $[\bar{L}] = [L] [A]$,

$$[v] = [\bar{L}] [T]^{-1}$$

per l'accelerazione tangenziale:

$$[\bar{a}] = [L] [A] [T]^{-2} = [L] [\phi]$$

per la forza tangenziale:

$$[\bar{F}] = [L] [M] [A] [T]^{-2}$$

per il momento di una forza:

$$[\bar{F}] [L] = [L]^2 [M] [A] [T]^{-2} \quad (a)$$

per l'impulso di una forza:

$$[\bar{F}] [L] [T] = [L]^2 [M] [A] [T]^{-1} \quad (b)$$

per il lavoro di una forza tangenziale:

$$[\bar{F}] [L] = [L]^2 [M] [A]^2 [T]^{-2} \quad (c)$$

per la potenza, nel caso del moto rotatorio:

$$[\bar{F}] [\bar{L}] [T]^{-1} = [L]^2 [M] [A]^2 [T]^{-3}$$

Raggruppando opportunamente i fattori nel secondo membro delle a), b), c) si deducono dalle equazioni precedenti le dimensioni del momento d'inerzia e quelle di grandezze che sono strettamente legate col moto rotatorio. Confrontando queste equazioni con quelle analoghe del moto traslatorio si vede il vantaggio della introduzione della quarta unità di misura, perchè con l'aiuto di questa è possibile notare la differenza che esiste fra le due specie di lavoro e di energia per un sistema, secondo che esso sia animato da moto di traslazione o da moto di rotazione.

b. na.

* *

IMPIANTI.

Il trasporto del carbone polverizzato nella centrale elettrica di Milwaukee (Wisconsin, S. U.). (Génie Civil, Vol. 82, N. 15, 14 aprile 1923).

Nella centrale di Milwaukee, che è la prima centrale termoelettrica che utilizza esclusivamente combustibile polverizzato, il trasporto del combustibile ai focolai è fatto secondo il sistema Fuller-Kinyon.

Tale sistema utilizza la proprietà che hanno i solidi finemente polverizzati e convenientemente aereati di comportarsi, in una tubazione, come un liquido.

In una tubazione d'acqua una pompa posta ad un estremo di essa dà alla massa liquida una traslazione iniziale che poi di molecola in molecola si propaga, analogamente con il sistema Fuller-Kinyon la vite senza fine, che ruota nel corpo di pompa al principio della tubazione a 750 giri al minuto, dà alla colonna di carbone polverizzato il moto di traslazione iniziale che le particelle solide si trasmettono dall'una all'altra.

L'aria compressa immessa all'uscita del corpo di pompa non ha parte attiva nella propulsione, ma serve solamente:

1° ad eliminare l'ammassamento prodotto dalle spire della vite senza fine;

2° a formare una specie di rivestimento alle particelle del materiale polverizzato che facilita il moto della massa nella tubazione.

Per una tubazione di 300 metri di lunghezza, 20 metri di dislivello e 10 tonnellate all'ora di portata, la pressione dell'aria immessa nel corpo di pompa non supera i 2 Kg. per cm^2 ed il volume di aria non sorpassa i 6 m^3 per tonnellata.

Il solo organo attivo è la vite senza fine direttamente accoppiata ad un motore che mediante cinghia aziona pure il compressore d'aria.

Il carbone polverizzato, giunto alle tramogge di utilizzazione, si libera a poco a poco dell'aria che ha servito al trasporto senza che perciò si richieda l'impiego di un separatore d'aria.

Il comando del trasporto e della distribuzione del carbone è regolato a distanza con un sistema elettro-pneumatico rappresentato schematicamente in figura.

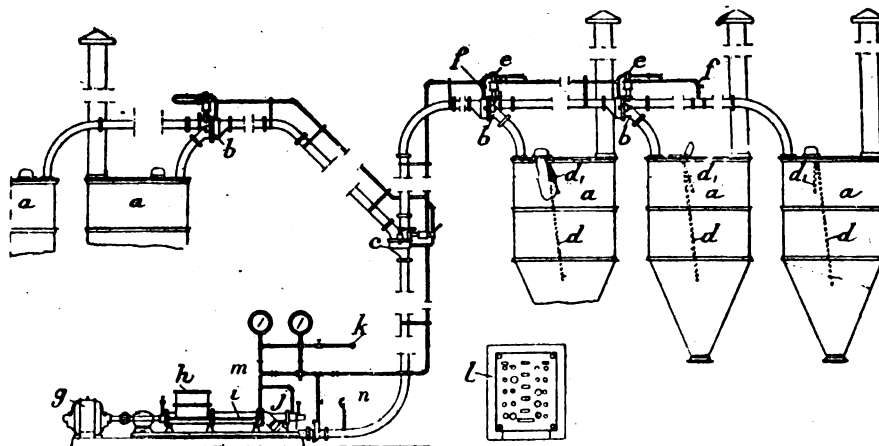


Fig. 1.

Tale dispositivo manovra le valvole di direzione e comando e la messa in marcia o l'arresto della pompa; lo stato e l'ordine di riempimento delle tramogge è segnalato al quadro con avvisatori ottici o acustici.

In condizioni normali di funzionamento allorchè viene premuto il bottone N. 1 sul quadro si apre la valvola 1 e la tramoggia 1 si riempie, quando questa è colma, automaticamente si chiude la valvola 1 e si apre la valvola 2 che comanda il riempimento della seconda tramoggia e così via. Quando l'ultima tramoggia è riempita la pompa si arresta. I bottoni del quadro permettono anche di invertire a piacere l'ordine di riempimento delle tramogge.

Il sistema è altresì provvisto di un disgiuntore automatico che ferma la pompa se almeno una valvola non è aperta e se la pressione nella tubazione diviene troppo alta.

f. t.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

J. TRIBOT LASPIÈRE — Le linee francesi per trasmissione dell'energia elettrica ad altissima tensione. (Génie Civil, N. 25 e 26 del 23 e 30 giugno 1923, pag. 599 e 616).

La rete francese, allo stato attuale, comprende in totale circa 8900 km di linee ad alta ed altissima tensione, di cui circa 5000 km con tensioni comprese tra 45 e 90 kV e 3900 km con tensioni eguali o superiori ai 90 kV.

A risolvere il problema della interconnessione nazionale provengono: tra la Savoia, il Delfinato, e le regioni di St. Etienne e Lione, otto linee di cui 4 già in servizio con una capacità di trasmissione di 60 000 kW ed altre quattro, con una capacità di trasmissione di 120 000 kW, in costruzione; tra il Nord e l'Est la rete dello Stato a 45 e 120 kV, con nodo di interconnessione a Mohon; tra Parigi ed il Centro provvederà, tra due o tre anni la tripla linea che fa capo ad Eguzon.

La fig. 1 e la tabella che segue, servono a dare un'idea più concreta dello sviluppo odierno della rete francese.

f. n.

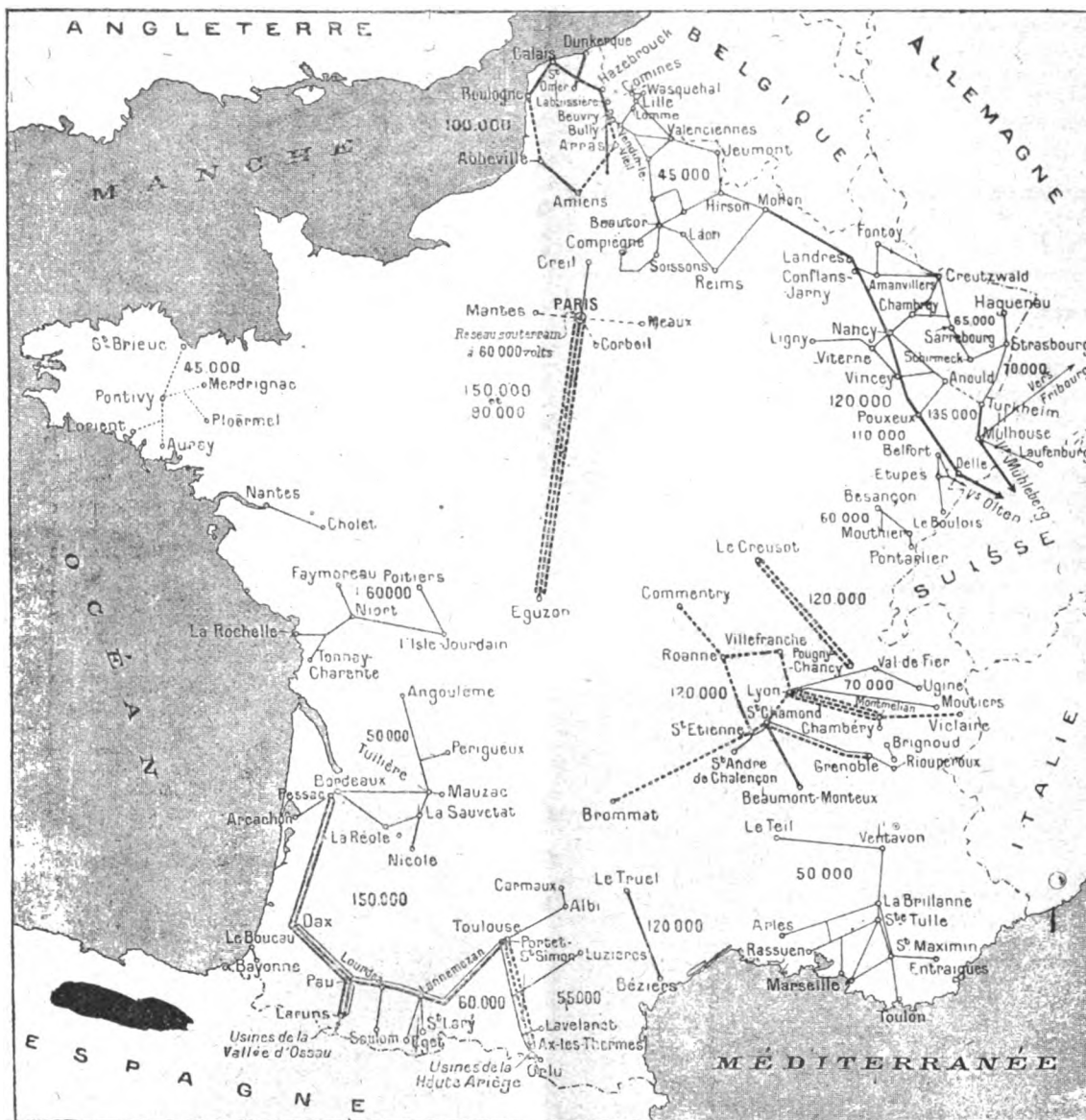


Fig. 1.

| LINEE | Tensione kV | Capacità approssimativa di trasmissione kW | Lunghezza km |
|---------------------------------------|----------------|---|-----------------|
| Regione di Parigi | | | |
| Anello di Parigi ⁽¹⁾ | 60 | 30 000 | 125 |
| Parigi - Creil (doppia) | 60 | 30 000 | 110 |
| Parigi - Mantes (in costruzione) | 60 | 30 000 | 45 |
| Parigi - Meaux (in costruzione) | 60 | 30 000 | 40 |
| Parigi - Corbeil (in costruzione) | 60 | 30 000 | 20 |
| Nord | | | |
| Anello da (completare) ⁽²⁾ | 100 | 30 000 | 500 |
| Rete dello Stato ⁽³⁾ | 45 | 5 000 | 800 |
| Linee diverse | 45 | 5 000 | 35 |

⁽¹⁾ Collega tra di loro le centrali (800 000 kW compless.) che forniscono energia alla regione di Parigi. E' in gran parte in cavi trifasi sotterranei.

⁽²⁾ Riunisce le sette centrali di Laboussière, Beuvry, Bully, Abbeville, Amiens, Ibergues, Calais, totalizzando una potenza di 128 000 kW.

⁽³⁾ Riunisce le centrali di Lomme (20 000 kW), Beuvry (30 000), Vendin le Vieil (54 000), Bully (32 000), Valenciennes (20 000), Jeumont (18 000), Hirson, Beauror (18 000), Reims (10 000) e Mohon (16 000). E' stata costruita poco dopo la guerra.

| LINEE | Tensione kV | Capacità approssimativa di trasmissione kW | Lunghezza km |
|-------------------------------------|----------------|---|-----------------|
| Est | | | |
| Delle - Pouxoux | 110 | 14 000 | 85 |
| Vincey - Mohon ⁽¹⁾ | 120 | 40 000 | 217 |
| Anello ⁽²⁾ | 65 | 40 000 | 210 |
| Viterne - Ligny | 65 | 3 000 | 63 |
| Nancy - Chambrey | 65 | 5 000 | 35 |
| Linee diverse ⁽⁴⁾ | 65 | 10 000 | 350 |
| Linee diverse ⁽⁵⁾ | 70 | 10 000 | 140 |
| Türkheim - Courtavon ⁽⁶⁾ | 135 | 10 000 | 70 |
| Rhin - Mulhouse (da Fribourg) | 70 | 10 000 | 10 |
| Rhin - Mulhouse (da Laufenburg) | 70 | 10 000 | 10 |

⁽⁴⁾ Appartiene allo Stato; riunisce le centrali termiche di Vincey (40 000 kW), Nancy (17 000), Mohon (16 000). Funziona attualmente a 65 kV.

⁽⁵⁾ Vincey-Pouxoux-Anould-Laneuveville (Nancy)-Viterne Vincey.

⁽⁶⁾ 4 linee partenti da Creutzwald verso Fontoy, Amanvillers, Chambrey, Schirmeck.

⁽⁷⁾ 3 linee partenti da Strasbuorg verso Hagenau, Schirmeck, Türkheim.

⁽⁸⁾ Funziona attualmente a 70 kV.

| LINEE | Tensione kV | Capacità approssi- mativa di tr- missione kW | Lun- ghezza km. |
|---|----------------|---|-----------------------|
| Türkheim - Anould (in costruzione) | 70 | 10 000 | 60 |
| Pontarlier - Mouthier - Besançon | 60 | 10 000 | 42 |
| <i>Alpi</i> | | | |
| Vaujany - Brignoud | 60 | 10 000 | 18 |
| Brassilly - Ugine | 70 | 10 000 | 45 |
| Linee diverse ⁽⁹⁾ | 50 | 10 000 | 728 |
| Ventavon - Le Teil | 50 | 10 000 | 45 |
| Moutiers - Lyon ⁽¹⁰⁾ | 70 | 15 000 | 156 |
| Delfinato - Centro ⁽¹¹⁾ | 60 | 15 000 | 150 |
| Ugine - Lyon | 70 | 14 000 | 170 |
| Beaumont - Montoux - St. Etienne | 120 | 26 000 | 82 |
| Pougny - Chancy - Le Creusot (doppia, in costruzione) | 120 | 21 000 | 280 |
| Viclaire - Albertville - Montmélian (in costruzione) | 120 | 35 000 | 50 |
| Montmélian - Lyon (tripla, in costruzione) | 120 | 105 000 | 300 |
| Lyon - Villefranche (in costruzione) | 120 | 20 000 | 25 |
| Lyon - St. Etienne (in costruzione) | 120 | 35 000 | 50 |
| <i>Massiccio Centrale</i> | | | |
| St. Etienne - Commentry (in costruz.) | 120 | 22 000 | 180 |
| Brommat - St. Etienne (in costruzione) | 120 | 22 000 | 150 |
| Grenoble - Et. Chamond (in costruzione) | 120 | 22 000 | 100 |
| Roanne - Villefranche (in costruzione) | 120 | 22 000 | 50 |
| Ance - St. Etienne | 60 | 22 000 | 55 |
| Le Truel-Béziers ⁽¹²⁾ | 120 | 15 000 | 107 |
| Eguzon - Parigi I (in costruzione) | 90 | 15 000 | 250 |
| Eguzon - Parigi II (in costruzione) | 90 | 15 000 | 250 |
| Eguzon - Parigi III ⁽¹³⁾ | 150 | 15 000 | 250 |
| <i>Pirenei</i> | | | |
| Laruns - Pau (doppia) | 150 | 100 000 | 74 |
| Pau - Dax (doppia) | 150 | 100 000 | 144 |
| Ax - Toulouse (doppia) | 150 | 100 000 | 220 |
| Dax - Bordeaux (doppia) | 150 | 70 000 | 280 |
| Pau - Lannemezan | 150 | 50 000 | 71 |
| Lannemezan - Toulouse | 150 | 30 000 | 113 |
| Linee diverse ⁽¹⁴⁾ | 60 | 30 000 | 260 |
| Linee diverse ⁽¹⁵⁾ | 55 | 30 000 | 342 |
| Grippe - Bagnères | 45 | 3 000 | 20 |
| St. Lary - Lannemezan | 70 | 25 000 | 35 |
| <i>Ovest</i> | | | |
| Linee diverse ⁽¹⁶⁾ | 60 | 25 000 | 222 |
| Linee diverse (in costruzione) ⁽¹⁷⁾ | 45 | 25 000 | 260 |
| Linee diverse ⁽¹⁸⁾ | 50 | 25 000 | 350 |

(9) Riuniscono le centrali di Ventavon (32 000 kW), La Brillanne (13 000), Largent (7 000), Saint-Tulle (75 000) e portano l'energia ad Arles, Rassen, Marsiglia, Tolone ed Entraigues. La frequenza è di 25 periodi.

(10) E' a corr. continua, sistema Thury, a intensità costante (150 A).

(11) Grenoble - St. Chamond.

(12) Funziona attualmente a 40 kV.

(13) E' prevista la possibilità di portare la tensione a 220 kV.

(14) Comprendono: la linea Dax - Pau - Tarbes - Lannemezan - Toulouse; i piccoli tratti che riuniscono le centrali della valle d'Ossau a Laruns e quelle dell'Ariège ad Ax-les-Thermes; le linee Soulon - Lourdes ed Eget-Lannemezan.

(15) Riuniscono le centrali di Orlu (14 000 kW), Mercus (3 000), Luzières (21 000) e Mines de Carmaux (20 000).

(16) Riuniscono la centrale idroelettrica di Isle Jourdain (6 000 kW) a quelle termiche di La Rochelle, Saintes e Tonnay-Charente e conducono l'energia a Poitiers e Faymoreau.

(17) Linee Lorient - St. Briec con derivazione verso Auray, e Pontivy-Merdrignac con derivazione su Ploërmel.

(18) Comprendono le linee che riuniscono le centrali idriche di Tuilière (18 000 kW), Mauzac (9 000) e quelle termiche di Tuilière (24 000) e di Floriac, presso Bordeaux (13 000), più le linee di trasmissione per Périgueux, Angoulême, La Réole, Bordeaux, Fature ed Arcachon.

L'Ing. Brando si tiene a disposizione dei colleghi per tutte le notizie di carattere tecnico industriale e commerciale che potessero interessare per il Belgio.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Efficienza dei collegamenti radiotelegrafici a grandi distanze. — La Radio Corporation americana, che svolge la corrispondenza radio con tutte le grandi stazioni europee ⁽¹⁾ ed esercita di gran lunga il maggior numero di servizi, ha raccolto alcuni dati interessanti sull'efficienza di tali servizi, di cui è cenno in un articolo recente dell'*Alexanderson* (J. A. I. E. E., luglio 1923, vol. 42, n. 7, pag. 702). Questi dati cominciano a rendere meglio definito il problema di predeterminare accuratamente le possibilità tecniche e finanziarie di

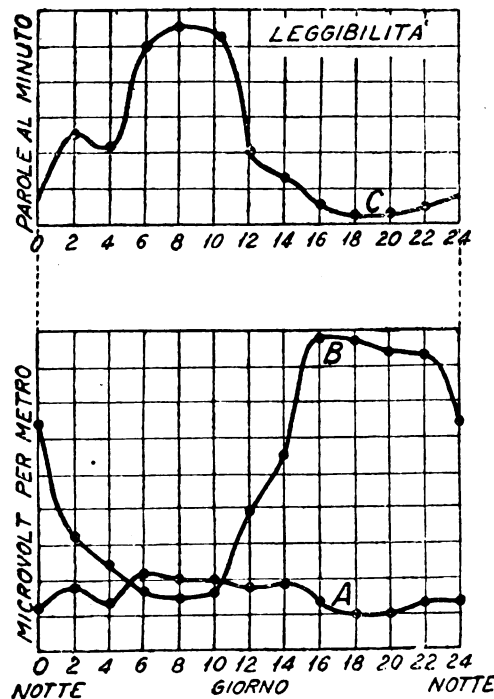


Fig. 1.

nuovi circuiti di comunicazioni radio. E, come sempre, il progresso deriva dall'introduzione di nuovi criteri quantitativi in luogo di criteri qualitativi ed empirici. La Radio Corporation misura la *efficienza* di un dato servizio radio mediante la massima velocità di trasmissione che esso consente, cioè mediante il numero di parole di Codice (a cinque lettere ciascuna) che possono essere praticamente ricevute al minuto. Questa *efficienza* di servizio è funzione crescente dell'intensità del segnale, che si misura mediante l'intensità del campo elettrico verticale da esso prodotto ed espresso in microvolt per metro, ed è anche funzione decrescente dell'intensità dei disturbi.

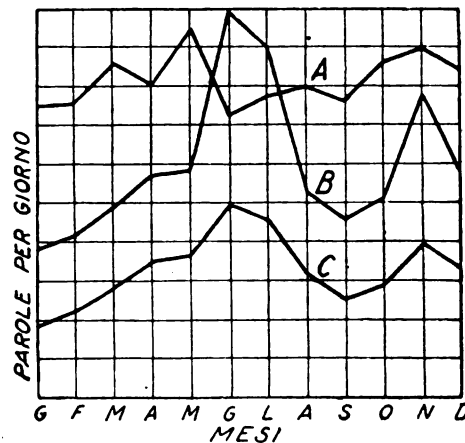


Fig. 2.

L'esperienza ha dimostrato che, a pari condizioni di intensità dei disturbi atmosferici, vi è proporzionalità diretta fra la forza del segnale misurata in microvolt per metro e la efficienza di servizio misurata in parole per minuto. Tale proporzionalità è quasi perfettamente rigorosa nei limiti della ricezione a udito, che vanno da 5 a 40 parole al minuto, e può essere considerata come sostanzialmente corretta anche fino alle più alte velocità usate nella ricezione a macchina. Questa semplice relazione tra intensità del segnale ed effi-

(1) *L'Elettrotecnica*, 25 settembre 1923, Vol. X, N. 27, pag. 657 e *Bollettino R. T.*, Vol. XIII, N. 25, pag. 25.

:: :: C R O N A C A :: ::

ESPOSIZIONI, ECC.

L'A. E. I. alla Fiera Campionaria di Bruxelles. — Grazie al volenteroso concorso del nostro collega, Ing. Brando, il quale ha offerto alla nostra Associazione una parte del suo stand, le pubblicazioni della nostra Associazione hanno potuto figurare alla Fiera Campionaria di Bruxelles.

L'attiva propaganda del nostro collega ci fa sperare un'incremento sempre maggiore di soci anche dall'estero ove i nostri ingegneri tengono alto il nome elettrotecnico italiano.

ciencia del servizio ha offerto anche un metodo pratico per misurare l'intensità dei disturbi atmosferici. A tal fine viene introdotto nell'antenna ricevente un segnale artificiale di forza regolabile; e si varia questa forza fino a che la ricezione può avvenire alla velocità di 20 parole al minuto. Il minimo di microvolt per metro, che è stato necessario introdurre nell'antenna per ottenere la ricezione, viene assunto come diretta misura dell'intensità del disturbo. La fig. 1 offre un esempio di andamento tipico del modo di variare diurno: a) della intensità di un determinato segnale, b) della intensità che esso dovrebbe avere per permettere la lettura di esso alla velocità di 20 parole, c) della sua effettiva leggibilità.

Se un nuovo servizio radio deve essere istituito fra una stazione esistente ed una nuova stazione da erigersi in determinata località, vengono eseguite misure sistematiche, possibilmente per la durata di un anno, riguardo all'intensità dei disturbi nella località stessa. I risultati di queste misure mostrano quale intensità di segnale sarà necessaria nei diversi mesi dell'anno per effettuare il traffico desiderato. Essi permettono altresì di predeterminare, data la potenza della stazione trasmittente, che si userà per il traffico, l'intensità che quest'ultimo potrà raggiungere nei diversi mesi dell'anno. Ciò è indicato ad esempio dai diagrammi della fig. 2 i quali rappresentano il numero medio mensile di parole giornaliere che si prevede possano essere inoltrate: a) per un tipico circuito radio di collegamento est-ovest, b) e c) per un circuito tipico nord-sud, rispettivamente con 100.000 e 50.000 metri-ampere nell'antenna trasmettente.

IDRAULICA.

Le irrigazioni in Egitto. — Gli Annali dei Lavori Pubblici (febbraio 1924), pubblicano un sunto di una conferenza tenuta su questo argomento dal Sig. Audebeau alla Società degli Ingegneri Civili di Francia. Da questo sunto crediamo interessante ricavare alcuni dati che possono dare un'idea della importanza delle opere eseguite. Rileviamo anzitutto che la Valle del Nilo ha una lunghezza di quasi 1000 chilometri — quanta è circa la lunghezza dell'Italia — e che la superficie attualmente coltivata è di 2.000.000 di ettari e fra cinquanta anni sarà di 3.000.000; cioè una striscia della larghezza media di trenta chilometri, lunga quanto il corso del fiume. La valle del Nilo ha una caratteristica rara ed è quella di essere convessa invece che concava, al colmo della convessità scorre il Nilo, dal quale possono quindi essere con facilità derivate e distribuite le acque necessarie alla irrigazione.

Questa, fino dai tempi più remoti, era fatta invasando le acque di piena del Nilo in bacini ricavati con arginature fra loro parallele e normali all'asse del fiume, in modo che in quell'epoca l'Egitto appariva come una successione di laghi poco sottostanti l'uno all'altro, dai quali emergevano le città ed i villaggi. Tale metodo però aveva il difetto capitale di non permettere che un solo raccolto all'anno; si comprende quindi come si imponesse l'adozione di un sistema atto a consentire uno sfruttamento più intenso dei terreni, mediante una irrigazione continua.

Tale sistema, preconizzato fino dai tempi di Napoleone ed attuato nell'ultimo cinquantennio, consiste in una serie di sbarramenti che, sopraelevando le acque del fiume, consentono di riversarle in una immensa rete di canali durante tutti i mesi dell'anno. Il conferenziere assicura che *non una goccia d'acqua scorre al mare durante le magre*, le quali rappresentano tuttavia una portata media di 4000 metri cubi al secondo, e calcola che il prelevamento complessivo d'acqua dal fiume si possa valutare in 55 miliardi di metri cubi all'anno.

Gli sbarramenti eseguiti sono sette, fra cui quello famoso del Lago Assuan che da solo ha importato una spesa di 4.220.000 sterline.

E. Sa.

:: Note Politiche, Economiche e Finanziarie ::

Rassegna delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Società per applicazione di energia elettrica — Torre Annunziata. — Capitale L. 3.000.000.

È stato approvato il bilancio chiuso al 31 dicembre 1923 che registra un utile di L. 516.024 che consente di distribuire un dividendo dell'8,5 per cento.

Società per l'utilizzazione delle forze idrauliche della Dalmazia — Trieste — Capitale L. 21.000.000.

Venne approvato il bilancio chiuso al 31 dicembre 1923; anche questo esercizio chiude con un saldo passivo che è però notevolmente inferiore a quello dello scorso anno.

Soc. Elettrica Romagnola — Bologna — Capitale L. 12.000.000.

Il bilancio dell'esercizio 1923 si chiude con un utile di L. 943.685 sul quale si distribuisce un dividendo di L. 35 per ogni azione.

Soc. Elettrica del Sannio — Napoli — Cap. L. 3.000.000.

Il bilancio chiuso al 31 dicembre presenta un utile netto di L. 203.590 che permette di assegnare agli azionisti un dividendo del 6 per cento.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Energie Elettriche Alta Valle Seriana — Milano.

In assemblea straordinaria è stato approvato l'aumento del ca-

pitale sociale da L. 100.000 a L. 2.000.000 mediante emissione di 7600 nuove azioni da L. 250.

Società Elettrochimica Novarese — Novara.

Venne deliberato il trasferimento della sede sociale a Milano e l'aumento del capitale da L. 5.000.000 a L. 8.000.000 con l'emissione di 30.000 azioni da L. 100.

Società Anon. di Elettricità Etruria — Chiusi.

È stato deciso di emettere 2300 azioni nuove da L. 100 portando il capitale da L. 230.000 a L. 460.000.

Società Idroelettrica Ligure-Meridionale — Napoli.

Venne approvato l'aumento del capitale da L. 550.000 a L. 1.200.000 e il trasferimento della sede sociale da Genova a Napoli.

Società per Impianti Idroelettrici dell'Alto Serio — Milano.

Aumenta il capitale sociale portandolo da L. 1.000.000 a 12 milioni mediante l'emissione di 44.000 nuove azioni da L. 250.

COSTITUZIONI E SCIoglimenti DI SOCIETÀ.

Soc. An. «Costruzione Lampade Elettriche a intensità luminosa» — Roma.

Si è costituita questa anonima col capitale sociale di L. 300.000 diviso in 3000 azioni da L. 100.

Società Elettrica Alta Umbria — Norcia.

È stata deliberata la fusione colla «Società per la lavorazione e commercio del legno» di Norcia e l'aumento del capitale sociale da L. 400.000 a 440.000 con emissione di 80 azioni da L. 500.

Società Officine Trasformatori Elettrici — Bergamo.

Venne costituita questa Anonima col capitale di L. 750.000 diviso in 7500 azioni da L. 100.

Società Elettrica Rinascenza — Nicastro.

Venne costituita per la produzione e distribuzione di energia elettrica. Il capitale sociale è di L. 50.000 in 200 azioni da L. 250.

Industrie Vicentine Elettromeccaniche - I.V.E.M. — Vicenza.

È stata costituita questa anonima col cap. sociale di L. 3.850.000 distribuito in 7700 azioni da L. 500, delle quali 5400 privilegiate e 2300 ordinarie.

Compagnia Internazionale per Impianti Elettrolitici — Milano.

Si è costituita con capitale sociale di L. 100.000 formato da 200 azioni da L. 500.

Società An. Ing. Romeo Agustoni - Costruzione Elettriche — Milano.

Si è costituita questa Anonima per la costruzione e il commercio di macchine e accessori. Il capitale sociale è di L. 800.000 in 800 azioni da L. 1000.

Società Idroelettrica del Bardellino — Milano.

Si è costituita questa Anonima con un capitale sociale di L. 20 milioni in 200.000 azioni da L. 100.

Società Idroelettrica dell'Allione — Milano.

Si è costituita questa Anonima con un capitale di L. 10.000.000 in 100.000 azioni da L. 100 ciascuna.

Società Italiana Radioaudizione Circolare - S.I.R.A.C. — Milano.

Si è costituita questa Società Anonima per servizi radiotelegrafici e radiotelefonici. Il capitale sociale ammonta a L. 100.000 in 1000 da L. 100.

Impianti idroelettrici dell'Ogna — Monza.

Si è costituita questa Anonima con un capitale di L. 600.000 diviso in 1200 azioni da L. 500.

Società An. Fabbrica Italiana Apparecchi Termoelettrici «Italia» — Roma.

Si è deliberato di procedere allo scioglimento anticipato della Società ed alla sua messa in liquidazione.

Fabbrica Apparecchi Riscaldamento Elettrici — Milano.

È stato deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua messa in liquidazione.

* *

La ricostruzione d'Europa non ha fortuna: si direbbe che un genio maligno si diverta a sconvolgere la situazione ogni qual volta si manifestino cenni di un miglioramento o di un graduale formarsi di condizioni, materiali o morali, favorevoli ad una risoluzione.

Abbiamo accennato nelle precedenti Note al benevolo accoglimento che era stato fatto al Rapporto dei Periti ed alle loro proposte per una concreta sistemazione della questione capitale delle riparazioni. Intorno a quel Rapporto si era andata formando una atmosfera di fervore e di speranze che aveva fatto credere ad una prossima accettazione ufficiale del Rapporto stesso da parte di tutte le Potenze interessate. Si era già stabilito un programma di ritrovi fra i diversi Capi di Governo durante i quali sarebbero stati esaminate le ultime obiezioni e superate le ultime difficoltà.

I malumori e le diffidenze suscitate da prima dalle proposte dei Periti così in Francia come in Germania si erano andate gradatamente smorzando e pareva che ormai nessuna grave difficoltà potesse intervenire a ritardare eccessivamente o a far del tutto naufragare questa nuova e più concreta speranza sorta sul cielo della pacificazione europea.

Ma ancora una volta gli indugi e i ritardi portarono le solite perniciose conseguenze. Già altra volta accennavamo alle soverchie lungaggini nelle quali i Periti si perdevano e che minacciavano di far tramontare quelle favorevoli condizioni di spirito dalla quale la riunione dei Periti stessi aveva preso origine, ancor prima che il loro lavoro fosse giunto a termine; e richiamavamo l'attenzione sulla incognita politica che era costituita dalle elezioni imminenti così in Germania come in Francia.

I fatti ci hanno dato purtroppo ragione e l'esito delle elezioni nei due Paesi fu tale da sconvolgere completamente la preesistente situazione politica rendendo necessario un periodo di assestamento e di rifacimento, a tutto danno della sollecita risoluzione delle più gravi questioni.

Il risultato del voto popolare in Germania che portava al Reichstag un centinaio di nazionalisti e un numero poco minore di comunisti, ha prodotto la più grande incertezza e il maggiore disorientamento negli ambienti politici. Né i partiti repubblicani, né quelli di destra sono in condizioni di poter formare da soli un Governo stabile che possa saldamente reggere il Paese. Si rende perciò necessaria la formazione di un Governo di coalizione; ed effettivamente coalizioni di tutte le specie e di tutti i generi furono escogitate e provate, ma senza risultato.

L'attuale Cancelliere, Dott. Marx, ha avuto l'incarico dal Presidente della Repubblica di costituire il nuovo Gabinetto, ma i suoi sforzi sono finora riusciti vani. Lo scoglio maggiore è costituito dai tedesco-nazionali la cui condotta non si è ancora chiarita, probabilmente perché messi davanti alla realtà delle cose ed alla prospettiva di assumere almeno parzialmente la responsabilità diretta del potere sentono l'imprescindibile necessità di attenuare sostanzialmente il programma enfaticamente imperialista col quale si sono presentati nella lotta elettorale ed al quale devono il voto delle masse allucinate.

In Francia naturalmente il successo elettorale nazionalista è stato accolto con un grido di allarme e segnalato come un indice dello spirito di rivincita regnante in Germania. La stampa francese ha gridato in tutti i toni che le elezioni tedesche sono la più evidente smentita alle illusioni che all'estero si potevano nutrire sulle intenzioni sinceramente pacifiche del Governo tedesco. Certo è che attualmente al Reichstag le forze numeriche di colore che si dichiarano favorevoli ad una politica estera realistica e all'accordo colle Potenze creditrici si equivalgono a quelle di coloro che fanno aperta professione di resistenza e di rivincita.

Quanto tutto ciò nuocia ad una ragionevole sistemazione delle riparazioni, non è chi non veda.

Altra non meno grave sorpresa fu l'esito delle elezioni politiche francesi. La posizione di Poincaré pareva così salda, soprattutto dopo la vittoriosa lotta sostenuta per il risollevarlo del franco e per la relativa approvazione dei nuovi aggravi fiscali, che nessuno prevedeva un così brusco rovesciamento della situazione.

La prevalenza dei partiti di sinistra è stata nettissima e in alcuni Compartimenti si è mutata in una vittoria clamorosa, e tanto più significativa in quanto che si ebbe una elevatissima percentuale di votanti. Il blocco nazionale ha perduto oltre 160 posti, mentre la sconfitta dei monarchici è stata completa. Le elezioni rivelano un movimento profondo dell'opinione pubblica francese, movimento che non poteva essere facilmente sospettato.

La stampa di sinistra ha visto nelle elezioni il fallimento della politica violenta e militarista e non ha mancato di segnalare lo smacco diretto che viene a subire l'azione personale del Presidente della Repubblica che ha sempre sostenuto la politica di Poincaré e che fu il promotore del blocco nazionale ora fallito. In un primo tempo si era già parlato di dimissioni di Millerand ma la voce per ora non trovò seguito. Chi se ne andrà, sarà certamente Poincaré che ha già presentato le dimissioni e sarà, pare, sostituito da Herriot.

L'avvento al potere delle sinistre francesi dovrebbe segnare l'inizio di una politica meno rigida e più accomodante nei riguardi della Germania e dovrebbe perciò essere salutato con soddisfazione da coloro che al di sopra delle vicende politiche contingenti dei diversi Paesi ricercano il superiore interesse della pace e della collaborazione umana.

Ma non è detto che queste siano le sole o le più prossime risultanze del nuovo Governo francese. Anzitutto, esso dovrà inevitabilmente perdere un certo tempo nella propria sistemazione interna e sopra tutto nel prendere coi Governi degli altri Paesi alleati quei contatti indispensabili per arrivare ad una trattazione positiva e concreta del problema fondamentale delle riparazioni. Inoltre è probabile che questo acceno ad una detente da parte francese, provochi, per la ben nota incomprendenza tedesca, un inasprimento delle velleità nazionaliste di resistenza, che potranno frustrare completamente le buone disposizioni francesi.

Si può dire insomma che siamo ritornati completamente in alto mare, e che bisogna ricominciare da capo.

Intanto altre nubi sorgono sull'orizzonte politico. La Conferenza russo-inglese si avvia decisamente al fallimento. Una rottura completa si è avuta fra la Germania e la Russia in conseguenza della Delegazione commerciale russa. I Soviet hanno deciso rappresaglie di indole economica che corrispondono ad un vero boicottaggio delle merci tedesche.

In Albania si riparla di movimenti rivoluzionari. La crisi politica jugoslava si acutizza sempre più avviandosi ad una vera crisi costituzionale. La situazione nella Spagna vi diventando sempre più scura e l'autorità del Direttorio sembra scossa sia dalla inefficace politica interna, sia dal perpetuarsi dell'insuccesso marocchino.

*

L'Italia ha avuto un mese di intensa attività politica nell'attesa dell'apertura della nuova Camera.

La visita dei Sovrani italiani a Londra ha dato luogo a manifesta-

zioni di cordialità anglo-italiana che hanno rinnovato i tradizionali vincoli di amicizia e portato una chiarificazione soddisfacente nei rapporti delle due Nazioni. La questione del Giuba, che era stata origine di qualche malumore ha trovato una soluzione soddisfacente che salvaguarda gli interessi dell'Italia così dal lato morale che da quello materiale. Soprattutto è soddisfacente il fatto che l'Italia riacquista piena libertà nei riguardi della Grecia per quanto riguarda le isole dell'Egeo. E così tolto un altro dei pesi morti che gravava ed impacciava almeno in parte la libera azione dell'Italia.

A proposito della rinnovata cordialità italo-inglese è interessante osservare come nelle discussioni sui debiti degli alleati avvenute alla Camera dei Comuni l'accento dei diversi oratori al debito italiano sia stato affatto fuggevole, mentre l'attenzione è stata concentrata specialmente sul debito francese. Parlando ai giornalisti italiani, Mac Donald pur non facendo accenno diretto ad una rinunzia ai crediti inglesi ha insistito nell'assicurare che il suo Governo accetterebbe tutto ciò che possa contribuire efficacemente alla pacificazione ed alla sistemazione dell'Europa.

Grande attenzione ha raccolto negli ambienti politici europei la venuta a Roma del Dott. Benes, Presidente dei Ministri della Cecoslovacchia. Ufficialmente si asserisce trattarsi soltanto di un atto che viene a consacrare lo stato di piena cordialità esistente fra le due Nazioni e la concordanza di intenti per il rispetto dei Trattati specialmente riguardo all'Europa centrale.

È noto tuttavia che qualche cosa di concreto è stato realizzato nei colloqui durati tre giorni, e che senza immaginare trattati od alleanze, una nuova atmosfera di cordialità è stata stabilita fra i due Paesi e che provvedimenti sono stati studiati per un incremento dei rapporti politici e commerciali. La soddisfazione comune con cui tali accordi sono stati salutati in Italia e nella Cecoslovacchia fanno sperare fondatamente che essi abbiano una felice ripercussione pratica.

L'Italia viene così gradatamente riprendendo la sua influenza nei Paesi del prossimo Oriente, influenza che l'infausta politica del dopo guerra aveva ridotto a nulla, creando un ambiente di ostilità in quei popoli che le recenti memorie di guerra avrebbero dovuto spontaneamente riavvicinare all'Italia. Questa nuova influenza italiana non manca di essere seguita dalla vigile rivalità francese; i commenti della stampa francese sono in proposito molto sintomatici.

Le relazioni colla Jugoslavia sono tutt'ora impacciate dalla persistente oscura situazione politica interna che si ripercuote anche sulle trattative commerciali. Tuttavia un esempio del nuovo spirito creato fra i due popoli che si fronteggiano sull'Adriatico si è avuto nella prontezza e nella energia colla quale le Autorità jugoslave sono intervenute a sedare le manifestazioni antitaliane avvenute a Sebenico. La condotta delle Autorità locali fu in quell'occasione correttissima ed improntata ad amicizia mentre d'altra parte le manifestazioni stesse risultarono inscenate a puro scopo di sfruttamento politico ad uso interno, da gruppi di opposizione desiderosi di provocare difficoltà all'attuale Governo di Belgrado.

Altri colloqui di carattere internazionale intorno ai quali si fece un grande parlare, furono quelli fra l'on. Mussolini ed i Ministri belgi convenuti a Milano. Questo ritrovo aveva lo scopo di concretare l'azione da svolgere intorno alla solita questione delle riparazioni, in relazione al ricordato memoriale dei Periti. I Ministri belgi e italiani prospettavano la necessità di una nuova Conferenza interalleata per concertare l'opera comune da svolgere ed arrivare ad un accordo pratico; inoltre ribattevano l'idea della inscindibilità del problema delle riparazioni e di quello dei debiti interalleati. Il Convegno di Milano era però anteriore alla situazione creata dalle nuove elezioni francesi, onde non è a ritenersi che la auspicata riunione della Conferenza interalleata possa avvenire con molta sollecitudine.

I rapporti italo-russi sembrano destinati ad un proficuo sviluppo. Secondo notizie diffuse dalla stampa, i prodotti agrari e specialmente agrumi sarebbero ora largamente richiesti in Russia e darebbero luogo ad una importante importazione. Rilevante quantità di zolfo sarebbero partite dalla Sicilia dirette in Russia. Anche la nostra produzione industriale troverebbe in Russia uno sbocco sempre più largo. Si parla specialmente di forti esportazioni di biciclette, di automobili e di macchine agricole. Per l'attrezzatura dei mulini a vento sarebbero stati commessi in Italia circa dieci mila metri di tele da vele. D'altra parte il Signor Gorciakoff, capo della Delegazione commerciale russa a Roma ha dichiarato che la Russia ha fino ad ora esportato in Italia più di 2000 tonnellate di grano, oltre a ingentissima quantità di nafta e di petrolio, e importi notevoli di legname, di manegase, di minerali di ferro.

Qualche difficoltà sussiste tuttora nei trasporti che si svolgono finora ad opera della sola marina italiana e si dirigono specialmente ai porti di Odessa, Mariupol e Nikolaieff. Alcune esportazioni italiane si affermano anche nella Russia settentrionale.

La rottura dei rapporti economici colla Germania, favorisce indirettamente l'affermazione della penetrazione italiana. L'organizzazione delle miniere del Donetz, impresa che coinvolge molti milioni è stata dai Soviet tolta alla Germania ed affidata a gruppi inglesi ed italiani. Si ha anche notizie di nuove concessioni di terreni petroliferi a nostri connazionali.

I rapporti italo-rumeni sono tutt'ora turbati da malintesi relativi alla questione dei Buoni del tesoro rumeni. Le trattative in corso pur essendo avviate soddisfacentemente non hanno ancora condotto a quella ripresa di rapporti interamente cordiali che è nel desiderio dei due popoli.

Così l'azione internazionale dell'Italia si svolge ampia e pro-

ficua risentendo dell'accresciuto prestigio. Ad esso contribuiscono anche le sempre migliori notizie provenienti dalle colonie dove continua l'opera energica ed efficace di epurazione e di ripristinazione della nostra autorità. In Tripolitania si è ottenuta la completa tranquillità, e non esistono più focolari di ribelli nella zona occupata che comprende sostanzialmente tutto il territorio sufficientemente popolato ed economicamente utilizzabile. La colonia basta ora interamente a se stessa per quanto riguarda i bisogni civili, cosicchè restano a carico del bilancio dello Stato soltanto le spese militari. In Cirenaica la situazione è pure grandemente migliorata. Qui però, per la maggiore influenza materiale e morale dei Senussi, l'attività ribelle non è ancora interamente spenta. Le nostre truppe hanno continuato nello scorso mese l'opera di polizia su larga scala battendo ripetutamente le organizzazioni ribelli alle quali furono inflitte perdite gravissime.

*

Nell'ambiente economico europeo, qualche ansietà è stata ancora una volta sollevata dalle agitazioni della regione mineraria della Ruhr. I minatori si sono rifiutati di riconoscere l'arbitrato del Commissario del Reich che prolungava provvisoriamente l'accordo vigente sull'aumento delle ore di lavoro. I proprietari delle miniere sono ricorsi alla serrata sostenendo di non poter sopportare gli oneri da cui sono gravati nelle condizioni attuali. Dalla parte operaia è stato dichiarato lo sciopero, il quale parve minacciasse di estendersi anche all'industria metallurgica. Così ancora una volta il tranquillo andamento del lavoro nella travagliata regione è stato compromesso con danni ingenti per tutti. Fortunatamente l'agitazione è stata di breve durata in ragione stessa della sua vastità che comprendeva oltre mezzo milione di operai, e la produzione del carbone poté essere nuovamente ripresa.

Sembra invece cessata l'epidemia di scioperi che aveva afflitto l'Inghilterra specialmente dopo la formazione del Gabinetto labourista. Anche la situazione industriale è migliorata e si nota una progressiva diminuzione della disoccupazione. Il 12 maggio si avevano complessivamente 1.026.000 disoccupati (di cui 760.500 uomini) con una diminuzione di 14.560 rispetto alla precedente settimana e di 259.523 rispetto alla cifra del 31 dicembre ultimo.

Una domanda di concessione di un forte prestito a lunga scadenza è stata rivolta al Governo inglese da parte dei Soviet. Il prestito dovrebbe servire in parte a rimborsare i debiti russi d'ante guerra verso cittadini inglesi, e in parte per acquistare macchinario e merci inglesi. Il Governo inglese ha cortesemente declinato la richiesta pur asserendo di considerare con simpatia ogni sforzo fatto dalla Russia per procurarsi denaro sul libero mercato inglese.

La prudenza del Governo inglese si comprende quando si pensi che i Soviet a mezzo della loro Delegazione inviata a Londra per le trattative commerciali hanno presentato all'Inghilterra domanda di risarcimento per cento milioni di sterline addebitando al blocco britannico i danni sofferti da Pietrogrado. L'Inghilterra sarebbe responsabile della rovina di 3000 case, gasometri, acquedotti e impianti idroelettrici! Questo stato d'animo dei Soviet non induce certo a bene sperare per la prossima ripresa effettiva anglo-russa.

Si annuncia che il bilancio russo ha visto aumentare il suo disavanzo di 400 milioni di rubli oro. In conseguenza il Governo avrebbe deciso di ridurre radicalmente i crediti alle industrie ed alla agricoltura mantenendo però inalterate le spese militari. Ciò potrebbe portare a un nuovo arresto della attività industriale ed agricola che segnava una benefica ripresa. Secondo notizie ufficiali russe, la produzione industriale avrebbe toccato il 48 % dell'ante guerra, e l'agricoltura il 78 %; i salari pagati agli operai rappresenterebbero il 66 % del valore d'ante guerra, mentre il commercio estero è ancora limitato al 10 %.

Il conflitto russo-tedesco ha portato in luce dati interessanti sui rapporti commerciali che si erano andati intrecciando fra i due Paesi: secondo notizie russe, le esportazioni russe in Germania che erano nulle nel 1920 salivano a 1,6 milioni di rubli nel 1921, a 14,7 milioni nel 1922. Contemporaneamente le importazioni in Russia di merci tedesche salivano da 6 milioni di rubli nel 1920, a 54 milioni nel 1921, a 88 milioni nel 1922 e a 49,60 milioni nel 1923. Secondo il Governo russo sarebbe assai difficile alla Germania trovare altrove le materie prime che importava dalla Russia. Da parte tedesca si fa invece rilevare che l'esportazione tedesca per la Russia rappresentava attualmente soltanto l'1,9 % delle esportazioni totali della Germania, e che la esportazione della Russia in Germania rappresentava solamente il 2,2 % delle importazioni tedesche; per la Russia al contrario le importazioni dalla Germania e le esportazioni in Germania rappresentavano rispettivamente il 41,3 % ed il 32 % delle complessive importazioni ed esportazioni.

La situazione finanziaria tedesca sembra avviata soddisfacentemente. Il Presidente della Reichsbank comunica che al 31 marzo vi erano complessivamente in circolazione 3050 milioni di marchi oro, mentre al 15 aprile la circolazione era ridotta a 2850 milioni, e la riduzione continua. La Banca di Sconto-oro ha dato fino alla fine di aprile crediti per 500.000 sterline e per 100.000 dollari. Si annuncia anche come prossima una riduzione del tasso di sconto.

Qualche preoccupazione ha destato ancora la questione dei debiti alleati verso l'America. Il Senato americano ha recentemente approvato disposizioni legislative per la concessione di pensioni e indennità ai reduci dalla grande guerra. Queste disposizioni costituiscono nel loro complesso un aggravio notevole del bilancio americano e renderanno indubbiamente più difficile la auspicata riduzione o l'intero

condono dei debiti alleati. Tuttavia non mancano sintomi favorevoli i quali inducono a sperare che si vada facendo strada fra gli alleati d'America una più equa valutazione del dare e dell'avere fra le diverse nazioni che parteciparono alla guerra.

La National City Bank che è il più grande istituto bancario degli Stati Uniti, si è posta nettamente il problema ed ha riconosciuto la opportunità che l'America si disponga ad ammettere una riduzione dei suoi crediti. In una sua pubblicazione la grande Banca prevede che sarà questa una conseguenza inevitabile della generale sistemazione finanziaria che deriverà dalla discussione interalleata sulla base del Rapporto dei Periti, e raccomanda che non si perda, per addivenire a tale riduzione inevitabile altrettanto tempo quanto se ne perdesse per giungere alla compilazione di una proposta ragionevole quale fu il Rapporto dei Periti.

Del più alto interesse in questa materia è per noi Italiani, uno studio della Bankers Trust Co. di New York la quale con ricerche complete e profonde è giunta a stabilire dei dati attendibili sull'onere che i diversi Paesi hanno sopportato per la guerra, in relazione alla rispettiva ricchezza nazionale; queste cifre di confronto sono del 34,49 % per l'Inghilterra, del 20,59 % per l'Italia, del 19,36 % per la Francia e dell'8,67 % per l'America. Sono queste delle cifre che assai opportunamente la Bankers Trust Co. sottopone alla meditazione dei cittadini americani.

Altre nubi ha suscitato l'America nell'ambiente economico mondiale, colle sue leggi ultime sulla immigrazione. Queste nuove disposizioni approvate ad onta di tutte le opposizioni interne ed estere vengono a colpire gravemente tutte le emigrazioni europee e specialmente quella italiana, mentre annulla addirittura l'immigrazione giapponese. Questa nuova affermazione di egoismo di razza che prepara indubbiamente in un futuro non lontano un conflitto spaventoso, ha naturalmente suscitato un fermento vivissimo nel Giappone. Il movimento popolare ha trovato rispondenza nelle più alte sfere ed ha culminato in un documento di deplorazione pubblicato dal Governo giapponese, documento che costituisce un atto di insolita gravità nei rapporti internazionali. La cosa non avrà probabilmente seguito immediato, ma costituisce certamente un nuovo incentivo a quella sorda rivalità nippo-americana che invano si cerca sopire con accordi navali quando si rinfocola d'altro lato con elementi politici ed economici.

Sulla questione della emigrazione l'Italia ha avuto ancora una volta una iniziativa felice colla convocazione avvenuta in Roma di una Conferenza internazionale sulla emigrazione. Vi parteciparono tutti i principali Paesi del mondo e le discussioni ampie della Conferenza non saranno senza pratica e felice ripercussione su tutto quanto riguarda la protezione economica e civile degli emigranti nei rapporti internazionali fra Stati di emigrazione e di immigrazione. Tuttavia la questione della emigrazione resta per l'Italia uno dei problemi ancora aperti più gravi.

*

Per quanto riguarda le questioni di economia interna del nostro Paese va in primo luogo ricordata quella grandiosa manifestazione che fu l'Assemblea della Associazione Bancaria tenutasi a Roma nello scorso mese. A questa Assemblea che raccoglieva i rappresentanti di 159 Banche, erano presenti anche l'on. Mussolini e i Ministri Corbino e De Stefani.

Il discorso pronunciato in questa occasione dal Ministro delle Finanze costituiva un'altra pietra miliare del risanamento della nostra finanza. Il Ministro ha riaffermato che lo Stato non ricorrerà ormai più a contendere il risparmio privato alle iniziative industriali. Il debito pubblico interno nell'attuale esercizio è diminuito di 1889 milioni. Il bilancio dell'esercizio in corso si chiuderà in pareggio poichè il peggioramento patrimoniale derivante dalle impostazioni in bilancio delle obbligazioni per i risarcimenti di guerra è stato realmente, come da qualche tempo si era giunti a sperare, compensato dai risultati dell'esercizio e della riduzione dei debiti di Stato. Secondo la situazione del bilancio al 30 aprile u. s. il disavanzo dei primi dieci mesi di esercizio ammontava a 190 milioni mentre esistevano ancora 539 milioni di stanziamenti non impegnati. Qualche delusione nell'ambiente industriale causò il silenzio espressivo del Ministro riguardo alle voci che erano corse circa progettati alleggerimenti fiscali sui capitali delle Società industriali, accantonati per le riserve. I provvedimenti invocati dagli interessati erano d'altra parte stati combattuti da molti economisti.

A partire dal 15 maggio è stato ridotto l'interesse dei Buoni del Tesoro ordinari con scadenza a nove o dodici mesi da 4,75 per cento a 4,50 per cento. Anche l'interesse dei Buoni a scadenza più breve fu ridotto in ragione del 0,25 per cento. Viene mantenuto il divieto di rinnovare i Buoni ordinari con scadenza inferiore a sette mesi e continua la sospensione nell'emissione dei nuovi Buoni.

E' stato chiarito l'ordinamento nuovo dell'Azienda Ferroviaria. All'Amministrazione delle Ferrovie presiede il Ministro delle Comunicazioni il quale è assistito da un Consiglio di Amministrazione e coadiuvato da un Direttore generale, tutti nominati con Decreto Reale su proposta del Ministro. A coprire l'alta carica di Ministro delle Comunicazioni venne, come già era stato detto, chiamato l'Onorevole Ciano.

Un provvedimento molto discusso e spesso deplorato fu quello relativo alla concessione data alla Società Americana Sinclair per le ricerche petrolifere nel sottosuolo d'Italia. La comunicazione uff-

ciale emessa su tale convenzione mette anzitutto in rilievo l'importanza, da tutti riconosciuta, che l'importazione di olii minerali è andata assumendo anche per l'Italia; nel 1923 vennero infatti importate 540.000 tonnellate di combustibili liquidi per un corrispettivo di 600 milioni di lire, escluse le tasse e i diritti doganali. La produzione nazionale è in decrescenza e tocca appena il centesimo del fabbisogno.

Le iniziative italiane per le ricerche dei giacimenti profondi che si suppongono esistere furono sempre inadeguate e timide. Anche l'intervento statale concretatosi prima nella formazione di un Consorzio sussidiato, poi nella concessione di materiali per sondaggi ricevuti in conto riparazioni per un importo complessivo di 40 milioni, non bastò a produrre risultati soddisfacenti.

Per queste ragioni lo Stato si indusse a stringere una convenzione con la Società Sinclair americana, specializzata in materia. Le zone concesse per le ricerche riguardano l'Emilia e la Sicilia, restando però riservata alla iniziativa italiana una zona di 40.000 ettari in quelle stesse regioni; tutte le altre zone supposte petrolifere esistenti in Italia restano pure riservate alle iniziative nazionali. La Sinclair si impegna a impiegare nelle ricerche petrolifere un capitale di 5 milioni entro tre anni; qualora in seguito a queste ricerche preliminari la Sinclair decidesse di procedere a sondaggi a tipo industriale è tenuta a costituire una Società italiana col capitale di 40 milioni di cui il 40 % resta riservato a sottoscrittori nazionali sotto forma di azioni nominative. Il Consiglio d'Amministrazione sarà costituito a parti eguali da rappresentanti del capitale estero e nazionale.

Dopo il primo periodo triennale la Sinclair è ancora impegnata a spendere in lavori di sondaggio una somma pari a 8 milioni annui durante un triennio. In un successivo periodo di quattro anni la Società potrà procedere alla messa in valore delle aree prescelte, divise in unità di mille ettari ciascuna, fino ad una estensione massima di 75.000 ettari, con una spesa di dollari oro 12.500 per ogni mille ettari. La durata della convenzione è prevista in 50 anni. Alla Società lo Stato concede delle facilitazioni fiscali consistenti in esenzioni di dazi doganali per l'importazione di macchinario qualora l'industria italiana non potesse fornirlo in condizioni di parità coll'estero, ed in una esenzione temporanea della tassa di ricchezza mobile per la durata di 10 anni. D'altra parte lo Stato parteciperà agli utili sociali con una percentuale sui dividendi.

Abbiamo creduto opportuno estenderci alquanto a chiarire il carattere della convenzione colla Sinclair sia in ragione delle ardenti polemiche cui essa ha dato luogo, sia perchè essa tocca una degli interessi più ampi e più vitali del nostro Paese. I combustibili liquidi vanno assumendo una importanza enorme, ognora crescente, non solo nei riguardi dell'industria, ma anche e più nei riguardi della difesa nazionale. Per questa ragione da più parti si sono levate recriminazioni vivaci contro l'iniziativa del Governo nei riguardi della Sinclair; si è deplorato che si sia dato in mano al capitale straniero ciò che poteva forse costituire una delle poche risorse naturali del nostro Paese e si è fatto rimprovero al Governo di non aver riservato alla iniziativa del paese l'impresa che tanto interessava la vita industriale e la sicurezza nazionale.

Il Governo d'altra parte fa notare come non sia stata concessa alla Sinclair nessuna delle zone dove si fossero manifestate iniziative anche timide di origine nazionale, e nemmeno quelle per le quali fossero in corso domande d'istruttoria. Il materiale dei sondaggi avuto in conto riparazioni sarà tutto riservato alle imprese italiane e lo Stato continuerà a favorire in ogni modo le iniziative che sorgessero nel Paese. Comunque si debba giudicare la struttura della Convenzione colla Sinclair, la risposta vera alle obiezioni, che si ricollegano d'altro canto ad una più ampia manovra tentata per scalzare l'attuale Ministro delle finanze, consiste in ciò: che, colla più grande probabilità, se si fosse dovuto attendere l'iniziativa nazionale, si sarebbe atteso per lungo tempo ancora, non essendovi in Italia quella preparazione mentale e finanziaria per simili imprese necessaria e che non ha potuto formarsi per le troppe disillusioni che i precedenti tentativi avevano dato. Se la Convenzione Sinclair riuscirà a mettere in valore sconosciuti tesori del nostro sottosuolo, ce ne sarà da rallegrarsi per tutti e non mancherà il modo di proteggere efficacemente gli interessi della Nazione.

Si sono concretati i criteri per la cessione, ormai stabilita, dei servizi telefonici all'industria privata. I servizi urbani saranno divisi in cinque zone, due per l'Italia superiore, due per l'Italia centrale e meridionale e una per le isole; le cinque zone saranno cedute ad altrettante Società. Le linee interurbane saranno invece cedute in blocco ad una sola Società. Per il luglio tutti i servizi telefonici passeranno all'industria privata.

Si confermano i sintomi di miglioramento generale nella condizione del Paese. Si hanno i dati dei depositi presso le Casse postali i quali erano giunti il 10 aprile scorso a 9270 milioni; è interessante notare che mentre al 1 gennaio 1923 i depositi erano giunti a 8719 milioni, nel primo semestre dello scorso anno si era verificata una contrazione. Vi è stato però tosto una rigorosa ripresa cosicchè l'ammontare che al giugno 1923 era sceso a 8642 milioni, risaliva a 8742 milioni nell'ottobre, a 8770 milioni alla fine novembre, a 8800 milioni a fine dicembre per superare alla fine aprile i 9328 milioni.

Anche il miglioramento nella bilancia commerciale continua. Nei primi quattro mesi dell'anno in corso le importazioni ammontarono complessivamente a 5815 milioni e le esportazioni ascesero a 4357 milioni; lo sbilancio è perciò di 1458 milioni in confronto a 2382

milioni avuti nello stesso periodo dello scorso anno. Si è avuto cioè nel quadrimestre un beneficio di 923 milioni in confronto allo scorso anno; per il solo mese di aprile il beneficio ammonta a 331 milioni.

Le cifre relative al movimento dei porti sono pure confortanti. Nel mese di marzo approdarono nei porti italiani (Fiume escluso) 8521 navi con una stazza totale di 4.239.253 tonnellate, e ne partirono 8541 con una stazza di 4.154.161. Vennero sbarcate 1.966.956 tonnellate di merci, e ne furono imbarcate 563.914 tonnellate. La bandiera nazionale conta per 8398 piroscafi e 7023 velieri, e le bandiere straniere per 1462 piroscafi 180 velieri; la navigazione nazionale rappresenta il 90 % del numero delle navi, il 68 % per il tonnellaggio e il 53 % pel quantitativo delle merci. Il porto di massimo movimento fu, come sempre, quello di Genova con 820 navi e 1.360.568 tonnellate di stazza; seguono Trieste con 1223 navi e 544.577 tonnellate, e quello di Napoli con 925 navi e 1.356.604 tonnellate.

Il progresso finanziario italiano è seguito con interesse all'estero e specialmente in Inghilterra dove si segnalano con simpatia gli indici costanti di progresso. Le pubblicazioni finanziarie inglesi mettono con compiacenza il successo effettivo ottenuto nel campo economico dal Governo fascista secondato facilmente da tutte le energie nazionali, e sono concordi nel prevedere un periodo di brillante sistemazione economica per l'Italia.

*

Mese di netto, generale e persistente ottimismo. Questo andamento sostenuto è ormai divenuto troppo persistente per essere in dipendenza di sole manovre di speculazione; esso trova certamente la sua rispondenza e la sua giustificazione in uno stato di fatto e in un insieme di circostanze favorevoli. La sempre maggiore stabilizzazione della moneta rende più facile il riferimento dei titoli alla unità monetaria effettiva, anziché al suo valore apparente. La sempre maggiore produzione di risparmio crea grandi masse di capitale in cerca in investimenti, tanto più che lo Stato ha cessato di emettere titoli propri verso i quali si rivolgevano i capitali più timidi che erano così sottratti al mercato dei titoli. Il progressivo miglioramento della situazione generale del Paese, la ripresa consolante dell'attività industriale, l'intensificarsi dei traffici, il più ampio respiro della politica estera nazionale, sono tutte cause che concorrono a creare un senso di ferma fiducia, che si rivela nel sempre migliore andamento dei mercati borsistici.

Con viva soddisfazione deve essere segnalato il comportamento dei titoli di Stato e specialmente del Consolidato che ha superato decisamente la pari mantenendosi a 102 e oltre con tendenza a propredire. Anche la Rendita ha notevolmente migliorato e chiude a 93, quotazione non raggiunta da lunghi anni.

Pure favoriti i titoli bancari, fra i quali segnaliamo le Banche d'Italia in accentuato movimento ascendente da 1645 a 1930, e le Commerciali passate da 1300 a 1453. Pure in progresso ma più incerte, le Credito.

Nel comparto dei tessuti, le Cantoni volate quasi improvvisamente da 2600 a 3800 per ripiegare poi a 3200, hanno ripreso brillantemente per chiudere a 3755. Tutto il comparto, alquanto movimentato, è, ad onta di qualche oscillazione, in forte progresso.

I titoli metallurgici seguono, con maggiore ponderatezza, l'andamento generale del mercato. Contegno particolarmente brillante hanno tenuto le Breda molto trattate, e che passano da 390 a 450. Anche le Ansaldo sono in ripresa da 18.20 a 25. Fra gli automobilistici, sempre favorite le Fiat che da 532 segnatte all'inizio del mese, chiudono a 752; le Isotta progrediscono pure da 8,50 a 12.

Insolitamente movimentato anche il gruppo dei trasporti i cui titoli si spostano tutti all'in su. Gli alimentari e i valori d'esportazione seguono il diagramma ascendente generale.

Le ottime disposizioni del mercato si sono ampiamente ripercosse sulle quotazioni dei titoli elettrici che proseguono la loro prudente ma persistente marcia al rialzo.

Nei movimenti dei cambi deve essere segnalata la progressiva debolezza del franco il quale perde oltre una ventina di punti nel mese. Questa discesa graduale è in parte la conseguenza delle violente manovre compiute per superare l'ultima crisi ed in parte la ripercussione delle vicende della politica interna francese a cui abbiamo accennato. Le altre divise si sono invece mantenute pressochè costanti, senza oscillazioni notevoli.

Ing. RENATO SAN NICOLÒ.

Variazioni dei Titoli Elettrici nel maggio 1924.

| | Valore nominale | I decade | II decade | III decade |
|--------------------------------------|--------------------|-------------|--------------|---------------|
| Edison | 300 | 788 | 820 | 890 |
| Conti | 250 | 442 | 444 | 492 |
| Vizzola | 500 | 1272 | 1290 | 1400 |
| Bresciana | 100 | 180 | 200 | 225 |
| Adamello | 200 | 267 | 267 | 308 |
| Unione Eser. Elettrici | 50 | 113,50 | 114 | 129,50 |
| Elettrica Alta Italia | 250 | 275 | 276,50 | 299 |
| Officine Elett. Genovesi | 250 | 385 | 388 | 423 |
| Adriatica | 100 | 177 | 181 | 207 |
| Negri | 100 | 149 | 145 | 175 |
| Ligure Toscana | 200 | 313 | 325 | 369 |
| Gener. Elet. della Sicilia | 100 | 135 | 131 | 147 |

DECRETI, LEGGI E REGOLAMENTI

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

NORME

per la fornitura e il controllo degli oli per trasformatori ed apparecchi elettrici

Nella seduta del Consiglio Generale dell'A. E. I. tenuta a Bologna il 23 Marzo scorso si doveva ratificare il testo delle Norme oli pubblicato sull'*Elettrotecnica* del 25 Febbraio, a pag. 131.

In seguito però ad una lettera del Comitato Superiore di Difesa Nazionale, il quale faceva presente alla Presidenza generale dell'A. E. I. alcune differenze fra il testo delle Norme stesse e quello adottato dall'Amministrazione delle Ferrovie di Stato, il Consiglio Generale ha preferito sospendere ogni deliberazione per dar tempo al Comitato Elettrotecnico Italiano, compilatore delle Norme, di prendere in considerazione le osservazioni stesse.

Il Comitato Elettrotecnico — e per esso la Sotto-Commissione speciale — presa in esame la cosa, ha deliberato di introdurre nel testo già pubblicato le seguenti varianti:

Testo attuale

Art. 22. — (Penultimo capoverso):

Per azione della pressione l'olio sale nel tubo ed il tempo che impiega a raggiungere il segno B, ossia a percorrere i 40 mm., darà la misura della scorrevolezza alla temperatura a cui si effettua l'esperienza.

Testo modificato

Per azione della pressione l'olio sale nel tubo ed il tempo che impiega a raggiungere il segno B, ossia a percorrere i 40 mm., darà un'indice della scorrevolezza alla temperatura a cui si effettua l'esperienza.

Art. 25. — (3° capoverso).

Dopo aver accuratamente asciugato e pulito vaschetta e sfere si verserà lentamente nella vaschetta circa 2/3 di litro d'olio e si applicherà agli elettrodi la tensione di prova. Questa dovrà essere alternata, sinusoidale, di frequenza industriale e dovrà essere regolata o con regolatore a induzione, oppure agendo direttamente sulla eccitazione dell'alternatore. La misura della tensione si eseguirà con un buon voltmetro sul primario del trasformatore elevatore; ma si dovrà una volta tanto eseguire un controllo con uno spinterometro a sfere sulla alta tensione, col quale si viene a tenere conto tanto della caduta di tensione nel trasformatore quanto della eventuale deformazione della curva di tensione ⁽¹⁾. La tensione applicata allo spinterometro verrà aumentata colla massima rapidità compatibile con una buona lettura al voltmetro, fino ad ottenere la scarica continua fra gli elettrodi. Si getterà allora l'olio, si ripulirà lo spinterometro e si ripeterà analogamente la prova su una seconda parte dell'olio e poi ancora sulla terza parte. Per il giudizio dell'olio si assumerà la media delle tre tensioni che avranno prodotto le tre scariche.

La temperatura dell'olio alla quale si faranno le prove sarà di circa 20° C. Si dovrà ripetere la prova con un campione d'olio, previamente essiccato e mantenuto poi per 48 ore in un ambiente al 75 % di umidità.

⁽¹⁾ Tale controllo è indispensabile ogni qualvolta si cambi la f. e. m. impiegata.

Dopo aver accuratamente asciugato e pulito vaschetta e sfere si verserà lentamente nella vaschetta circa 2/3 di litro d'olio e si lascerà il tutto in riposo per circa 10 minuti prima di applicare agli elettrodi la tensione di prova. Questa dovrà essere alternata, di frequenza industriale, di forma praticamente sinusoidale, e dovrà essere regolata o con regolatore ad induzione, oppure agendo direttamente sulla eccitazione dell'alternatore. La misura della tensione si eseguirà con un buon voltmetro sul primario o sul secondario del trasformatore elevatore; ma si dovrà una volta tanto eseguire un controllo con uno spinterometro a sfere sulla alta tensione, col quale si viene a tener conto tanto della caduta di tensione nel trasformatore, quanto della eventuale deformazione della curva di tensione. ⁽¹⁾

Il trasformatore di prova deve poter raggiungere una tensione di almeno 50 kV e la sua potenza non deve essere inferiore a 400 VA. Qualora si impieghi un trasformatore di potenza notevolmente superiore la corrente di c.c. sull'alta tensione dovrà essere limitata a circa 0,5 A mediante resistenze liquide o metalliche sull'alta tensione stessa.

La tensione applicata allo spinterometro verrà aumentata colla massima rapidità compatibile con una buona lettura al voltmetro, fino ad ottenere la scarica continua fra gli elettrodi. Si getterà allora l'olio, si ripulirà lo spinterometro e si ripeterà analogamente la prova su una seconda parte dell'olio e poi ancora sulla

⁽¹⁾ Tale controllo è indispensabile ogni qualvolta si cambi la f. e. m. impiegata.

Testo attuale

Art. 28. — Per valutare la tendenza ad alterare i materiali isolanti (12)

La constatata diminuzione della resistenza meccanica in confronto delle prime prove darà la valutazione della tendenza dell'olio ad alterare i materiali isolanti.

Art. 34. — Rigidità dielettrica. 2° capoverso.

Il campione precedentemente essiccato, tenuto per 48 ore in un ambiente al 75 % di umidità non dovrà perdere più del 50 % della sua rigidità.

Art. 37. — Tendenza ad alterare i materiali isolanti

Art. 45. — Secondo capoverso:

Ogni sei mesi circa
Si potrà ancora ritenere adoperabile per trasformatori ad alta tensione un olio la cui rigidità dielettrica

Testo modificato

terza parte. Per il giudizio dell'olio si assumerà la media delle tre tensioni che avranno prodotto le tre scariche.

La temperatura dell'olio alla quale si faranno le prove sarà di circa 20° C.

Per valutare la tendenza ad alterare il cotone ed analoghi materiali isolanti (12)

La constatata diminuzione della resistenza meccanica in confronto delle prime prove darà la valutazione della tendenza dell'olio ad alterare i suddetti materiali isolanti.

Soppresso.

Tendenza ad alterare il cotone ed analoghi materiali isolanti. Segue invariato.

Ogni sei mesi circa

Si potrà ancora ritenere adoperabile per trasformatori ad alta tensione un olio la cui tensione di scarica

In seguito agli accordi corsi fra la Presidenza Generale dell'A. E. I. e la Presidenza del C. E. I. il testo delle norme pubblicato nel n. 6 del 25 febbraio 1924, a pag. 131 dell'*Elettrotecnica* rimane così definitivo, con le presenti varianti.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

COMUNICATI.

La Presidenza generale ci comunica la seguente lettera che essa ebbe a dirigere al Ministro dei LL. PP. e relativa al nuovo progetto di legge sull'elettrodotto.

3 Aprile 1924.

A S. E. il Ministro dei LL. PP. — Roma.

Mi onoro di trasmettere alla V. E. alcune considerazioni relative agli schemi della nuova legge sulla trasmissione a distanza e sulla distribuzione della energia elettrica e del relativo regolamento, proposti alla E. V. dalla Assemblea Generale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, allo scopo di richiamare l'attenzione della E. V. su di una particolare disposizione di questi schemi che questa Presidenza ritiene di danno allo sviluppo degli impianti elettrici e delle applicazioni elettriche in Italia.

La Associazione Elettrotecnica Italiana è un ente di suprema obiettività; raccoglie nelle proprie file gli elettrotecnici italiani di ogni categoria, e si occupa unicamente dello sviluppo scientifico e tecnico della Elettrotecnica, fatta astrazione da ogni particolare interesse. Ha perciò il dovere di vigilare affinché lo sviluppo degli impianti elettrici non abbia impedimento da disposizioni legislative non informate a razionali criteri tecnici ed economici.

La A. E. I. appunto per questo suo carattere è ufficialmente rappresentata nella Assemblea Generale del Consiglio Superiore dei LL. PP. e nella circostanza della discussione ed approvazione degli schemi suindicati, il rappresentante della A. E. I. ha votato contro la ammissione di un principio, che è stato accettato con lieve maggioranza da questa assemblea.

Noi ci onoriamo di esporre le ragioni per le quali la Presidenza Generale della A. E. I. approva la direttiva tenuta dal proprio rappresentante, e ritiene che con la conversione in legge degli schemi così come proposti, sorgerebbe un grave pericolo per l'ulteriore sviluppo degli impianti elettrici italiani, e si avrebbe una continua fonte di conflitti tra i Comuni e le Imprese Elettriche di distribuzione con danno per la collettività degli utenti e per la economia nazionale, ormai strettamente collegata allo sviluppo degli impianti elettrici.

Nel testo proposto originariamente dalla Commissione nominata dalla Assemblea del C. S., l'ultimo inciso dell'art. 1 aveva la seguente dizione, in quanto riguarda i rapporti tra Comuni e Imprese distributrici:

«Resta ferma la competenza delle Autorità Comunali in ordine al servizio pubblico di somministrazione dell'energia elettrica nei centri abitati».

Una tale norma lasciava immutate le disposizioni legislative precedenti che dopo diverse fasi di applicazione avevano ormai trovato nella giurisprudenza un assetto definitivo, talchè tra Comuni e Imprese elettriche di distribuzione si erano stabilite, in base alle norme di legge ed alla prassi della loro applicazione, un pacifico regime di accordi, favorevole tanto allo sviluppo delle distribuzioni elettriche nelle grandi città, quanto alla loro estensione ai minori centri abitati, come dimostra la meravigliosa rete elettrica che copre il nostro paese e che viene citata all'estero come una delle più complete e meglio organizzate.

Nella seduta della Assemblea Generale del Consiglio del 14 gennaio è stato proposto ed approvato, col voto contrario del rappresentante della A. E. I., di sostituire la seguente altra dizione:

«Il servizio pubblico della distribuzione dell'energia elettrica nei centri abitati è soggetto al disciplinamento ed alla sorveglianza delle autorità comunali, giusta le norme da stabilirsi col regolamento».

L'art. 1° del regolamento approvato in seduta del 25 febbraio a sua volta preciserebbe così le attribuzioni dei Comuni:

«I Comuni disciplinano e sorvegliano il servizio pubblico della distribuzione della energia elettrica nei centri abitati per assicurare la regolarità e la continuità della distribuzione stessa e per garantire da parte di ciascun fornitore parità di trattamento a tutti gli utenti e richiedenti che si trovino nelle stesse condizioni».

«Essi possono all'uopo emanare regolamenti speciali, che non sono esecutivi se non siano approvati dal Ministero dei Lavori Pubblici, sentito il Consiglio Superiore».

«Il Ministero può anche predisporre regolamenti tipo per le varie categorie di Comuni. Restano però ad ogni modo ferme le disposizioni stabilite con convenzioni speciali».

«I Comuni hanno anche la rappresentanza di collettività di utenti quando occorra tutelarne le ragioni nei confronti dei fornitori dell'energia elettrica».

La Presidenza Generale della A. E. I. a ciò debitamente autorizzata dal Consiglio Generale della Associazione stessa e quindi investita di questo mandato della intera Associazione, ritiene doveroso di prospettare alla E. V. come tali nuove disposizioni legislative, siano di grave danno allo sviluppo delle distribuzioni elettriche ed al loro esercizio.

La sottoscritta P. G. si limita a considerare la questione dal solo lato tecnico, ritenendosi incompetente di occuparsi del suo carattere giuridico e non intende per nulla di interessarsi della questione economica, in quanto riflette le condizioni nelle quali sotto questo riguardo verrebbero a trovarsi le Imprese Elettriche di distribuzione e gli utenti.

1. — La distribuzione della energia elettrica che comprende le grandi linee di trasmissione ad alta tensione e le distribuzioni nei centri abitati, collegati a queste linee di trasmissione, non ha più carattere locale come un tempo, sì da potere essere disciplinata e sorvegliata dai singoli comuni.

Le distribuzioni elettriche allacciano attualmente centinaia di Comuni alla stessa rete, e nella costruzione di queste linee e degli impianti, ad esse collegate, come nel loro esercizio, debbono essere usati criteri di assoluta uniformità e di interdipendenza che sarebbero incompatibili con le norme diverse che i singoli Comuni potrebbero dettare ed imporre in base alla nuova legge.

Nè la facoltà di ricorso ammesso contro i provvedimenti che adottassero in materia le Autorità comunali può tranquillizzare al riguardo, perchè appunto sorgerebbe una continua materia di contrasti, che si manifesterebbero con numerosi e continui ricorsi, turbando quel regime stabile che vige invece attualmente e che a nostra conoscenza non dà luogo, salvo casi del tutto eccezionali, ad alcun inconveniente ed è accetto tanto dai Comuni che dalle Imprese Elettriche.

Voglia ancora la E. V. considerare che in Italia la distribuzione elettrica, è già così largamente diffusa, che le suddette disposizioni di legge, per le quali i Comuni avrebbero singolarmente facoltà di disciplinare l'esecuzione di detti impianti ed il loro esercizio sarebbe di grande turbamento alle attuali grandi reti di distribuzione che si risentirebbero delle variazioni e delle anomalie così provocate nelle singole distribuzioni dei centri abitati.

Ove paia veramente necessario di stabilire un disciplinamento ed una sorveglianza nel servizio pubblico della distribuzione della energia elettrica nei centri abitati, questa non può essere affidata altro che ad un ente unico quale lo Stato, il quale con norme regolate a seconda delle particolari condizioni della regione e con riferimento alle caratteristiche ed alle necessità tecniche dei grandi gruppi regionali di reti di distribuzione sanzioni lo stato attuale e stabilisca per l'avvenire provvedimenti uniformi e razionali.

2. — L'esame delle particolari disposizioni contenute nell'art. 1 del regolamento rende maggiormente evidenti le ragioni sopra enunciate in via pregiudiziale e generale, e permette di meglio chiarire nella discussione dei casi particolari ivi contemplati il danno che verrebbe prodotto allo sviluppo degli impianti elettrici di distribuzione.

Infatti secondo l'art. 1 del regolamento proposto i Comuni hanno

in primo luogo la facoltà di disciplinare e sorvegliare il servizio pubblico della distribuzione della energia elettrica nei centri abitati per assicurare la regolarità e la continuità della distribuzione stessa.

Cotesta disposizione attribuisce pertanto ad ogni Comune la facoltà di prescrivere le norme tecniche di impianto e di esercizio che il distributore deve osservare secondo i particolari criteri di ogni Comune ed a giudizio di persone meno competenti. Come prima conseguenza tali criteri non saranno uniformi e pertanto, dato l'attuale sviluppo delle distribuzioni elettriche che talora comprendono centinaia di Comuni dipendenti da un'unica gestione, ne risulterà una grande disuniformità nei sistemi di impianti e nelle regole di esercizio con danno per la buona costruzione dell'insieme di tali distribuzioni, che richiede l'uso di materiali e di metodi uniformi ed omogenei e nello stesso tempo di grave perturbazione per l'esercizio delle distribuzioni che sono da regolarsi con criteri direttivi centrali.

Tra i molti inconvenienti ai quali può dare luogo tale disposizione di legge può essere quello che i Comuni abbiano a prescrivere per criterio di eccessiva prudenza o per spirito vessatorio norme eccessivamente rigorose, nei riguardi della continuità dell'esercizio della distribuzione, come, a titolo di esempio, la installazione di centrali termiche locali di riserva, in ogni piccolo centro. Ovvero può avvenire che avendo un Comune l'esercizio di una propria azienda elettrica si serva di queste disposizioni di tutela e controllo per impedire il libero sviluppo della distribuzione del privato esercente concorrente. Nè il temperamento che i regolamenti speciali abbiano da essere approvati dal Ministero dei LL. PP. ovvero che si possano predisporre dei regolamenti tipo, può rassicurare, perchè nel primo caso non si eviterà l'inconveniente che dette norme non siano conformi alla necessità della distribuzione, e nel secondo caso si cadrebbe nella irrazionalità di obbligare ad un regolamento unico una materia di carattere eminentemente speciale e contingente.

Il motivo principale per il quale la A. E. I. ritiene queste norme dannose ed inutili è che i maggiori interessati ad assicurare la regolarità e la continuità della distribuzione sono le stesse Imprese elettriche, che da ogni interruzione od irregolarità della fornitura dell'energia elettrica hanno gravi danni.

A maggior prova che dette disposizioni sono inutili e dannose deve valere la circostanza che la distribuzione della energia elettrica in Italia è oramai un organismo che ha raggiunto una alta perfezione e che dalle nuove norme trarrebbe solo impaccio e danno, venendo sottratta agli enti direttivi delle grandi distribuzioni elettriche la facoltà di coordinare e regolare la distribuzione nei singoli centri abitati da loro dipendenti per affidarla a degli enti locali, incompetenti, agenti in modo inorganico e talora concorrenti delle Imprese che eserciscono le distribuzioni.

In secondo luogo ai Comuni sarebbe affidato di garantire da parte di ciascun fornitore parità di trattamento a tutti gli utenti e richiedenti, che si trovino nelle stesse condizioni.

A questa disposizione è da muovere la osservazione pregiudiziale che la presente legge deve occuparsi solo dell'elettrodotto, cioè dare le norme legislative per la costruzione delle linee elettriche e delle distribuzioni, senza intervenire nei rapporti di prezzi e di tariffe della energia elettrica.

In ogni caso se questa materia avesse dovuto costituire oggetto della presente legge e del relativo regolamento, l'argomento avrebbe dovuto essere considerato pienamente, stabilendo, ove fosse ritenuto necessario, un controllo da parte dello Stato sulle tariffe della energia elettrica.

La presente disposizione è invece del tutto particolare e non raggiunge certamente la finalità di una azione di tutela per parte dei Comuni a favore degli utenti, nei riguardi delle tariffe, mentre è di applicazione molto laboriosa.

Infatti per sorvegliare la parità di trattamento da parte di ciascun fornitore a tutti gli utenti e richiedenti che si trovino nelle stesse condizioni, occorre che gli esercenti comunichino ai Comuni le tariffe praticate non già generalmente, ma ai singoli utenti, e che successivamente vengano notificate le varianti di ogni contratto, il che costituisce per le imprese di grandi distribuzioni, una complicazione amministrativa notevole. In secondo luogo la disposizione non è razionale perchè non tutela la modifica delle tariffe stesse, in quanto che gli esercenti per garanzia del loro esercizio uniformeranno le loro tariffe ad una tariffa massima ovvero ad una tariffa media sempre più alta di quelle tariffe di favore che spesso si concedono per promuovere in determinanti casi le applicazioni elettriche.

Per alcune applicazioni è possibile ed è consueto di stabilire delle categorie di utenti, ma si hanno invece delle altre applicazioni così diverse e varie nell'uso dell'energia elettrica che la eguaglianza di condizione tra i diversi utenti è irrealizzabile. Tale eguaglianza di condizione anche per ogni categoria di utenti non sussiste, in quanto che sarà sempre possibile di differenziare i diversi utenti così come si vuole per applicare particolari tariffe e così rendere vana questa azione di tutela per parte dei Comuni.

Pertanto è da ritenere che questa disposizione mentre non raggiunge la finalità di proteggere gli utenti contro il pericolo di tariffe troppo elevate, è di danno allo sviluppo delle applicazioni elettriche, ed è lesiva di quella libertà di commercio che è lo stimolo maggiore per la diffusione della vendita della energia elettrica e quindi del maggiore sviluppo delle applicazioni elettriche.

Eccellenza,

Noi riteniamo di avere dimostrato così che le disposizioni dell'art. 1 tanto della legge quanto del regolamento verrebbero a porre

dei gravi ostacoli al più intenso e rapido diffondersi delle distribuzioni elettriche in Italia, mentre perturberebbero grandemente il meraviglioso organismo della rete elettrica italiana che ha tratto la maggiore ragione del suo sviluppo dalle relative condizioni di libertà dalle quali fino ad ora è stata circondata e che verrebbero ad essere compromesse gravemente ove la tutela dei Comuni fosse estesa oltre ai limiti ora consentiti.

Con deferente ossequio della E. V. devotissimo

GIUSEPPE SARTORI, *Presidente Generale.*

XXVIII RIUNIONE DELL'A.E.I.

VENEZIA - 30 Settembre-6 Ottobre 1923

Verbale della 2ª seduta

Venezia - 1º ottobre 1923 - ore 14,30.

Presiede il Presidente Generale, Comm. Ing. U. Del Buono; ha le mansioni di Segretario il Segretario alla Presidenza, Ing. Grillo.

Presidente: Apre la seduta alle ore 14,30 ed invita l'Ing. Novelli a prendere la parola sul « Comando elettrico delle pompe di bonifica », avvertendo i colleghi che l'argomento trattato dal valente costruttore della Ditta Riva è tanto più interessante in quanto che nella gita alle bonifiche si potranno vedere in funzione le pompe stesse.

Novelli: Ringrazia il Presidente per la presentazione lusinghiera e si propone di accennare brevemente alle pompe di bonifica, ripromettendosi una esposizione più dettagliata dell'argomento nella visita che si farà agli impianti stessi. Queste macchine sono state argomento di studi accurati, in seguito ai quali si è riuscito ad apportare perfezionamenti tali che hanno valso a rendere possibile il comando elettrico delle pompe. Quando si sono fatti i primi tentativi di applicazione di questo comando da parte della Società del Cellina prima della guerra, si è potuto constatare la presenza d'inconvenienti gravi, per il fatto che il motore della pompa si trova in funzione a velocità costante mentre la prevalenza della pompa varia nella bonifica fino al 100 per cento della prevalenza normale.

Gli inconvenienti principali sono due:

- 1) A prevalenza bassa i motori si sovraccaricano;
- 2) A regime normale le pompe non possono raggiungere il regime di massima piena.

Di ciò si sono preoccupati i costruttori, e quando si trattò di costruire le pompe per la bonifica dell'Ongaro Superiore, ad asse orizzontale, si esaminò il problema meccanico e si stabilì di rintracciare la causa per cui la vecchia pompa funzionava in modo non soddisfacente a velocità costante.

Essa ha la ruota con le pale disposte quasi a 90 gradi, mentre le altre hanno le pale rovesciate; allora per effetto della velocità assoluta in questo tipo di pompa si viene ad aumentare la portata, e poichè la prevalenza teorica è funzione di questa velocità di uscita essa aumenta mentre la prevalenza effettiva diminuisce. Si arriva ad assorbire tutto per attrito, il rendimento diminuisce ed il motore si sovraccarica.

Se si rovescia l'angolo di attacco delle pale si ha che la velocità di uscita diminuisce, la portata cresce più limitatamente e si realizza una migliore rispondenza fra prevalenza teorica e prevalenza effettiva. Presenta dei diagrammi esplicativi di questo concetto, sui quali si sofferma un poco per concludere che il comportamento della pompa viene così regolato in modo da consentire l'impiego del motore elettrico e quindi l'uso dell'energia elettrica negli impianti di bonifica.

La diffidenza dei bonificatori verso l'impiego dell'elettricità nei loro impianti deriva dalla sicurezza di funzionamento minacciata dalle interruzioni, mentre la continuità della marcia delle pompe è cosa essenziale nelle bonifiche. Ma in un prossimo avvenire non ci sarà più dubbio sulla continuità di fornitura dell'energia elettrica, e saranno più da temere le interruzioni nel funzionamento dei complessi impianti termici quando non lavorano in condizioni favorevoli che non le interruzioni di corrente. Queste sono sempre di breve durata e la capacità dei collettori di bonifica sono sufficienti a contenere le piogge relative. Inoltre l'elettricità consentirà di installare agevolmente la pompa nel punto più conveniente rispetto alla prevalenza, e nel modo più vantaggioso secondo le condizioni di bonifica.

Il costruttore di pompe riconosce che col motore elettrico si può fare quello che torna più conveniente, e però è stata possibile la costruzione di motori ad asse verticale installati al di sopra della pompa. Questa disposizione arreca il gran vantaggio di avere bisogno di minor spazio, e quindi consente una notevole economia nelle spese di fondazione, mentre permette di non preoccuparsi di eventuali cedimenti delle fondazioni stesse che non portano pregiudizio negli impianti ad asse verticale e che sono molto dannosi in quelli ad asse orizzontale.

In caso di piena il motore che sta al di sopra della pompa è al sicuro dall'acqua.

Per i grandi impianti di bonifica oggi si può dare con sicurezza la preferenza ai gruppi ad asse verticale, mentre per gli impianti minori, in cui i vantaggi propri del macchinario ad asse verticale non sono altrettanto importanti, si può dare la preferenza alle macchine ad asse orizzontale che presentano anche alcuni vantaggi.

Nell'impianto dell'Ongaro Inferiore è stato impiegato lo scarico a sifone per le pompe.

A Codigoro si era verificata la impossibilità del funzionamento della porta automatica quando veniva a mancare corrente, onde la chiusura della porta dava luogo ad un colpo d'ariete. Si è pensato allora di applicare lo scarico a sifone che raggiungendo con la sommità la quota della massima piena consente lo scarico col disinnesamento.

Una parte importante dell'impianto di bonifica è costituita dalla tubazione di scarico della pompa della quale essa è elemento integrante. La energia di scarico deve essere recuperata, e a questo scopo la sezione del tubo è studiata in modo da consentire l'effettivo ricupero.

È lieto di potere esprimere in un consenso così eletto una lode speciale per i dirigenti del Consorzio dell'Ongaro Inferiore, i quali, in un momento in cui si poteva dubitare della sicurezza e continuità nella fornitura di energia, vollero prescegliere l'impianto elettrico e vollero dotarlo di tutti i perfezionamenti che la tecnica moderna consente. Questo sarà di grande utilità per i nuovi impianti di bonifica che si dovranno costruire.

Presidente: Prega l'Ing. Novelli di accennare al rendimento di queste pompe moderne per bonifiche.

Novelli: Spiega che il rendimento ed il consumo di energia si possono precisare fino ad un certo punto perchè essi sono variabili per questi speciali impianti. Normalmente per una pompa il rendimento migliore si ottiene verso il valore massimo della prevalenza. Gli impianti di bonifica lavorano normalmente alle prevalenze minori e perciò in qualche caso può essere conveniente ricorrere a qualche artificio per variare la velocità delle pompe. Bisogna però fare attenzione di non compromettere la sicurezza di esercizio.

Presidente: Ringrazia l'Ing. Novelli per la comunicazione molto interessante presentata al Congresso e lo prega di volere parlare più in dettaglio dell'argomento sul giornale *L'Elettrotecnica*, dato che il problema della applicazione dell'energia elettrica alle bonifiche interessa molti elettrotecnici.

In assenza dell'Ing. Kerbaker, al quale vorrebbe dare la parola, il Presidente invita il Prof. Sartori a riassumere la sua comunicazione sull'« Avviamento automatico di motori asincroni sotto coppia motrice costante e massima ».

Sartori: Rende omaggio all'Ing. Novelli che a nome di una delle prime Ditte costruttrici è venuto ad esporre cose importantissime, ma deplora che nel campo delle applicazioni nessuno dei nostri costruttori abbia creduto di intervenire a questa interessantissima discussione. La sua è una modestissima comunicazione che riflette l'avviamento di motori asincroni.

Se facciamo agire la corrente rotorica di un ordinario motore asincrono in tre avvolgimenti i quali costituiscano l'avvolgimento esterno di tre nuclei di ferro, collegati magneticamente, separati tra di loro e riuniti a stella come in un trasformatore, il fenomeno dissipativo che interviene tiene luogo di quello che provochiamo a mezzo di resistenze ohmiche quando avviamo un motore ordinario. Con la caratteristica che, mentre la resistenza dobbiamo escluderla gradatamente fino a mettere in corto circuito il motore, questo avviatore a correnti parassite è automatico perchè la sua azione è massima allo spunto e va gradatamente attenuandosi fino ad essere trascurabile quando la frequenza della corrente rotorica è piccolissima, per cui il motore si trova in condizione ordinaria di funzionamento.

L'importanza di questo avviatore, suggerito per la prima volta dalla Casa Alioth di Basilea, e utilizzato anche dall'Ing. Pedretti in un certo tipo di ascensori di sua costruzione, deriva da alcune caratteristiche singolari.

Si può dimostrare molto facilmente che se noi diamo a questa resistenza, che è dovuta a fenomeni parassiti, un certo valore, la coppia motrice durante l'avviamento rimane costante, e se si sceglie opportunamente l'apparecchio questa coppia motrice costante può essere anche massima; ossia il motore spunta con la coppia massima e la mantiene costante fino a che la coppia motrice declina secondo la solita curva per ridursi a zero per la condizione del sincronismo.

Gli esperimenti fatti sopra un avviatore di questo tipo hanno confermato che la potenza assorbita dall'avviatore varia con lo scorrimento del motore, per quanto sembrerebbe che il fenomeno parassita dovesse dipendere dal quadrato della frequenza.

Trattandosi di un fenomeno parassita dovuto a corrente prodotta per induzione in un circuito, è come se si avesse una particolare resistenza ohmica, e dovrebbe variare in funzione del quadrato della frequenza; il fenomeno di dissipazione viene ad essere invece proporzionale allo scorrimento per il fatto che la permeabilità del ferro va aumentando con la diminuzione degli ampergiri che accompagna il diminuire della frequenza. L'impiego di un avviatore così fatto è limitato ad alcuni casi della pratica, particolarmente dove interessa di avere sempre l'avviatore inserito, qualunque cosa avvenga per la tensione sulla linea, oppure dove occorre mettere a disposizione per lo spunto la coppia motrice massima.

Accenna alla forma che si potrebbe dare a questo avviatore e al dispositivo di Fischer Hiunen che non era a conoscenza del Campos quando propose il suo dissipatore di energia ad alta frequenza. In un dispositivo di tal genere se la frequenza è alta l'induttanza fa sì che deve prevalere l'effetto della resistenza; diminuendo la frequenza la induttanza non ha più effetto di reazione e finisce così col chiudere in corto circuito la resistenza ohmica messa in parallelo.

Si tratta dunque di una variante del sistema Fischer Hiunen, perchè mentre egli voleva avere l'induttanza scevra di fenomeni parassiti rovesciando sulla resistenza tutto l'effetto parassita, qui si tratta di combinare le due cose per avere un andamento di coppia motrice adatto allo scopo.

Questo dispositivo ha i suoi pregi ed i suoi difetti, perchè se lasciamo l'induttanza inserita sul rotore, ossia sugli anelli, si viene a creare una disposizione che ha per effetto di abbassare il fattore di potenza del motore; e però un motore munito di questo avviatore non può essere in tutti i casi della pratica conveniente. Questo dispositivo può essere messo in corto circuito per essere escluso al momento opportuno; ma si può domandarsi allora se una tale disposizione può essere soddisfacente.

In sostanza egli non pensa affatto a dare soverchia importanza a questo tipo di avviatore, che non può competere con l'avviatore a resistenze ohmiche a causa dell'effetto che ha sullo statore del motore, ma ritiene che il dispositivo abbia caratteristiche tali di funzionamento che possano renderlo utile in taluni casi speciali.

Fatto fin qui il riassunto della memoria presentata domanda al Presidente e all'assemblea che gli sia concesso di iniziare la discussione, aggiungendo qualche considerazione all'argomento della nota. Ottenuta, si domanda perchè lamentiamo un fattore di potenza basso sulle nostre reti. Visitando gli stabilimenti che utilizzano forza motrice riscontriamo esuberanza di potenza installata e ne restiamo sorpresi e addolorati. Domandando la ragione dell'eccesso al proprietario, questi risponde che è costretto a fare così per evitare che quando la tensione scende notevolmente i motori risultino sovraccaricati. Queste sono le ragioni per cui se facciamo una statistica troviamo che i motori lavorano per lo più ad un terzo del carico normale. Ne viene di conseguenza che invece di lavorare con un fattore di potenza di 0,84 i motori lavorano con 0,70 ed anche meno. Allora se invece di costruire un motore che quando è avviato presenta una coppia motrice che varia secondo la curva solita si avesse un motore con una coppia motrice che segua una curva opportunamente modificata e precisamente una curva del così detto tipo serie, ci si verrebbe a trovare in altre condizioni. Infatti disponendo di un motore per il quale la coppia non scende al di sotto di un certo valore si può proporzionare meglio la potenza al bisogno di forza necessaria, senza essere costretti a margini eccessivi per parare ogni eventualità.

Utilizzando il fenomeno accennato potremo perciò arrivare a costruire motori in corto circuito che costano meno di quelli che oggi usiamo; essi avrebbero la caratteristica che la coppia motrice non potrebbe scendere mai sotto un certo valore.

Vorrebbe che da questo punto fosse iniziata la discussione per vedere se qualcuno ha da eccepire qualcosa sulla proposta dianzi formulata, e per vedere anche se altre idee permettono di fare intravedere un tipo di motore con una caratteristica diversa rispetto alla coppia motrice, e che non presenti un fattore di potenza più basso.

Presidente: Ringrazia il Prof. Sartori per la interessantissima comunicazione presentata, ed apre la discussione sui concetti esposti dall'oratore.

Novelli: Non vuole discutere la questione posta dal Prof. Sartori, ma vuole accennare al caso delle pompe per bonifiche azionate elettricamente, per le quali non è bene che il funzionamento venga complicato con l'aggiunta di dispositivi regolatori della marcia dei motori. Concetto informatore degli impianti di bonifica deve essere la semplicità e la sicurezza di marcia, e però tutto quanto può creare complicazioni nel macchinario deve essere eliminato.

Sartori: Riconosce che il caso degli impianti di bonifica è un caso specialissimo, mentre egli ha inteso di parlare dei motori di piccole potenze che costituiscono la gran maggioranza in uso negli impianti. Per i motori destinati alle pompe di bonifiche non si esclude che si possa studiare qualche cosa di speciale che non complichino affatto il loro impiego.

Norsa: Concorde col Prof. Sartori sul vantaggio che potrebbe dare in dati casi un tipo di motore del genere di quello da lui proposto, ma vorrebbe domandare se potrebbe sempre esserci vantaggio rispetto allo slip che il motore presenterebbe. Oltre che il fattore di potenza deve preoccupare il rendimento del motore.

Sartori: Si tratta di vedere effettivamente quale dei due vantaggi è da preferire. Sul rendimento si può guadagnare facendo uso di una macchina più piccola, con un motore da 30 cavalli che lavora normalmente con soli 10, il rendimento è molto basso, ma se si può avere un motore da 10 cavalli che lavora effettivamente per tale potenza il rendimento è certo migliore anche se provvisto di un avviatore del tipo di quello da lui ricordato.

Poichè nessun altro domanda la parola sull'argomento il Presidente invita l'Ing. Semenza a riassumere la sua comunicazione «Rilievi sperimentali su un grande impianto di riscaldamento elettrico».

Semenza: La sua comunicazione è molto modesta. Sarà capitato a tutti i colleghi di sfogliare invano i manuali alla ricerca di dati per stabilire quanta energia è necessaria per riscaldare un dato ambiente. Si trovano delle belle formule per stabilire il dispendimento attraverso le pareti, mentre per la ventilazione non è detto nulla. Col riscaldamento elettrico, che ha il rendimento del 100 per cento, possiamo regolarci abbastanza bene malgrado la mancanza di dati, ma con combustibili la cosa è molto difficile.

Si è presentato il caso di dover decidere sulla convenienza di riscaldare elettricamente la nuova sede della Banca Commerciale di Roma con una superficie coperta di 2650 m² con i quattro lati liberi del fabbricato e 50 mila metri cubi di volume interno. L'energia elettrica occorrente poteva essere data di notte e si è ricorso al sistema di accumulazione del calore. L'acqua compie la funzione: 1) di resistenza, trasformando l'energia elettrica in termica; 2) di accumulazione del calore; 3) di distributrice del calore con un sistema di distribuzione forzata. Nella memoria presentata sono esposti i dati di dettaglio.

L'impianto comprende quattro caldaie da 21 m³ di capacità ognuna, con un totale capace di assorbire un massimo di 900 kW, con una tensione di 440 volt. Il sistema di riscaldamento per le caldaie è stato fornito dalla Ditta Mascarini di Milano ed è costituito da un doppio sistema di elettrodi tre fissi e tre mobili affacciati a piccola distanza e collegati da piastre di ghisa. I tre elettrodi interni possono muoversi per mezzo di un pistone idraulico, per cui le due piastre possono essere avvicinate o allontanate. Il cilindro idraulico entro cui scorre il pistone è comandato da due valvole le quali sono a loro volta comandate da un regolatore automatico di corrente che varia tra un massimo ed un minimo in proporzione della quantità di acqua ammessa in caldaia. La circolazione dell'acqua è comandata da una pompa e la regolazione della temperatura che si vuole ottenere è fatta mescolando l'acqua di ritorno con l'acqua che viene dalla caldaia.

Questo impianto è stato messo in funzionamento nel novembre del 1922 e dal gennaio successivo si sono fatte osservazioni regolari sul funzionamento stesso fino al 31 marzo con le letture di quattro termometri interni all'edificio e quattro esterni, e con i termometri posti sulle caldaie per la temperatura dell'acqua.

Occorre tener presente che quando si caricano le caldaie i moti convettivi dell'acqua mescolano la massa di queste, per cui il termometro segna la temperatura media uniforme. Quando si cava l'acqua calda dal di sopra della caldaia e si manda acqua fredda dal di sotto non c'è ragione — tenendosi l'acqua calda più in alto — che la massa liquida si mescoli, per cui si forma una superficie di divisione ed il termometro superiore segna una temperatura troppo elevata che non è la media. Occorrerebbe avere un termometro che segnasse la temperatura alle diverse altezze dentro la caldaia.

Tutti i rilievi eseguiti hanno portato a qualche conclusione: Intanto nel primo periodo di riscaldamento si è vista una diminuzione di energia specifica occorrente al riscaldamento, e si è potuto stabilire una curva discendente del consumo che tende verso la orizzontale. Le misure eseguite avrebbero portato alla conclusione che per metro cubo di ambiente riscaldato, per ora e per grado di differenza di temperatura fra l'esterno e l'interno si richieda un consumo di circa mezzo watt-ora; e questa cifra corrisponde abbastanza a qualche previsione di pratici in materia.

Questo dato sul consumo si riferisce al caso di un grande palazzo destinato ad una grande Banca, in cui c'è ventilazione artificiale. Separando i dati relativi a quest'ultima risulterebbe che l'aria si rinnova alla velocità di 0,4 metri per metro cubo d'impianto e per ora. Volendo applicare questi dati al riscaldamento di un villino si commetterebbe di certo un grave errore.

Se si tenesse conto di tutta la quantità di calore che dovrebbe essere fornita per semplice disperdimento si avrebbe un consumo circa il doppio di quello dianzi citato.

Ritiene opportuno che i colleghi facciano misure e ricerche in tema di riscaldamento di ambienti quando se ne presenta loro il caso.

Per quanto riguarda il lato economico del problema tutto dipende dal prezzo dell'energia elettrica in paragone al prezzo del carbone. Trattandosi di acquistare energia di notte per impianti di riscaldamento c'è da attendersi l'offerta di fornitura per chilowatt-mese: questo è un errore perchè l'energia per riscaldamento dipende dal clima, onde la forma razionale di fornitura è quella della tariffa per chilowatt-ora con un minimo consumo garantito.

Rispetto all'impiego di combustibile si hanno notevoli vantaggi per l'eliminazione di magazzino, trasporto, spazio, manutenzione, manovre di accensione e spurgo. Con caldaie elettriche tutto questo è eliminato e basta soltanto la sorveglianza di un operaio impraticabile.

Presidente: Ringrazia l'Ing. Semenza per le interessanti notizie date al Congresso in un tema di attualità nel quale tutti i colleghi sentono la mancanza di dati pratici di esercizio. Mette in discussione l'argomento.

Conti: Domanda se il consumo di mezzo watt per metro cubo e per ora e su ogni grado di differenza di temperatura deve assumersi per tutto il periodo delle 24 ore. Come è regolato poi il riscaldamento di notte nell'edificio del quale l'Ing. Semenza ha riferito?

Semenza: Spiega che il consumo di mezzo watt si riferisce alle otto ore diurne corrispondenti a quelle di ufficio, nelle quali la temperatura deve essere mantenuta al valore stabilito. Nelle ore di notte si fa circolare un poco d'acqua calda nell'impianto per attenuare il raffreddamento limitandolo a quattro o cinque gradi soltanto.

Brandi: Domanda quanto carbone consuma la Banca Commerciale nell'impianto di riscaldamento di altre sedi.

Semenza: non è stato fatto un confronto di questo genere, ma esso si potrà fare.

Bordoni: Non è facile istituire paragoni conclusivi fra impianti funzionanti in città diverse se non si tiene presente tutto l'andamento medio della temperatura sia nelle stagioni sia nelle varie ore del giorno; andamenti che sono molto diversi nelle diverse località e che influiscono assai sopra i consumi. La consueta considerazione delle sole temperature minime è lungi dall'essere sufficiente.

Rileva poi, giacchè ne ha l'occasione, che la cifra di mezzo watt per m³, per ora e per grado (cioè di calorie 0,43 per m³ e per grado) è notevolmente più bassa di quello che poteva pressumersi; e significa, fra altro, che la ventilazione dell'edificio in questione è moderata. Il solo rinnovamento dell'aria dell'edificio una volta ogni due ore, che è poco, assorbirebbe difatti circa 0,2 watt per m³, per ora e per grado.

Civita: Accenna ai rilievi che ha potuto fare nel piccolo impianto di riscaldamento elettrico senza accumulazione della sede dell'Associa-

zione Esercenti in Roma, del quale ha avuto campo di scrivere nell'Impresa Elettrica.

Durante cinque inverni consecutivi ha rilevato un consumo medio di 2,55 watt-ora per m² di ambiente e 0,346 per m²-ora-grado, invece di 4 watt-ora e 0,54 watt-ora rispettivamente indicati dal collega Semenza per l'impianto della Banca Commerciale. Come installazione, nel primo caso egli ha assegnato 30 watt per m² di ambiente, mentre il Semenza ne ha assegnato 20, ma nel primo caso si tratta di riscaldamento intermittente mentre nell'altro esso è continuo.

Dal lato economico per l'utente i due sistemi si equivalgono quando la tariffa per l'accumulazione sia la metà di quella per il riscaldamento diretto. Sarebbe molto interessante raccogliere altri dati di esercizio in tema di riscaldamento di abitazioni ed uffici, e raccomandando ai colleghi di volerlo fare in ogni occasione. Ciò sarebbe utilissimo anche per potere stabilire i criteri informativi delle tariffe di energia ad uso riscaldamento.

Presidente: È d'accordo con taluni colleghi che ritengono sia utile costruire apparecchi per riscaldamento elettrico di abbondante capacità termica e adatti a funzionare ad intermittenza. La questione dell'accumulazione del calore per riscaldamento di ambienti, trattata dall'Ing. Semenza, è oltremodo importante in quanto che serve a riempire il diagramma del carico delle centrali nelle ore più opportune. Bisogna favorire dunque, per quanto si può, lo sviluppo del riscaldamento elettrico col sistema ad accumulazione, studiare l'applicazione più razionale e raccogliere i dati di esercizio degli impianti già eseguiti.

Selmo: Cita un caso di riscaldamento elettrico a Napoli ad accumulazione di calore ove si richiedono 17 a 18 kW-ore al giorno per riscaldare un salone largo il doppio circa della sala di palazzo Loredan in cui si svolgono i lavori del Congresso. Sono in funzione stufe ad accumulazione di calore fornite da una Ditta tedesca.

A Napoli si è fatto l'esperimento di far marciare uno stabilimento di bagni con riscaldamento elettrico dell'acqua, e quantunque l'energia fosse fornita a 14 centesimi il kW-ora, la prova non è riuscita conveniente per il proprietario.

Presidente: Gli consta che l'accumulazione termica che utilizza l'energia di supero delle centrali, è un problema che sta prendendo piede all'estero ed anche in Italia ove le Ditte Boselli, e Mascarini di Milano ed altre costruiscono dell'ottimo materiale adatto per questi impianti.

Ricorda anche che un'altra applicazione del riscaldamento elettrico molto interessante è quella della termo-compressione, usata largamente per le liscivie di soda nell'Officina di Bussi, dalla Società di Elettrochimica.

Sarebbe opportuno avere anche notizie sulle applicazioni del riscaldamento elettrico negli zuccherifici.

Giovannoni: Conferma quanto ha detto il Presidente circa lo sviluppo che prende all'estero l'accumulazione termo-elettrica. L'anno scorso ha fatto un viaggio in Germania ed ha constatato quanto siano diffuse le cucine e gli scaldabagni elettrici ad accumulazione di calore, tanto che numerose fabbriche prosperano fornendo larga messe di questi apparecchi. Conviene nella necessità che anche da noi si diffonda l'impiego di questi apparecchi utili specialmente per la razionale utilizzazione dei cascami di energia.

Presidente: Poiché altri non domanda la parola su questo argomento, fa voti che nel futuro Congresso dell'A. E. I. sia trattato ampiamente il problema delle applicazioni domestiche dell'energia elettrica. Dà la parola all'Ing. Clerici sui « Problemi d'illuminazione secondo la tecnica moderna ».

Clerici: Richiama l'attenzione dell'Assemblea sul problema dell'illuminazione elettrica, a riguardo della quale egli prevede che ci sarà fra poco un largo movimento tecnico-industriale in Europa, il quale ha già avuto luogo in America. Di questo movimento tutti gli elettrotecnici dovrebbero essere fautori convinti. Infatti il ramo illuminazione costituisce un tema che da diversi anni è rimasto trascurato rispetto agli altri problemi relativi alle applicazioni varie dell'energia elettrica, ed è da prevedersi un risorgere della questione che richiederà nuovi studi e nuovo impulso al perfezionamento. Una delle ragioni del ritardo nello sviluppo della tecnica dell'illuminazione è costituita dalla mancanza di strumenti che possano dare una facile misura del fenomeno che interessa. I luxmetri graduabili sono relativamente recenti ed in fondo rappresentano un uovo di Colombo, anzi è un uovo di ritorno perchè è l'America che ci rimanda questo tipo di apparecchio.

Le direttive seguite oltre Oceano nel campo della illuminazione sono ben semplici, ma razionali. Esse sono seguite anche a Londra ove chi ha interesse a tenere attiva l'attenzione del pubblico in tema di illuminazione prepara un impianto multiplo in un locale adatto e vi pone tanti tavoli su ognuno dei quali c'è un luxmetro. La gente è pregata di favorire nella sala, ove comincia a notare il normale sistema d'illuminazione elettrica che c'è nell'ambiente. Poi si fa buio e si passa quindi ad un sistema più razionale di luce che seduce il visitatore, il quale col luxmetro alla mano vede quale diversità c'è col sistema precedente e col secondo sistema. Poi le cose migliorano ancora e si fa rilevare a qualunque profano come la visibilità è migliorata, come ne guadagna la nitidezza, la velocità di percezione, ecc. Cose queste di grande valore quando si tratta di ambienti da lavoro, onde con tabelle alla mano il pubblico viene persuaso della diretta rispondenza che c'è tra buona illuminazione e rendimento di lavoro, tra illuminazione e disgrazie o incidenti vari. Si rimane così convinti praticamente che quella è la verità, facile a comprovare, e si diventa senza volerlo fautori di un miglioramento indispensabile negli impianti di luce.

Tutte le questioni che vengono dall'America hanno non solo un carattere scientifico, ma anche uno pratico, e però la prova materiale che l'illuminazione a cui siamo abituati è irrazionale è di tal genere da convincere anche i più ignari di tecnica della luce, ossia il gran pubblico. Viene così ad impostarsi il problema pratico dell'aumento del consumo dell'energia per l'illuminazione, problema che interessa l'esercente, il costruttore di macchinari, il fabbricante ed il venditore di materiale elettrico e gli installatori oltre che gli utenti.

Siamo ad un consumo medio di 10 kW-ora all'anno per individuo, mentre ci proponiamo di elevare tale consumo a 150 kW-ora. Bisogna dunque prepararsi a questo rapido movimento progressivo che apporterà notevoli vantaggi a tutti.

Presidente: Ringrazia l'Ing. Clerici per avere portato in discussione un argomento di attualità che tutti gli elettrotecnici sentono maturo per nuovi studi e meritevole del maggiore interessamento. Ritiene opportuno di porre in discussione questo tema dopo che il Prof. Bordini avrà riassunto la sua comunicazione: « Problemi e tendenze attuali della tecnica della illuminazione ».

Bordini: Non tutte le ricerche che da qualche tempo persegue intorno all'argomento sono state condotte a termine. Cedendo tuttavia alle cortesi insistenze del Presidente Generale, egli si limiterà perciò a toccare solo alcuni punti, fra quelli che gli sembrano adatti ad essere discussi; il resto figurerà nel testo della nota che egli invierà alla Presidenza appena possibile.

Una prima questione è quella relativa ai possibili progressi nel rendimento luminoso che si potrebbero conseguire senza alterare sostanzialmente il consueto tipo di lampada ad incandescenza. Il regime più economico di funzionamento è quello per il quale è minima la somma del costo dell'energia consumata e della quota di ammortamento. Al regime attualmente adottato, questa seconda parte è assai piccola rispetto l'altra: (esempi); sicchè, « forzando » le lampade usuali in guisa da aumentare la temperatura (p. es., di 200° o più) del filamento, il vantaggio derivante dal diminuito consumo specifico supererebbe e, di molto, l'aumento della quota di ammortamento. A questo « forzamento » si oppone per altro una difficoltà pratica, ed è quella che con l'aumento di temperatura i più lievi difetti di omogeneità (geometrica o fisica) dei filamenti acquistano una importanza che cresce con una rapidità che forse pochi sospettano (esempi); in altri termini, se i filamenti non sono molto regolari, si riaffaccia il difetto primitivo delle lampade a filamento metallico, quello della grande irregolarità di comportamento; specie, poi, se la tensione di alimentazione può superare il valore per il quale la lampada è prevista. E questo difetto è importante anche perchè il consumatore nota assai più facilmente la lampada che si spegne dopo poche ore di funzionamento che non l'altra che dura più del previsto. Una recente nota del Lieb sulla vita delle lampade alimentate a c. c. ed a c. a. contiene elementi di fatto che appoggiano la tesi della importanza della grande regolarità del filamento e dei particolari costruttivi sul comportamento delle lampade. Accenna a misure da cui risulta che veramente la omogeneità e la regolarità dei filamenti che oggi si adoperano non sono molto soddisfacenti; una delle ragioni che impediscono il perfezionarsi di questo punto essenziale della tecnica della costruzione delle lampade è certo la estrema varietà dei tipi che le fabbriche debbono produrre, con gli inconvenienti che si possono facilmente immaginare. La riduzione a pochi tipi delle lampade non incontrerebbe nessuna difficoltà seria, e sarebbe di grande vantaggio, per le ragioni sopra accennate, soprattutto per il consumatore. Ma si tratta di un problema che potrà essere risolto completamente solo insieme all'altro della unificazione delle tensioni e della regolarizzazione delle distribuzioni.

Molto più della tecnica della produzione artificiale della luce ha progredito oggi la fotometria, e varie idee chiarificatrici, talune delle quali di origine italiana, hanno cominciato a farsi strada fra gli studiosi, esercitando notevole influenza sulle decisioni del Comitato Internazionale della Illuminazione a vantaggio della uniformità e del significato delle misure fotometriche e della specificazione delle lampade. Non sono mancati progressi importanti nella tecnica stessa delle misure che nei laboratori si va lentamente orientando verso l'impiego di fotometri ad occhio artificiale e verso la misura piuttosto di flussi che di intensità luminose, mentre d'altro lato vanno moltiplicandosi i tipi di illuminometri portatili e di facile uso, da noi purtroppo ancora assai poco usati. Accenna ad alcuni tipi recenti di fotometri e di illuminometri; ed illustra i vantaggi che potrebbero trarsi in numerosi casi dall'impiego razionale e sistematico di illuminometri.

La tecnica della utilizzazione della luce ha raggiunto in questi ultimi anni un notevole grado di perfezione grazie alle intese fra laboratori scientifici ed ingegneri. Misure ed esperienze ormai sufficientemente numerose hanno messo in chiaro quali siano le principali caratteristiche desiderabili nella illuminazione dei vari ambienti a seconda della loro natura e della loro destinazione; anzi taluni Stati hanno creduto necessario emettere in proposito delle norme speciali intese a far riconoscere alla illuminazione dei locali la importanza igienica ed economica che essa ha realmente.

Per soddisfare alle accennate esigenze sono state immaginate numerose varianti dei tipi fondamentali d'illuminazione (diretta, semi-diretta, indiretta) che oggi si conoscono; progressi grandissimi sono stati realizzati nella fabbricazione dei rifrattori atti ormai a modificare come si desidera il solido fotometrico originario delle lampade, fornendo così la possibilità, specie nei locali aperti, di ottenere illuminazioni determinate con grande risparmio di luce, cioè di spesa. Ma il modo come tutt'ora è fatta la illuminazione della grande maggioranza degli ambienti, pubblici e privati, mostra che la conoscenza delle norme che debbono guidare chi progetta la illuminazione non è ancora

diffusa, nel nostro Paese, come si deve desiderare. Sarebbe certo provvida un'azione intesa a rimediare a questa deficienza; scomparirebbero così innumerevoli casi nei quali attraverso un inutile spreco di luce (cioè di denaro) si raggiungono risultati deplorabili (esempi).

Per quanto concerne il comportamento dell'occhio umano a seconda delle particolarità della illuminazione dei locali nei quali si trova, espone i risultati principali di esperienze sue e di altri, specie in merito al fenomeno che al limite è chiamato «abbagliamento» e che si presenta con estrema frequenza nella illuminazione artificiale, con conseguenze veramente impressionanti per la bontà della visione, la quale diventa assai inferiore a quello che potrebbe essere in relazione alla quantità di luce adoperata (esempi).

In conclusione illuminare bene è solo in piccola parte un problema di abbondanza di luce; esso è piuttosto un problema di accorta distribuzione di sorgenti luminose e di conveniente modificazione del solido fotometrico; ciò che significa che «illuminare bene» non è in contrasto con quei criteri di saggia economia che non vanno mai messi da parte. C'è da augurare che anche da noi, riconosciuta l'importanza e la complessità del problema della illuminazione, questo ramo della tecnica abbandoni finalmente lo stato di empirismo tradizionale in cui ancora si trova.

Presidente: Ringrazia il Prof. Bordoni per la interessantissima esposizione fatta, si compiace per i lavori ed esperimenti da lui eseguiti e lo prega che una volta condotti a termine gli uni e gli altri voglia darne notizie dettagliate ai colleghi dell'A. E. I.

Mette in discussione l'argomento trattato dagli Ingegneri Clerici e Bordoni.

Clerici: Vuole tranquillizzare il Prof. Bordoni per quanto riguarda le vedute dei costruttori di lampadine elettriche. Questi lavorano in un campo meno scientifico e più pratico di quello da lui studiato, e non possono avventurarsi verso le vette della filosofia tecnica. La ragione per cui essi non forniscono lampadine con un filamento metallico atto a raggiungere una temperatura più elevata e quindi capace di dare una intensità luminosa maggiore dipende dal fatto che i distributori di energia non tengono ben regolata la tensione, la quale può variare del 10 e anche del 20 %. Se la lampadina non si adatta a queste oscillazioni della tensione essa viene inesorabilmente condannata e perde il mercato. Se pertanto i distributori saranno in grado di assicurare una tensione costante ci sarà molto da guadagnare anche nel campo delle lampade.

Propone ed auspica che i tecnici interessati nelle diverse branche dell'azienda elettrica si mettano d'accordo e collaborino per affrontare d'accordo il problema del miglioramento della illuminazione.

Brandi: Una delle circostanze che si oppongono al perfezionamento delle lampade, come giustamente ha detto il Prof. Bordoni è la grande varietà di tensioni e quindi di tipi di lampade che il fabbricante è costretto a produrre con dispendio della grande fabbricazione in serie.

Questo inconveniente non è originato dal gusto bizzarro del consumatore, ma dalle caratteristiche d'impianto fornite dal distributore di energia, prima delle quali la variazione della tensione. È indispensabile perciò che si addivenga ad una standardizzazione dei tipi, e sarebbe molto opportuno che l'A. E. I. si facesse iniziatrice di uno studio adeguato all'importanza di questo problema.

Semenza: Vuole informare l'Ing. Brandi che l'A. E. I. si è fatta già iniziatrice e patrocinatrice di un tale studio. A proposito di questo argomento è bene ricordare un fatto che non tutti conoscono: che, cioè, le società elettriche americane, le quali distribuiscono energia per illuminazione ritengono opportuno fornire ai loro utenti le lampadine, e così mentre scelgono il materiale più adatto si preoccupano di fornire energia a tensione ben regolata ed un servizio soddisfacente per sviluppare la loro industria. Se anche in Italia i distributori fornissero le lampadine agli utenti, chissà che non ne guadagnerebbero la regolazione della tensione e quindi la bontà del servizio?

Rebora: Il bilancio che i tecnici sono indotti a fare sulle lampadine riguarda il consumo di energia e la durata delle lampadine.

L'utente invece non considera altro che la durata delle lampadine, e quando queste si bruciano dopo quattro mesi — ad esempio — egli le considera cattive anche se il rendimento luminoso in quel periodo è stato ottimo.

Domanda poi al Prof. Bordoni se nei suoi studi relativi al rendimento delle lampadine ha pensato alla colorazione della luce. Anni fa egli ha avuto campo di esaminare l'effetto dei proiettori militari muniti di carboni semplici e di carboni speciali. Battendo una data zona e facendo funzionare il proiettore con carboni diversi si vede che quelli che danno una luce leggermente colorata in giallo permettono una visione più nitida dei particolari.

Bordoni: Osserva, scherzosamente, che i distributori di energia non vorranno prendersela con lui, se le sue parole hanno suscitato la questione della regolazione della tensione. Si tratta, certo, di un elemento di grande importanza; ma, a meno che queste variazioni di tensione siano grandissime e frequentissime, rimane il fatto che oggi conviene forzare i filamenti al di là di quanto venga ordinariamente fatto. Vorrà dire che quelle variazioni di tensione ridurranno ancora la vita delle lampade, così come oggi già la riducono rispetto a quello che potrebbe aspettarsi con distribuzioni a tensione costante. Ad ogni modo, lo stato di fatto segnalato da taluni Colleghi, e del quale sono note le cause, non può essere che transitorio; nemmeno i distributori di energia hanno interesse, in ultima analisi, che esso si perpetui.

Quanto alla domanda del Rebora, osserva che nella visione di oggetti lontani per mezzo di proiettori, hanno grande influenza sulla

visibilità i contrasti di colore fra i vari oggetti ed il fondo sul quale si proiettano; contrasti che la colorazione del fascio di luce emesso dal proiettore può anche accentuare (esempi). Crede che questo basti a spiegare quasi completamente quanto il Rebora ha osservato, indipendentemente dal fatto che realmente l'acuità visuale dell'occhio è differente per i diversi colori; il quale fatto non ha però importanza essenziale per la tecnica della illuminazione, dato che d'ordinario si cerca di ottenere luci che si avvicinano il più possibile al tono medio della luce diurna.

Vallauri: Si riferisce alla durata che hanno le lampade alimentate con corrente alternata, le quali sono soggette ad un invecchiamento più rapido di quelle che agiscono con corrente continua. Domanda al Prof. Bordoni se dispone di dati relativi alle variazioni cicliche di temperatura del filamento alimentato con corrente a frequenza ordinaria. Egli ha avuto occasione di lavorare un poco nel campo delle lampadine, quando faceva delle ricerche relative ai trasformatori di frequenza: in tutte le esperienze fatte, anche mettendo a contrasto filamenti di carbone con filamenti metallici sottilissimi, ha avuto risultato praticamente molto modesti.

È indotto a pensare che il più rapido invecchiamento delle lampadine accese con corrente alternata dipenda da vibrazioni molecolari che produrrebbero cristallizzazione nel filamento.

Clerici: Ha avuto occasione infatti di osservare questo fenomeno di cristallizzazione nelle lampadine con filamento al tungsteno.

Bordoni: Ricorda quanto rapidamente vari la luminosità dei filamenti in funzione della temperatura. Esperienze di tipo stroboscopico lo inducono a ritenere che per filamenti nel vuoto, di diametro prossimo ai due centesimi di millimetro e per frequenze intorno a 50 periodi le variazioni di temperatura dei filamenti siano dell'ordine di alcune decine di gradi. Quanto ai fenomeni di cristallizzazione dei filamenti, essi sono ben noti da tempo, ma si producono in notevole misura anche con corrente continua; la elevata temperatura facilita il ritorno dei filamenti ad uno stato di aggregazione molecolare più stabile di quello creato dalla operazione della trafilatura. Fatti consimili si producono anche in altri rami della tecnica. I cicli termici prodotti dalla corrente alternata possono accentuare il fenomeno della cristallizzazione o magari darle un carattere alquanto diverso; ma ritiene prevalente, per ciò che riguarda la minore durata dei filamenti, l'effetto delle più elevate temperature, periodicamente raggiunte, su i difetti di omogeneità dei filamenti stessi. Cita alcuni esempi numerici in proposito.

Presidente: Fa appello ai Presidenti di Sezione dell'A. E. I. perché promuovano ognuno nel proprio ambiente lavori collettivi ed individuali tenendo presente specialmente il tema della illuminazione per il quale si augura che nel futuro Congresso si affronti una discussione più ampia ed esauriente. Scioglie la seduta alle ore 18,30.

*

Verbale della 3ª seduta

Venezia - 3 ottobre 1923 - ore 9,25.

Presiede il Presidente Generale Comm. Ing. Ulisse Del Buono; funziona da segretario il Segretario alla Presidenza Ing. Grillo.

Presidente: Apre la seduta alle 9,25 ed esprime il suo compiacimento per la riuscita della interessante gita effettuata il giorno prima agli impianti di bonifica tra Livenza e Piave, per cui a nome della Presidenza e dei congressisti intervenuti rivolge un sentito ringraziamento alla Presidenza del Consorzio delle bonifiche suddette. È lieto di vedere accolto l'invito fatto ai Rappresentanti dei bonificatori veneti di intervenire alle discussioni che svolgeranno in questa seduta relativamente ai problemi elettro-agricoli. Prima di iniziare una tale discussione desidera dedicare una mezz'ora alla trattazione di una memoria presentata dall'Ing. Luraschi, la quale non potette essere discussa nella seduta precedente: essa tratta della «Energia di supero ed accumulazione termica».

Luraschi: Ha presentato la sua memoria col precipuo scopo di richiamare l'interessamento degli esercenti impianti elettrici, dei tecnici e dei costruttori di apparecchi sul problema dell'accumulazione termica dell'energia di supero e promuovere una discussione sull'argomento.

Perché questo problema possa tendere ad una soluzione tre condizioni sono necessarie, e cioè che il prezzo dell'energia per accumulazione sia del 50 % più basso di quello dell'energia per riscaldamento ad irradiazione diretta; che l'energia di supero venga fornita all'utente in base a tariffe meglio coordinate colle tariffe fissate per le altre applicazioni; ed infine che Governo e Municipi non gravino con oneri fiscali sul prezzo dell'energia impiegata in sostituzione di altri combustibili. Sembrerà non vero che i Comuni impongano tasse sull'energia per riscaldamento, ma tuttavia è in grado di affermare che ancora oggi vi sono località in cui le autorità Comunali esercitano questo abuso, tanto che l'Associazione Esercenti ha fatto presente al Governo la illegalità di questo procedimento.

Più irrazionale sembra poi l'aumento di tariffa praticato da talune Società distributrici sull'energia di riscaldamento, per il fatto che essa non è redditizia al fornitore, e tale aumento talvolta è del 25 %, tale altra del 50 %. Infatti se si domanda al Governo l'abolizione di abusi fiscali non si comprende come mai talune società debbano praticare un sopraprezzo sulla vendita. Vuole richiamare l'attenzione sopra l'industria della panificazione dell'energia per riscaldamento. Oggi si hanno in attività circa 100 forni sia per pasticceria

che per biscotti. Per cuocere 100 chilogrammi di farina panificata occorrono dai 20 ai 25 kW-ore, ma il consumo specifico è quello dedotto dalla produzione del ciclo delle 24 ore diviso per il numero di quintali di farina panificati.

In Italia la produzione media si aggira sui tre a quattro quintali giornalieri, mentre per la cottura si richiede un consumo medio di 25 kW-ore, il quale come consumo reale sale a 35 o 40 kW-ore perché c'è il periodo di riposo in cui si disperdono delle calorie con la necessità conseguente di riscaldare il forno alla ripresa della lavorazione. La capacità degli impianti è di circa 25 kW; e però si vede che se questi 25 kW potessero adoperarsi nell'accumulazione termica si diminuirebbe la capacità del forno.

La legge del 1908 proibisce la lavorazione nei forni durante le ore comprese fra le 21 e le 4; perciò si potrebbe fare l'accumulazione del calore dalle 17 della sera alle 4 del mattino e dalle 4 alle 8 — ore di più intenso lavoro — si potrebbe riscaldare con energia diretta. Oggi si tende a costruire forni che sono indipendentemente sotto corrente con energia accumulata o diretta e questo sistema viene ad eliminare l'inconveniente delle interruzioni di corrente che nella industria della panificazione sono da evitare nel modo più assoluto. La legge sul riposo festivo impone poi la chiusura dei forni alle ore 12 della domenica e questa circostanza può coincidere con l'abitudine che hanno gli esercenti distributori di energia di togliere corrente alla domenica per esigenze di esercizio.

È lieto di avere incontrato il pensiero dell'Ing. Semenza per quanto riguarda la forma della tariffa e il prezzo che si conviene praticare per questo impiego dell'energia. Auspica l'interessamento dell'A. E. I. per promuovere un'opera concorde tra esercenti e costruttori di apparecchi allo scopo di divulgare l'uso dell'energia per accumulazione termica.

Presidente: Ringrazia l'Ing. Luraschi per l'esposizione dell'argomento trattato nella sua memoria ed apre la discussione sull'argomento.

Sacerdote: Avrebbe desiderato presentare una memoria relativa all'argomento dell'accumulazione dell'energia, ma siccome alcuni dati sono ancora sotto controllo ha preferito aggiornare la loro divulgazione. L'Ing. Luraschi ha parlato di apparecchi elettrici ad accumulazione di calore; e del rendimento di questi apparecchi si parla da un pezzo, per cui occorre porre mente a questo concetto di rendimento. Esso non va paragonato con quello di un qualsiasi altro apparecchio di riscaldamento, ma ad altro dispositivo ad accumulazione termica. Se non si istituisce su questa base il paragone si cade in un grave errore.

Si tratta di un rendimento che è completato da un rendimento economico, ossia dal prezzo a cui è fornita l'energia elettrica. Mentre che l'apparecchio ad effetto diretto ha un certo rendimento fisso, l'altro ad accumulazione ha tanti rendimenti diversi a seconda della legge di accumulazione del calore. Se vogliamo stare nel campo della cucina bisogna tenere presente che la cucina ha una temperatura minima di funzionamento e se non si raggiunge questa temperatura minima, l'apparecchio può avere un ottimo rendimento elettrico, ma nessun rendimento pratico, perché non cuoce nulla. La stessa cucina ad accumulazione può essere alimentata con diverse quantità di watt, quando si sta al disopra del minimo si possono avere molti valori diversi del rendimento che possono essere più o meno convenienti. Sono molti importanti alcuni dati pratici. Nell'anno scorso, costretto in un certo periodo di tempo — a causa di un decreto che proibiva l'uso dell'energia per cucina — a fare uso della cucina a gas ha potuto constatare che mentre spendeva a Milano L. 110 al mese per energia, avendo un apparecchio da 1 kW, ne spendeva L. 125 per consumo di gas a 78 centesimi il metro cubo. Sarebbe pertanto arrivato alla conclusione che quando il gas costa 70 centesimi al mc si ha una spesa pari tanto cucinando col gas che con l'energia elettrica utilizzata a forfait al prezzo di L. 110 per kilowatt-mese.

Vale la pena di accennare al fatto che un apparecchio elettrico ad accumulazione di calore quando comincia ad essere caricato presenta un rendimento del 100%, ma seguitando a dare energia, tanta l'apparecchio ne prende ed altrettanta ne disperde, e si arriva alla temperatura di massimo regime che ha rendimento 0. L'abilità del costruttore consiste nel mantenersi nei limiti fra i quali si realizza per l'apparecchio un rendimento vantaggioso. Si possono considerare tre tipi di accumulazione.

1° - Costante: è costituita dalla fornitura di una certa quantità di energia all'apparecchio: esso fa il suo ciclo normale e se la somministrazione di calore è appropriata al bisogno della famiglia l'apparecchio risponde bene allo scopo e al servizio che ad esso si richiede. È un tipo di accumulazione che si può praticare con vantaggio da esercenti che hanno impianti nuovi di produzione e nel caso si tema che non si trovi a collocare tutta l'energia disponibile. I distributori dovrebbero dunque interessarsi a questi apparecchi ad accumulazione.

2° - Accumulazione a periodi variabili, che è destinata a riempire i diagrammi del carico già esistente, e che risulta perciò anche utile ai fini del bilancio delle società esercenti. Mentre gli apparecchi ad accumulazione del 1° tipo hanno un'assoluta semplicità, questi secondi devono essere completati da interruttori orari. Perciò costano notevolmente come impianto ed il problema del costo va studiato attentamente in collaborazione con i fornitori di energia.

3° - Iperaccumulazione che è un'accumulazione raddoppiata in un mezzo che contiene già del calore. Si può avere la iperaccumulazione per utilizzarla in speciali bisogni di cucina, oppure la si può regolare in modo da elevare la temperatura solo in punti pre-

scelti, e ciò si ottiene dando nuova energia per sviluppo di calore in un mezzo che già presenta un'accumulazione di calore.

Esaminando il fenomeno che si produce in queste condizioni si è portati a pensare a qualche cosa di simile che si verifica in chimica con la catalizzazione. In generale un apparecchio che produce calore in via diretta ha una distribuzione che può dirsi sferica. Quando come nel caso della industria della panificazione è indispensabile avere uniformità di calore, può valere la pena di spendere qualche cosa per iniziare in un certo mezzo l'accumulazione del calore per trovarsi poi in condizione catalitica quando la energia accumulata viene a dare il rendimento del 100 per cento.

L'importanza dell'applicazione dell'accumulazione termo-elettrica ai forni da pane risulta facilmente quando si consideri che coi forni ad accumulazione bastano 250 000 kilowatt installati e funzionanti per 24 ore per cuocere il pane a 40 milioni di abitanti. Concorda nelle conclusioni a cui è venuto l'Ing. Luraschi e domanda che l'A. E. I. prenda l'iniziativa per formulare il voto che l'accumulazione termo-elettrica sia considerata in modo diverso dal riscaldamento diretto agli effetti fiscali e agli effetti delle tariffe di vendita dell'energia.

Semenza G.: Ritiene che non vi debba essere dubbio alcuno sui rendimenti più o meno elevati che si possono avere dalla cucina elettrica: si tratta di vedere se vale la pena di consumare 12 kW ore nelle 24 ore a regime continuo piuttosto che consumare solo 6 kW-ore a regime variabile. Il problema diventa quindi essenzialmente di distribuzione, e però esso va dibattuto con i distributori di energia. Il sistema ad accumulazione non richiede cambio di trasformatori e di contatori, mentre l'altro sistema richiede grandi impianti. Su questo punto i venditori di energia dovrebbero concentrare la loro attenzione per vedere quali vantaggi si possono ricavare dall'uno e dall'altro sistema per l'industria che esercitano e quali facilitazioni possono di conseguenza accordare.

Civita: Esamina la questione del riscaldamento elettrico diretto e ad accumulazione dai due punti di vista economici:

1°) quello tributario. — Sulla energia per riscaldamento c'era un tempo la imposta comunale e quella governativa, ma grazie all'opera dell'A. E. I. E. si è ottenuta l'abolizione di tali imposte. Per quanto riguarda i Comuni, essi non hanno mai avuto il diritto d'imporre tasse, e se qualcuno l'ha fatto il torto è della popolazione che ha lasciato fare. Alla fine di quest'anno e col primo gennaio 1924 ogni dazio comunale sui combustibili sarà abolito e così anche qualunque tassa sull'energia a scopo industriale decade. In conclusione non c'è dunque più alcun gravame fiscale.

2°) Per quanto riguarda il punto di vista delle tariffe bisogna dire che esso preoccupa tutti gli esercenti. Gli umori sono rivolti contro le Società Elettriche che tutti — compreso Luraschi — accusano di tendere solo ad impinguare i loro dividendi. Ma bisogna persuadersi una buona volta che le Società elettriche non sono società di beneficenza.

Come sono nate le tariffe in Italia? Si è creata una industria elettrica la quale in tutti i modi ha permesso agli industriali di adottare forza motrice elettrica, e specialmente adattando le tariffe alle esigenze degli utenti. Tutti i concetti che hanno guidato le nostre industrie sono stati modificati dalla guerra e dal dopo guerra, e però si è avuto un cambiamento enorme anche nei concetti politici propri dell'industria elettrica. Per effetto del rincaro del carbone si è avuto il raddoppio del carico sulle reti, per modo che mentre nel 1914 si erogavano in totale 2,5 miliardi di kW-ore, nel 1921 il consumo complessivo di energia era di 4,5 miliardi. Nel tempo stesso si è avuta da parte del Governo la tendenza a mantenere le tariffe prebelliche, e così finita la guerra, malgrado lo sconvolgimento di ogni legge economica, le nuove esigenze dell'industria ed i costi di tutti i materiali aumentati di sei o sette volte, le tariffe dell'energia sono rimaste quasi uguali a quelle del 1914 per alcune categorie di utenza favorite, mentre l'altra parte di consumatori ha dovuto compensare la differenza. Si è così perduto di vista ogni criterio di proporzione e fino a tanto che non saranno aboliti i concetti vigenti avremo sempre una parte di utenti che paga tre ed una parte che paga uno, con grande risentimento verso le società esercenti.

Non ci si rende conto che ognuno che esercita una industria deve trovare in essa il suo utile, se si vuole che l'industria progredisca: invece ognuno pretende avere l'energia a minor prezzo.

Il problema delle tariffe è molto delicato e complesso e se esse non corrispondono ai desideri dei consumatori non si deve farne colpa alle Aziende esercenti: bisogna attendere che finisca l'influenza dei contratti prebellici per esaminare la questione delle tariffe, e però bisogna attendere il 1° gennaio 1925. Tale questione è diversa in Italia rispetto all'estero, ove si vuole l'intervento statale nella determinazione delle tariffe. Bisogna che l'analisi dei prezzi di vendita dell'energia sia minuta ed accurata, come c'insegnano i tedeschi e gli americani. Ora il principio dell'intervento dello Stato in tale questione delicata porterebbe a sacrificare alcune industrie con unico vantaggio per gli utenti luce che rappresentano il 9% del carico, e coloro che caldeggiavano tale intervento sono invitati a riflettere al grave errore nel quale incorrono. All'estero, in America e in Francia, specialmente tutti hanno la tendenza a gravare la mano sulle utenze agricole perché sono le più costose e fastidiose, e questo senza di monito per quanto riguarda le obiezioni che si fanno in merito alle tariffe per utenze agricole.

Presidente: Dichiara chiusa la discussione relativa all'energia per accumulazione termica ed apre la discussione sulle « Applicazioni elettro-agricole » e sulle memorie escusse nelle precedenti sedute.

Cricca: Il Prof. Manzetti ha fatto una interessante comunicazione

di cui dobbiamo essergli grati, ma in questa comunicazione vi sono due punti che hanno toccato in modo speciale lui stesso nella qualità di direttore di un Consorzio di bonifica che comprende 50 mila ettari. I due punti sarebbero a pag. 16 e a pagina 26 della memoria dattilografata del Manzetti e precisamente i periodi che cominciano con le parole: « Opportuni bilanci parziali, ecc. »; e l'altro: « La deduzione più importante ed apparentemente paradossale, ecc. ». Deve rilevare che l'energia elettrica nelle bonifiche è stata introdotta dalla Società Adriatica la quale perciò ha un vanto speciale che le si deve riconoscere. Ma se tale è il vanto dell'Adriatica si deve anche tener conto del fatto economico che il carbone ha raggiunto nel periodo di guerra e dopo, prezzi proibitivi, per cui i bonificatori furono costretti a ricercare il succedaneo del combustibile. Nelle bonifiche si è fatto prima uso del vapore, poi dei Diesel ed infine dell'energia elettrica; e poichè l'Adriatica viene oggi a conquistare questo nuovo campo bisogna che faccia del suo meglio per servire i bonificatori. Il prezzo di fornitura è stabilito sempre da questa Società e per il passato le condizioni si sono sempre accettate perchè c'era realmente un vantaggio rispetto al carbone; ma non è detto che sempre vi sarà questa convenienza; per cui le Società dovrebbero por mente a questo e preoccuparsene. Oggi negli impianti nuovi di bonifica si impiega un tipo di pompa che si adatta alle applicazioni elettriche e risulta che nelle bonifiche l'impiego di energia consente un rendimento ottimo.

Si afferma intanto che gli esercenti « danno l'energia gratuitamente ». Questa è per lo meno una affermazione eccessiva perchè c'è sempre la concorrenza che può fare il diesel il quale in taluni casi può anche essere preferito.

Si garantisce al fornitore un minimo di consumo e questo minimo è di 700 a 800 ore all'anno che non sempre vengono raggiunte; inoltre negli impianti nuovi c'è anche la riserva termica che può servire a superare le punte.

C'è poi sempre la questione del « fondo perduto » che costituisce un gravame il quale non solo viene a menomare le applicazioni elettro-agricole, ma grava anche sull'economia dei bonificatori. Vediamo volentieri l'energia elettrica entrare nell'ambito delle nostre opere di campagna, ma bisogna che fornitori di energia e bonificatori si diano la mano e si vengano incontro per agevolare quanto è possibile l'industria agricola, tenendo presente che anche per gli agricoltori esiste un limite economico e che bisogna che essi siano aiutati per assolvere nel modo migliore il loro compito.

Mazzotto: (Levandosi a parlare dal Banco della Presidenza è accolto da un cordiale applauso). Francamente si domanda il perchè di questo applauso del quale potrebbe molto sentirsi lusingato un'artista od un'oratore di merito. Da parte sua, onorato di trovarsi tra tanti emeriti uomini di studio e di scienza, è molto confuso per essere chiamato ad interloquire nelle loro discussioni. Porge un vivo ringraziamento alla Presidenza della A. E. I., alle Signore ed a tutti i Signori Ingegneri che nella giornata precedente onorarono della loro visita le bonifiche tra Piave e Livenza, e gli impianti costruiti dall'opera di passione e di fede dei bonificatori del Veneto.

Gli ospiti cortesissimi hanno visto le grandi estensioni di terreni bonificati, sui quali ancora nel 23 marzo decorso l'acqua stagnava, ed hanno ammirato la grande opera di redenzione idraulica estendentesi, mediante nuovi grandi stabilimenti idrovori che smaltiscono le acque regimate; e tutti furono concordi nel definire queste opere come grandiose, come romanamente imponenti perchè redimono migliaia di ettari di terreno all'agricoltura, alla produzione cerealicola nazionale e a quant'altro può dare la terra.

Ma com'è disciplinata, avrà forse osservato taluno, quest'opera grandiosa agli effetti di legge? Essa è disciplinata dalla legge 22 marzo 1900, n. 195, compendio delle precedenti, e relativa alla Bonifica delle Paludi e dei terreni Paludosi, la quale mette a disposizione degli esecutori delle opere di Bonifica approvate (siano Consorzi di esecuzione, Province e Comuni interessati) il 50 % minimo e 60 % massimo di contributo dello Stato nella spesa, il 10 % a carico della Provincia o delle Province interessate, il 10 % a carico del Comune o dei Comuni interessati, ed il rimanente, 20 % minimo, a carico dei Proprietari Consorziati.

Si può pensare come tale legge renda facile la impresa della bonifica, e come lo Stato faccia un cospicuo regalo ai Consorziati esecutori, per concessione governativa, delle opere contemplate nel progetto debitamente approvato. Ma non è sempre così: in molti casi si è constatato come nel lungo cammino percorso tra la presentazione del Progetto e la introduzione delle varianti richieste dai vari Dicasteri interessati, la cifra iniziale fu di molto aumentata. A ciò s'aggiunge l'obbligo al Consorzio concessionario di provvedere i capitali occorrenti per l'esecuzione completa delle opere, mentre lo Stato si riservava la liquidazione e la corresponsione della sua quota di contributo, oltre quello delle Province e Comuni interessati, ad opere ultimate, ciò che portava un tale cumulo di interessi da rendere in molti casi pressochè raddoppiato il contributo a carico dei Consorziati.

Inoltre, l'inevitabile ritardo di tempo per la espletazione di tante pratiche, attraverso molteplici Uffici, metteva a dura prova la pazienza degli interessati, i quali vedevano perdersi del tempo prezioso senza arrivare allo scopo. In parecchi casi, e non suoni irriverenza il dirlo, sarebbe stato ben più profittevole procedere nei lavori di bonificazione senza chiedere i benefici di legge, ma unicamente contando sui grandi benefici del tempo più breve nella esecuzione delle opere.

Le leggi sono veramente provvide, ma non sono mai complete. Quella del 22 marzo 1900, n. 195, apparve il tocco sano di quel tem-

po: ma l'esperienza dimostrò come non può essere compito di un modesto Consorzio di Bonifica di prima Categoria quello di provvedere i capitali occorrenti alla completa esecuzione dell'opera. Lo Stato accorda la sua quota di concorso, ma non accenna a quale Istituto di Credito si possano attingere delle anticipazioni per iniziare e procedere nei lavori di bonificazione.

Necessita quindi che gli Amministratori del Consorzio provvedano, come possono, le somme occorrenti, sia pure colle firme in proprio, pagando lauti interessi e votandosi ad un lungo e snervante lavoro per anni ed anni.

Dopo la guerra, anche per lo straordinario aumento dei valori, le cose si sono radicalmente cambiate. Lo Stato ha sentito il dovere, per primo, di aiutare la redenzione della propria terra, o sommersa, o comunque malsana ed infruttuosa; ed ha emanato il Decreto legge 28 ottobre 1921, n. 1560, col quale rendeva più sollecita e meno onerosa la esecuzione delle opere ai Consorzi costituiti, accordando loro la facoltà di richiedere accreditamenti parziali per gruppi di opere.

Quindi attenuata la difficoltà di provvedere i capitali, perchè ad ogni accreditamento parziale doveva corrispondere la rispettiva assunzione da parte dello Stato, Province e Comuni, interessati della rispettiva quota di contributo. Le facilitazioni portate dalle ultime disposizioni legislative suaccennate mettono gli interessati in condizione di accelerare le pratiche tutte relative al progetto ed alla esecuzione; per cui non è azzardato il dire che opere di bonificazione non grandiose possono benissimo completarsi nello studio e nella esecuzione in quattro o cinque anni, e se di grande mole in circa sei o sette anni. Ben differente condizione da quella precedentemente accennata.

Il Consorzio di Bonifica di prima categoria denominato « Ongaro Inferiore », ettari 11 650, da voi Signori ieri visitato, iniziò la Via Crucis delle pratiche nel maggio 1903, e solo nel marzo 1922 poté iniziare l'esercizio del primo dei due grandi impianti idrovori, (2000 HP elettrici). È ben vero che la grande guerra sospese i lavori iniziati nel 1917 e li fece riprendere nel 1920; ma è ancora da considerare che il completamento delle opere si raggiungerà soltanto nel 1926. Vedesi quindi come siano occorsi venti anni di continue pratiche per arrivare alla esecuzione delle opere progettate.

Non è chi non veda come la lunga via stanchi anche una forte fibra, e come in tali condizioni non siano molti gli uomini preparati a sobbarcarsi all'improbabile lavoro. Chi inizia tale compito, ammenochè non sia molto giovane, non può sperare prossima la meta da raggiungere; nè si sente soddisfatto quando pensa che, se al prosciugamento non seguono subito le opere di bonifica agraria, non è dato di vedere il frutto di tanto lavoro.

Non pertanto, mentre in passato il più grave timore sulla quota di contributo spettante ai Consorziati era dovuto al cumulo degli interessi maturatisi nel periodo di esecuzione e che lo Stato non voleva riconoscere, più tardi si ottenne la liquidazione sulle totalità della spesa, e quindi a consuntivo, restando a carico dei Consorziati il solo venti per cento delle spese effettuate, tutto al più aumentato da quel leggero per cento che era in facoltà dello Stato di non accollarsi qualora nell'opera da eseguire non si fossero riscontrati quei caratteri che portavano lo Stato medesimo ad accordare tutto quel dieci per cento di aleatorio che, aggiunto al cinquanta per cento fisso, portava il totale a carico dello Stato al 60 %, fermi restando i due decimi a carico della Provincia e dei Comuni interessati.

In passato, e cioè anteguerra, erano senza fine le peregrinazioni alla Cassa Depositi e Prestiti per avere qualche centinaio di mila lire occorrenti per iniziare le opere. I mutui corrispondenti all'importo di Progetto dovevano spezzettarsi in piccole porzioni perchè la Cassa non poteva impegnare per qualche anno le somme a disposizione di un Consorzio, tanto più conoscendo come lo Stato non avrebbe corrisposta la sua quota che dopo ultimati e collaudati i lavori: ecco perchè tutto concorreva ad aumentare il contributo a carico degli interessati Consorziati.

Colla modificazione della legge su bonificazione, e cioè colla ammissione degli accreditamenti parziali, e colla liquidazione a consuntivo, si è facilitata la ricerca dei mezzi finanziari e si sono potute, di conseguenza, affrettare le opere.

Ma pure in tali condizioni, quale Istituto finanziario avrebbe potuto anticipare buona parte dei trenta milioni occorrenti per fare avanzare sollecitamente le opere del Consorzio Ongaro Inferiore, come quelle di tanti altri importanti Consorzi? Non si ripeterà mai abbastanza che se l'Istituto Federale di Credito per il Risorgimento delle Venezia non avesse compreso tra i principali suoi compiti quello di anticipare il finanziamento alle bonifiche, queste non si potevano eseguire nell'immediato dopo guerra perchè gli altri Istituti, come la Cassa Depositi e Prestiti, erano assorbite da altri bisogni di finanziamento per le Province ed i Comuni.

Finora l'Istituto Federale di Credito ha fatto anticipazioni al Consorzio Ongaro Inferiore per lire diciotto milioni, e continuerà fino al completamento dell'opera, mentre intanto l'Amministrazione Consorziale conclude operazioni di Mutuo colla Cassa Nazionale delle Assicurazioni sociali e col Consorzio di Credito per le Opere Pubbliche per la restituzione delle somme avute in anticipazione.

Concludendo, tutti devono comprendere come i bonificatori dovrebbero essere largamente aiutati nella loro opera, ma non sempre si pensa od avviene così. Ogni ettaro che l'agricoltore redimerà dal dominio delle acque, costituirà per lui un'onere non indifferente. La bonifica idraulica gli porterà, per tutta la durata del Mutuo e per la sola sua quota del venti per cento, ed a prezzi attuali, un carico medio da lire ottanta a lire cento per ettaro, senza contare la retribu-

zione, sia pur modesta, al capitale valore della palude prima del prosciugamento.

Ma una volta prosciugato il terreno, questo non può fruttificare se non si inizia la bonifica agraria. Il Comune e la Provincia che pure sentono il peso del contributo loro assegnato, si rivalgono sulla terra che appena vide il sole, ed introducono ed applicano le nuove tassazioni; per cui prima che la terra offra ricovero ad un bovino e che il bonificatore raccolga un chicco di grano si vede gravato da contributi che possono arrivare fino a L. 150 e 160 per ettaro; contributi che lo obbligano ad affrettare la produzione, nella lusinga che i redditi della terra paghino gli aggravi, diversamente è il portafoglio che deve supplire.

Nè si dimentichi che la malaria impera nella palude, e che di conseguenza coloro che si votano a queste opere di redenzione devono fare una vita di sacrificio, durare sforzi tenaci di anni, compromettere la salute; e se riunisciranno a mettere assieme qualche utilità potranno dire di averla bene meritata.

La bonifica ha un ciclo di sviluppo molto lento, nè può essere paragonata a nessuna altra industria. Uno stabilimento può dare lavoro a qualche migliaio di operai ed essere finito ed in piena efficienza dopo due anni di lavoro e forse meno: la bonifica di una palude non può mai dirsi opera finita, perchè ha sempre grandi bisogni di miglioramenti, di sistemazioni, di fabbricati, di piantamenti, e non potrà mai calcolare, con sufficiente approssimazione, sul reddito, perchè soggetta alle influenze delle vicissitudini atmosferiche, talvolta disastrose, dannosissime sempre, senza che sia dato di poterle evitare od attenuare.

Ecco perchè tanto facilmente, come si vorrebbe e come si dovrebbe, non si possono industrializzare le Aziende agrarie. La terra in corso di bonificazione assorbe tutti i mezzi disponibili; questi sono appena sufficienti perchè si compia per un altro anno il ciclo del lavoro e della produzione. Nè l'attività del coltivatore vale a migliorare la sua posizione: l'Industria può spingere la lavorazione, può aumentare la produzione anche in pochi giorni: l'agricoltore non può forzare la produzione oltre un dato limite, perchè il grano, o qualunque altro prodotto, non si ottiene che una volta all'anno.

Le bonifiche sono il peso morto della industria elettrica, dice il Prof. Manzetti; non si può negarlo nel primo periodo del loro sviluppo; ma non per questo devonsi vedere con minore simpatia il bonificatore che viene a chiedere energia elettrica per i propri bisogni.

Nella nostra zona delle Venezie il gruppo Adriatico-Cellina si è reso altamente benemerito, ed è dovere riconoscerlo in questa Aduananza. Subito dopo l'Armistizio le grandi Società provvidero a riattivare i loro impianti danneggiati dalla guerra, per modo che in pochi mesi fu data la possibilità di riprendere il perfetto funzionamento ad oltre un centinaio di impianti di bonifiche tra private e consorziati. Lo Stato domandò alle grandi Società di portare al più presto luce e forza alle Terre redente; e noi sappiamo che una grande dorsale parte dagli impianti del Piave e si spinge fino a Pola.

Il problema delle grandi produzioni di energia elettrica e dei grandi trasporti, fu affrontato dalle Società con molto coraggio; ed oltre 150 milioni furono spesi nelle nuove opere mentre ancora erano pendenti le concessioni dello Stato. Le Società esponendosi a gravi rischi, e lanciando sul mercato centinaia di milioni di kilowatt, hanno acquistato titolo nobilissimo di benemerita, che va riconosciuto.

Ma il passivo, o per meglio dire il poco utile che si ricava nel primo periodo delle bonifiche non deve preoccupare: allargando la rete distributrice, conforme si faranno sentire i maggiori bisogni della agricoltura, cresceranno le forniture di energia e le rispettive utilità. L'energia elettrica, non è chi non lo senta, è destinata a regnare sovrana nel campo agrario; non è questione di dura cervice, ma è unicamente questione di ricchezza.

Non appena gli Agricoltori bonificatori vedranno il loro bilancio avvicinarsi al pareggio, da buoni padri di famiglia affronteranno nuove spese, e coll'uso della elettricità miglioreranno le loro Aziende portando verso la industrializzazione, considerata ausilio del lavoro e completamento della produzione.

Gli Agricoltori-bonificatori se non saranno uomini di scienza sono però sempre uomini di fede e di pratica, e come tali, non solo non disdegnano, ma cercano l'aiuto dei Tecnici per trarre dal loro studio e dalla loro opera paziente i migliori ammaestramenti.

Si dovranno invocare efficaci aiuti dal Governo per portare a compimento le opere di risanamento delle nostre terre ed aumentare la ricchezza nazionale: quando tali aiuti saranno effettivi e daranno il frutto sperato, i bonificatori seguiranno certamente con entusiasmo le Società distributrici di energia elettrica che si sono rese benemerite in tempi calamitosi, ed alla loro volta le Società godranno del bene morale e materiale che si sono meritate.

Ringrazia vivamente la benemerita Presidenza della A.E.I. che gli ha consentito di parlare, come ringrazia tutti i signori Congressisti che hanno steso la mano agli Agricoltori ed ai Bonificatori, occupandosi con tanto cuore ed interesse dei quesiti attinenti al miglioramento agrario nelle più svariate forme di applicazione della elettricità.

Presidente: Ringrazia vivamente il Comm. Mazzotto e si compiace con lui della lucida esposizione fatta del problema delle bonifiche nel Veneto, esposizione che è riuscita di certo molto gradita a tutti gli ingegneri presenti che s'interessano al problema stesso.

Manzetti: Vuole chiarire qualche punto, che non fu bene interpretato, della sua memoria scritta. Ha detto che la Società Elettrica del Cellina vende gratuitamente l'energia per le bonifiche: se

questa frase poteva sembrare un'espressione meno che deferente verso i bonificatori, aveva un fine completamente diverso da quello attribuito da qualcuno. Era sua intenzione di esporre e di indurre a studiare le condizioni economiche delle applicazioni elettriche nel Veneto per vedere quali insegnamenti si potevano trarre per le applicazioni elettro-agricole da tentare dove non ci sono.

Si è detto che l'energia elettrica alle bonifiche, siano esse di prosciugamento o d'irrigazione, non può essere redditizia per l'impresa elettrica; ciò significa che, se in una determinata regione vogliamo iniziare la fornitura di energia per scopi agricoli, dobbiamo ammettere che le spese di primo impianto siano sussidiate da qualcuno, che non è nè l'agricoltore nè l'industriale, e che il sussidio deve essere di tale entità da sollevare l'esercente. Ma l'onere finanziario è sempre minore di quello della responsabilità tecnica; basti dire che, su circa 70 mila kW disponibili per la regione Adriatica, oltre 11 mila devono essere adibiti per le sole bonifiche, nei giorni in cui è necessario.

Era utile far rilevare questi dettagli e prospettarli in una cornice adeguata non solo perchè danno un'idea concreta delle difficoltà di ordine vario inerenti alla elettrificazione agricola, ma anche perchè se ne tragga utile ammaestramento per il problema elettro-agricolo in altre regioni d'Italia.

Se si vuole provvedere allo sviluppo dell'agricoltura bisogna innanzi tutto creare le condizioni favorevoli per le industrie secondarie; in caso contrario queste non possono trovare la strada per contribuire alla soluzione del problema principale. Non si può provvedere alla bonifica del terreno senza un contributo da parte dello Stato. La irrigazione fondamentale nel Mezzogiorno non si può fare senza che si disponga di un congruo sussidio, ed è bene che tutti i competenti siano persuasi di questa verità: la redenzione della terra nell'Italia del Sud non è possibile se l'imprenditore non è adeguatamente aiutato.

Tutto ciò si riferisce al punto di vista generale del problema e serve a chiarire quella parte della relazione che poteva essere fraintesa.

Rispondendo all'Ing. Giovannoni per quel che riguarda le applicazioni elettriche nella provincia romana, fa rilevare che, mentre accetta e ringrazia per le notizie comunicate dallo stesso ingegnere, le notizie stesse non sono che una conferma della sua asserzione: e cioè le applicazioni elettro-agricole non possono essere tentate senza sussidio, altro che nel caso in cui l'impresa abbia una quantità di energia elettrica piazzata per altri scopi a prezzi altamente remunerativi.

Nella sola città di Milano si vendono tanti kW-ora quanti se ne vendono in tutta la regione Veneto-Adriatica, che comprende quattordici provincie: è quindi evidente che a Milano si possano fare condizioni tariffarie diverse e migliori. Ma quando da certe zone della campagna romana, o da certe risaie vicine a Milano, si va nelle Puglie la vendita dell'energia elettrica in campagna è molto più difficile e costosa. Pertanto, quando si pensi alle condizioni che l'elettrificazione agricola deve affrontare nelle regioni in cui la popolazione rurale è scarsa, la proposta di fare a meno del sussidio governativo è una delle cose più gravi che si sono potute dire.

Un altro punto importante è il seguente: egli ha accennato che la quantità di energia elettrica necessaria per la elettrificazione di un ettaro di terreno è trascurabile: infatti, quando il territorio è effettivamente completamente bonificato, non solo per la parte idraulica ma anche per quella agraria, e vi sono strade, corsi d'acqua, canali d'irrigazione, stalle, bestiame, ecc.; quando sono sistemate le piantagioni, allora solo le tariffe per la fornitura di energia possono essere pagate.

Nel periodo di avviamento, invece, qualunque tariffa si domandi, non può essere pagata dall'agricoltore, perchè egli non riesce a coprire le spese. In conclusione, le imprese elettriche devono convindersi che l'agricoltore può pagare l'energia a buon prezzo solo quando egli può fare dei buoni consumi, ossia quando l'azienda agricola è completamente costituita ed in regolare funzionamento.

Gorla: Espone qualche dato in merito alle applicazioni elettro-agricole nel Milanese. La diffusione dell'energia elettrica nelle aziende agricole è già notevole, i campi però sono sistemati in modo che l'aratura elettrica difficilmente vi può venire praticata. Per l'irrigazione, data l'abbondanza d'acqua, non occorre per fortuna alcun motore.

Le principali applicazioni dell'energia elettrica si hanno nell'illuminazione, nel caseificio, nella preparazione degli alimenti per il bestiame, nella ventilazione, produzione del freddo, ecc.

Tutti questi servizi varii, per aziende aventi una estensione di terreno di 100 ettari circa, portano ad un consumo di 3, 4 o 5 kW.

L'impiego dell'energia elettrica nelle campagne si era diffuso fino dagli anni ante guerra, ma in molte zone i distributori hanno fatto un servizio pessimo, tanto che hanno stancato gli agricoltori, dei quali molti si sono ridotti alla sola illuminazione.

Per l'aratura sarebbe importantissimo trovare un mezzo meccanico da sostituire ai buoi e questo per poter arare più profondamente di quello che si fa attualmente, (non si giunge infatti a 20 cm di profondità). Con i trattori non si sono avuti buoni risultati perchè troppo pesanti e perchè le campagne non sono molto asciutte dato che vi si coltiva il riso. È favorevole al sistema di aratura funicolare, ma vede fortissime difficoltà nell'applicazione, dovute al frazionamento dei campi separati da fossati e filari d'alberi.

Quanto alla spesa che l'elettro aratura richiederebbe, facendo il conto per un appezzamento di 10 km² occorrerebbe un chilometro di linea per ogni chilometro quadrato di superficie, e dato che su cento

ettari se ne arano in un anno 50 al massimo, tutta la spesa d'impianto viene a gravare solo su questa parte di terreno lavorato. C'è poi la questione della stagione in cui si deve fare l'aratura (mesi di marzo e aprile) e che coincide coi periodi di magra; i distributori devono pensare seriamente a questo fatto. Nel complesso il problema della elettrificazione agricola va considerato col maggior interesse e facendo le previsioni migliori, ma occorre guardarsi dal farsi trasportare dalle illusioni.

Novelli: Vuole dare un chiarimento di indole tecnica, relativo all'impiego di motori Diesel negli impianti di bonifica.

Quando sono stati studiati nel Veneto i nuovi impianti, o si sono riattati quelli esistenti, si è pensato di adottare un sistema misto per avere l'energia necessaria. Visitando gli impianti di bonifiche del Polesine e della regione Adriatica si può osservare che sono installati vari motori a scoppio. Questi non possono essere utilizzati che per azionare le pompe, e quando non c'è bisogno di far funzionare le idrovore i motori stessi non possono servire ad altri usi agricoli. Se lo Stato ed i Consorzi avessero eseguiti tutti gli impianti di bonifiche con motori elettrici e avessero provveduto a costruire delle grandi centrali termiche nei centri delle zone bonificate, come a S. Donà, si sarebbe risolto il problema della sicurezza di fornitura dell'energia. Siccome d'impianti di bonifiche se ne costruiscono e se ne studiano ancora è bene che si tenga conto di questa osservazione importante.

Ferraris: Questo è un argomento sostanziale in tema di bonifiche; e ricordando la magra del '21 gli sia consentito dire che se nelle bonifiche si fossero avuti impianti termici da utilizzare in quella circostanza il problema della deficienza di energia nel Veneto non ci sarebbe stata del tutto. Se in altri termini si fossero avuti 10 o 12 mila kW, quanti ne occorrono per le bonifiche non si sarebbe potuto parlare di deficienza di energia. Questo ha valore anche per le tariffe, in quanto che l'azienda esercente può tenerne conto nella energia idroelettrica che fornisce alle bonifiche; e sarebbe bene quindi che lo Stato nel dare il suo concorso alle opere di bonifica includesse questa imposizione.

Giovannoni: Deve un chiarimento al Dott. Manzetti: Il problema delle bonifiche è di indole speciale, ed è una parte del problema elettro agricolo, quindi va trattato a parte. Può darsi che il Dott. Manzetti, vivendo in una regione in cui predomina la bonifica, veda tutto il problema elettro-agricolo dal solo punto di vista di questa, ma tale visione non è esatta. Altrove, e precisamente in America, in Svezia, in Germania il diagramma di utilizzazione arriva non a 600, ma a 2000 e 3000 ore all'anno, per cui gli esercenti hanno interesse a vendere e ad allargare la cerchia delle utenze agricole.

L'aratura elettrica, di cui si sono viste applicazioni magnifiche nella visita fatta alle bonifiche tra Piave e Livenza, non potrebbe essere sostituita da altro mezzo meccanico. Dicesi lo stesso per l'aratura elettrica in altre regioni agricole, la quale deve essere sempre studiata e adattata ai bisogni locali per trarne il maggior vantaggio, onde non concorda con l'Ing. Gorla per quanto si riferisce alle campagne del milanese.

Violati: Ritene che in alcune regioni l'aratura elettrica trova difficoltà speciali che non consentono la sua applicazione proficua, ma non si deve da ciò inferire che essa in generale non rappresenti un sistema pratico. Lanciare in seno ad un consenso di tecnici un dubbio del genere di quello manifestato da un oratore precedente non è giusto, e bisogna riconoscere che per molte terre l'aratura elettrica è un solco profondo è indispensabile. Presenta alla presidenza un ordine del giorno nel quale si formula il voto che il Governo nazionale accordi con apposita disposizione di legge un sussidio adeguato allo sviluppo delle linee elettriche a scopo agricolo.

Del Valle: Riferendosi a quanto ha detto il Prof. Ferraris in merito alle centrali termiche nelle zone di bonifica, osserva che eseguendosi ex novo in una regione un impianto di bonifica bisognerebbe vedere a chi dovrebbe darsi in esercizio la centrale termica, se all'esercente l'industria elettrica nella zona o al Consorzio bonificatore.

Ferraris: È una questione che va imposta, a suo parere, ma che va anche opportunamente studiata. Ritene che la potenza della centrale dovrebbe essere limitata allo scopo a cui dovrebbe servire. Le stesse linee dovrebbero servire alla distribuzione, quindi il problema delle punte verrebbe ad essere connesso all'altro in generale. Queste centrali opportunamente scelte come ubicazione e potenza non darebbero danno di sorta ai bonificatori e non toglierebbe agli esercenti alcuna prerogativa di esercizio, mentre potrebbero riuscire di ausilio ad entrambe le parti.

Cricca: Crede che il concetto di avere in centri di bonifica delle centrali termiche di riserva sia superato di fatto, in quanto che nella regione Veneta negli ultimi anni scorsi ognuno ha costruito a suo modo e forse il nuovo provvedimento sarebbe in ritardo, ma esso potrebbe ancora essere adottato in qualche nuovo impianto di bonifica.

Il Diesel come riserva termica può dare la sicurezza di disporre sempre di energia, ma tale sicurezza si potrebbe anche conseguire allacciando l'impianto di bonifica a due reti diverse di distribuzione elettrica. Oggi l'energia elettrica che i bonificatori impegnano non possono cederla ad altri usi agricoli, ma se questo fosse possibile ottenere, conciliando interessi che possono risultare in conflitto tra loro, si avrebbe di certo una migliore utilizzazione.

Tournon: È lieto di constatare come la discussione di oggi concordi con quanto egli ebbe a dire in una seduta precedente, e vuole ancora affermare come nei due casi tipici di bonifica (prosciugamento e irrigazione) occorra per gli impianti il sussidio governativo.

È opinione che gli esercenti dovrebbero nel loro interesse anticipare spese e capitali per mettersi in grado di vendere energia dopo

aver fatto gli impianti a cui gli agricoltori sarebbero allacciati. La terra è la migliore cassa di risparmio che vi sia, e se gli esercenti danno danaro per impianti elettrici nelle campagne troveranno in breve i frutti adeguati ai loro sacrifici, e certo si potranno raggiungere le 2000 e 3000 ore all'anno di utilizzazione. Le piccole società di distribuzione si avvantaggerebbero di certo se nei centri di bonifica fossero installate delle centrali termiche, anche di potenza ridotta, perché da tali centrali esse potrebbero ottenere quel tanto di energia necessario per superare le punte del loro carico di esercizio.

Gorla: L'appunto fatto dal Sig. Violati, di creare un dubbio in seno al Congresso circa la praticità dell'impiego di aratura elettrica non è giustificato a suo parere, in quanto che egli ha creduto di esporre quanto è stato oggetto di osservazione limitatamente alle campagne del milanese.

Non ha dunque generalizzato e ammette che in altre regioni l'aratura elettrica possa andare bene e sia da preferire. Ha voluto raccomandare che nelle questioni elettro-agricole i tecnici procedano con circospezione, com'è loro costume, senza lasciarsi portare da illusioni.

Fracanzani: A proposito di quanto dice il Sig. Violati fa rilevare che nel Polesine e nel Ferrarese sono stati studiati impianti di bonificazioni, provvisti di Diesel e di sincroni, e per i quali è stato contrattualmente previsto non solo il funzionamento a vuoto come compensatori di fase, ma anche il funzionamento come Centrali di riserva per la Società Elettrica Esercente. Attualmente sono in corso di esecuzione impianti per 4.000 kW.

Carnevali: Gli impianti elettro-agricoli costruiti nel Bolognese dalla Anonima per Elettroagricoltura — A.P.E. — vengono per importanza subito dopo quelli d'Ascanio a Roma, ed essi sono gestiti dalla Società stessa, la quale è in grado di allacciare le utenze agricole ed eseguire il lavoro elettroagricolo per conto dei privati agricoltori che sono privi del capitale occorrente per l'impianto. Nei primi anni si è avuto un totale di 700 ettari arati e nell'ultimo si è andati a 1800 ettari di aratura. La società distributrice prende energia dalla Società Elettrica Centrale in tre cabine di smistamento, e in un altro punto è allacciata alla Società Elettrica Padana; dalla prima l'energia è fornita a 0,40 centesimi il kW-ora misurato nella cabina di smistamento, dalla seconda è fornita al prezzo di 60 centesimi il kW-ora fino a 30.000 kW-ora, più un canone di L. 100 per kW-anno impegnato.

In definitiva l'energia viene a costare 93 centesimi a kW-ora.

È stabilito che il Governo debba corrispondere un contributo, ma per ora non è possibile ottenerlo, e non si è insistito per lasciare tranquilla l'autorità governativa in questi tempi di sistemazione nazionale. In sostanza si può rinunciare a tale contributo, ma sarebbe necessario che il Governo intervenisse perché l'energia per usi agricoli fosse venduta a prezzi ragionevoli. Presenta quindi un ordine del giorno sull'argomento.

Presidente: Prende visione dell'ordine del giorno Carnevali e di quello precedente presentato dal Sig. Violati. Tenuto presente che vari colleghi desiderano concretare gli argomenti esposti in un ordine del giorno, e che dalla discussione che si è tenuta sull'argomento delle applicazioni elettro-agricole non sono apparse diversità sostanziali di vedute, ritiene opportuno che dal Congresso stesso scaturisca un ordine del giorno unico relativo a questo importante tema, che riassume tutti i desiderata dei colleghi. Pertanto nomina una Commissione speciale che sarà convocata dal Vice Presidente, Prof. Ferraris, per discutere ed elaborare il testo dell'ordine del giorno da presentare nell'ultima seduta del Congresso, prima di sottoporlo all'approvazione dell'assemblea dei soci.

Dando l'incarico ufficiale al Vice Presidente, Prof. Ferraris, nomina seduta stante la Commissione che comprende i soci:

Civita, Manzetti, Revessi, Mazzotto, Tournon, Cricca, Giovannoni, Valentini, Violati, Carnevali, Righi, Gorla.

Scioglie la seduta alle ore 12,30.

*

Verbale della 4ª seduta

Padova - 4 ottobre 1923 - ore 10,30.

Lori: Seguendo una vecchia consuetudine della nostra Università, dò per primo la parola al rappresentante degli allievi.

Rappresentante degli Allievi: A nome degli allievi ingegneri della Scuola d'Applicazione, porto il saluto augurale ai Congressisti della Associazione Elettrotecnica Italiana.

Con ciò, oltre che per seguire una tradizione gogliardica, anche per esprimere il nostro orgoglio nel vedere qui riunita una sì eletta rappresentanza di una delle più nobili branche della Ingegneria italiana.

Ed era doveroso che questa schiera fosse riunita qui in questa scuola che porta alto sull'attico le due parole: «Elettricità ed Idraulica», sintesi mirabile dell'avvenire del nostro Paese. Ed anche perché queste scienze hanno qui geniali applicazioni di uno studio assiduo da parte di cultori appassionati. Ad essi vada la nostra riconoscenza. Ma gran parte di essa e lode precipua vada all'Uomo che così saggiamente dirige il nostro Istituto; al Prof. Ferdinando Lori. A Lui, che così larga messe di effetti ha saputo mietere in mezzo a noi, giunga il nostro filiale ringraziamento; il suo nome, la sua preziosa attività sono di sicura garanzia affinché la nostra scuola giunga a quell'altezza che le compete nel novero degli Istituti Italiani.

E con questo augurio, formulo voti di prosperità alla A. E. I. e porgo il saluto di benvenuto ai signori Congressisti.

Lori: Fatto un programma sommario delle manifestazioni che seguiranno nella giornata, inizia il suo discorso inaugurale.

« Il nome di triodo proviene dal fatto che in questo apparecchio vi sono tre elettrodi a cui si può applicare una tensione elettrica. Questo apparecchio ha le sue applicazioni più grandiose nella radiotelegrafia. Cominciamo a vedere in qual modo può funzionare da generatore d'onde. Il problema consiste nel trasformare una forza elettromotrice costante in una corrente sinusoidale di frequenza voluta. Nella meccanica questo problema è risolto negli orologi a pendolo in cui un peso dà luogo a un moto periodico. Un generatore d'oscillazioni elettriche deve contenere delle parti paragonabili a quelle dell'orologio: cioè una forza costante (batteria di pile o di accumulatori) per mantenere il moto armonico, e una parte che oscilla con una determinata frequenza (composta generalmente da un circuito presentante capacità ed induttanza in serie. Il circuito oscillante ha la proprietà di favorire le correnti di un dato periodo, nel mentre che quelle di periodo diverso vi trovano una grandissima impedenza.

Occorre anche una connessione tra la parte che oscilla e la sorgente costante di energia, e questa nell'orologio è il bilanciere, nel triodo è rappresentato da speciale accoppiamento.

Nel circuito del triodo vi è una parte in cui la corrente elettrica assume quella forma che si chiama di convezione. Che cosa sia questa corrente di convezione, si può vedere in un apparecchio che potrete osservare poi in laboratorio. Esso è formato da una bomba contenente anidride carbonica compressa e che nell'esperienza si fa espandere attraverso ad un rubinetto. Nell'espansione si ha un energico raffreddamento e parte dell'anidride condensa in pallottoline che strisciando contro la parte dell'orificio si elettrizzano, in modo che, se la bomba è isolata, si possono cavare da essa delle scariche elettriche. La corrente di particelle solide elettrizzate, costituisce una corrente di convezione. Coll'apparecchio descritto si possono fare molte esperienze, e tra esse interessantissima quella che mostra come anche le correnti di convezione diano luogo ad un campo magnetico.

Ciò si vede facendo percorrere alle particelle elettrizzate un tubo di vetro sotto al quale si trova un ago calamitato. L'esperienza non è facile ma è assai interessante per la dimostrazione sperimentale che dà del concetto teorico.

Mettendo una connessione conduttrice che, attraverso a un galvanometro, unisca la bomba al raccoglitore delle particelle elettrizzate, si può rivelare il passaggio della corrente. Facendo oscillare ora davanti all'orificio un pendolo, che intercetti periodicamente il passo, si avrà attraverso al galvanometro una serie di correnti impulsive. Supponendo ora di installare un apparecchio facilmente immaginabile, per cui il pendolo venga comandato dagli impulsi di corrente che percorra un circuito, la corrente variabile che lo percorre continuerà sino a che non è consumata l'energia racchiusa nella bomba. Nei triodi avviene elettricamente quello che noi ora abbiamo realizzato con un modello in parte meccanico. Le particelle invece che meccanicamente, possono essere deviate da una griglia posta sul loro passaggio e messa in modo da poter essere elettrizzata. Questo è quello che avviene nel triodo.

Nell'ampolla del triodo vi è un filamento metallico che portato all'incandescenza emette degli elettroni che col loro flusso formano la corrente. Sul loro percorso non vi devono naturalmente essere ostacoli e quindi l'aria deve essere completamente estratta.

Il flusso degli elettroni è guidato dal campo elettrico dato dalla placca del triodo portata ad un potenziale di circa 100 volt. Tra placca e filamento vi è la griglia che colle proprie cariche modifica il campo elettrico prima detto. La corrente che attraversa un galvanometro inserito sul circuito di placca, quando la forza elettromotrice che vi risiede è costante, dipende dal grado di incandescenza del filamento e dalla tensione di griglie. Variando la tensione di griglia anche di poco si ha una variazione molto grande nel circuito di placca. La variazione ottenuta agendo sul circuito di placca del triodo per mezzo della griglia può essere sino a dieci volte maggiore di quella che si otterrebbe agendo direttamente colla stessa energia sul circuito anzidetto.

La recezione radiotelegrafica consiste nel rivelare le piccole variazioni che subisce nel punto dove ci si trova il campo magnetico ed elettrico. Se queste piccole variazioni si facessero agire direttamente sul circuito a 100 volt non si otterrebbe un risultato apprezzabile, mentre invece agendo sulla griglia la variazione diventa sensibile e così si ottiene la rivelazione delle onde che pervengono.

Usando il triodo come generatore bisogna che il circuito oscillante agisca sulla griglia a mezzo di un concatenamento. Se il segno di questa azione è giusto si avrà nel circuito di placca una corrente alternata che potrà essere utilizzata a rifornire energia al circuito oscillante. La variazione di corrente nel circuito di placca non è però sempre proporzionale alla variazione di tensione della griglia, ma solo in un campo relativamente ristretto. Ciò complica notevolmente le cose anche oltre alle difficoltà costruttive che si incontrano nella realizzazione dei triodi. Gli studi necessari a superare queste difficoltà hanno fatto scorgere anche altre applicazioni dell'apparecchio.

Come si è detto il rapporto tra tensione di griglia e corrente di placca non è costante ma ha un andamento caratteristico dato dai fenomeni di saturazione. Per ottenere delle correnti sinusoidali bisogna far funzionare il triodo nella zona ove detto rapporto non è troppo variabile.

Il triodo può anche raddrizzare usufruendo delle zone adatte della sua caratteristica; nello studio di questi fenomeni bisogna poi anche tener presente che le caratteristiche che noi ordinariamente tracciamo sono statiche mentre nelle applicazioni radiotelegrafiche si usufruisce

della caratteristica dinamica. Un problema di grande importanza consiste nel determinare l'identità o meno di queste caratteristiche.

La connessione tra anodo e griglia può essere magnetica o elettrostatica; inoltre si è pensato anche di agire direttamente in modo magnetico sul flusso degli elettroni deviando detto flusso a mezzo di un campo magnetico in modo che colpisca più o meno un anodo.

La valvola termoionica ha poi davanti a sé anche un vasto campo nella telefonia ordinaria.

Il triodo si presta poi anche alla generazione di onde brevissime quali si producono in apparecchi da laboratorio e quali sono quelle ora usate dalla Compagnia Marconi per ottenere i bellissimi risultati conseguiti colle sue stazioni di piccola potenza.

Riassumendo, il triodo può servire a raddrizzare, amplificare, generare correnti di ogni frequenza e quindi oltre che nella radiotelegrafia e telefonia serve anche per le trasmissioni lungo i fili permettendo comunicazioni multiple contemporanee ».

*

Verbale della 5ª seduta

Padova - 4 ottobre 1923 - ore 14,30.

Del Buono: Apro la seduta mandando un saluto, e ringraziando a nome del Congresso, il collega Prof. Lori, che ha voluto riceverci nel suo Istituto (applausi).

Vallauri: Dò un cenno complessivo del gruppo di comunicazioni che provengono da ufficiali di marina, cogliendo l'occasione per spiegare la causa che ci ha spinto a fare questo lavoro. L'invito di trattare questioni radiotelegrafiche è stato fatto per mettere al corrente i colleghi delle questioni che si agitano in questo campo; per togliere la r. t. dall'abbandono in cui è stata spesso lasciata dai non specialisti. Ciò ha portato dei danni a questa branca dell'elettrotecnica.

Riassumendo quanto è stato fatto sinora in questo campo, spero che i colleghi s'interessino poi anche in seguito più vivamente all'argomento; era un dovere per la Regia Marina di intervenire, dato che gran parte della r. t. italiana è stata fatta dai suoi ufficiali. Inoltre i servizi commerciali stanno ora per passare ad altri enti, e quindi questa esposizione della Marina costituisce un po' come il suo canto del cigno.

Le due prime memorie (Vicedomini e Borgatti) sono puramente tecniche; le due di Ruelle e Sordina hanno natura riassuntiva del lavoro fatto sino ad oggi; quella di Montefinale, ed il lavoro che il collega Pession presenta insieme con me, sono di natura più generale.

Esigenze di servizio non hanno permesso a Ruelle e Vicedomini di presenziare al Congresso; riassumerò quindi io la memoria Vicedomini e l'Ing. Sordina quella Ruelle.

Del Buono: Ringrazio Vallauri d'aver portato a questa riunione i risultati dei suoi studi e di quelli che si compiono nell'Istituto da lui diretto. La r. t. purtroppo da noi è poco diffusa e bisogna ringraziare la R. Marina che se ne è sempre occupata con tanto amore. Spero che la discussione che seguirà possa giovare allo sviluppo della radiotelegrafia.

Vallauri: Nel riassumere la comunicazioni di Vicedomini posso tralasciare di descrivere come è fatto un triodo dopo la chiarissima esposizione del Prof. Lori. Questo apparecchio, che ha portato una vera rivoluzione nella r. t., ha bisogno d'essere normalizzato in modo che sia facile conoscerne le proprietà, e quindi calcolarne i circuiti e sostituirlo negli apparecchi esistenti.

È di massima importanza anche l'aver delle norme per il collaudo, e il raggiungere una grande uniformità negli apparecchi. Importa anche studiare continuamente le migliori necessarie non trascurando tutti i dettagli di costruzione.

La nota Vicedomini è già pubblicata da tempo, e quindi gli interessati possono già averne preso cognizione. Si è tentato di far ricerche su grandi lotti, specialmente al fine di vedere quale grado di uniformità si è raggiunto in questi apparecchi. Il risultato è che l'uniformità non è molto grande. Importa assai la misura del grado di vuoto che vi è nei triodi, e la prova che si fa a questo fine è forse la più importante. Le tracce di gas che sono nel bulbo vengono rivelate dall'ionizzazione che in esso si produce, e ciò è mostrato da una corrente negativa di griglia dovuta agli ioni positivi. De Colle dice che questa corrente può servire come misura della pressione del gas residuo.

Importano assai anche le dimensioni geometriche degli elettrodi del triodo, perchè da esse dipendono le azioni elettrostatiche. Il tipo più comune è quello che ha la griglia e l'anodo cilindrici, e il filamento rettilineo. Sono state fatte delle serie di triodi variando gradualmente i vari elementi.

Di massima importanza è anche l'accensione del catodo, e anche questo è un punto delicato delle misure, perchè piccole variazioni d'accensione danno forti variazioni di corrente anodica.

In fondo alla nota sono riportate delle norme di collaudo che per ora costituiscono una specie di massimo raggiungibile. In seguito alcune di queste norme si potranno anche tralasciare, e quindi il collaudo potrà risultare più semplice; per ora però ritengo utile essere piuttosto minuziosi.

Molte altre ricerche si stanno eseguendo sopra i triodi, specialmente in riguardo di valvole con vari gradi di vuotatura e presentanti griglie con passo diverso. Si sono ottenuti così dei risultati sistematici che hanno assai migliorato le nostre cognizioni sull'apparecchio.

Lo scopo principale della nota Vicedomini è quello di dare uno schema di norme per i collaudi.

Del Buono: Ringrazia Vallauri e apre la discussione.

Nessuno domanda la parola.

Vallauri: De Colle propone di rendere quantitativa la misura del grado di vuoto; la R. Marina si accontenta invece di mettere un limite da non sorpassare. Circa le correnti di dispersione si stanno facendo delle prove che non sono finite. Il vetro molto caldo non è più isolante come a freddo, e si manifestano delle correnti tra conduttore anodico e conduttori del filamento, che alle misure si rivelano legate alle temperature.

Del Buono: Trovo assai opportuno che la commissione di r. t. prenda in esame le norme di collaudo proposte da Vicedomini ed in seguito indichi alla A. E. I. se vi è la possibilità di fissarne un testo con l'approvazione della nostra Associazione.

Vallauri: Accetto ben volentieri la proposta, e metto sin d'ora a disposizione tutto il materiale che ho raccolto.

Lombardi: Esiste un Comitato nazionale di r. t. scientifica; conviene quindi che sia esso ad occuparsi della questione.

Del Buono: Trovo opportuno che anche l'A. E. I. se ne occupi per proprio conto.

Lombardi: Acconsento purchè si mantenga un contatto vivo con la Commissione Nazionale.

Borgatti: Gli apparecchi per la telefonia e telegrafia ad alta frequenza sui fili sono in tutto simili a quelli per la r. t. Essendo l'energia convogliata dai conduttori occorre una minore potenza e le comunicazioni risultano segrete. La telefonia a onde convogliate dà minor distorsione della voce di quella che si ha coi metodi ordinari; inoltre le comunicazioni non risultano interrotte anche se qualche filo della linea si spezza, e per di più sopra una stessa linea si possono trasmettere contemporaneamente e indipendentemente diverse comunicazioni.

Gli apparecchi sono più costosi degli ordinari, e quindi il metodo conviene solo per le grandi distanze e su linee già esistenti.

Nella telefonia ad alta frequenza si ha un generatore di onde e un modulatore di queste. La corrente ad alta frequenza modulata viene inviata sulla linea, e risulta costituita dall'onda vettrice e da due zone di frequenza date rispettivamente dalla somma e dalla differenza della frequenza vettrice e delle frequenze essenziali dell'onda vocale, le quali come si sa sono comprese fra i 200 e i 2000 periodi. L'onda complessa dalla linea va all'apparecchio ricevitore il quale fa l'operazione inversa del modulatore, ma purtroppo dà luogo alla formazione anche di altre onde. Di queste alcune non sono udibili, ma altre danno dei suoni che disturbano e bisogna eliminarle, od attenerle.

A tale scopo conviene non modulare completamente l'onda vettrice, oppure trasmettere solo una delle due zone risultanti dalla modulazione, evitando così tutte le note originate nella demodulazione dall'interferenza delle due zone.

Tutte le operazioni descritte si compiono con i triodi.

All'inizio si usavano per l'onda vettrice frequenze altissime, oggi si tende a usare quelle di qualche decina di migliaia di periodi per avere attenuazioni minori. Naturalmente l'attenuazione è sempre molto maggiore di quella che presentano i sistemi ordinari. Le linee in cavo non servono a queste trasmissioni; servono invece assai bene le linee aeree a due fili di rame. Quelle ad un filo irradiano troppa energia e risultano più sensibili ai disturbi esterni.

Per avere la telefonia multipla sullo stesso filo occorre che gli apparecchi trasmettenti ed i ricevitori siano collegati con opportuni filtri alla linea, in modo da mandare sulla linea o ricevere solo la zona di frequenza loro spettante. I filtri sono delle catene di induttanze e di capacità che lasciano passare soltanto le frequenze di un dato valore. Dalla bontà dei filtri dipende il numero delle comunicazioni simultanee possibili. Ad esempio se si mandano sulla linea entrambe le zone di frequenza, basta lasciare un intervallo di cinque mila periodi tra due comunicazioni.

Per le linee molto lunghe si sopprime alla partenza la parte di onda vettrice non modulata; in tal caso all'arrivo occorre con una sorgente locale creare un'onda di frequenza uguale a quella del generatore che serva di supporto alla parte modulata in arrivo per avere una buona ricezione.

La telegrafia ad alta frequenza si compie in modo analogo; ma con apparecchi più semplici.

Assai importante è l'applicazione di questi sistemi alla trasmissione di segnali lungo le linee per il trasporto di energia. La difficoltà consiste in questo caso nell'accoppiamento tra linee ed apparecchi. Questi accoppiamenti sono costituiti o da aerei del tipo radiotelegrafico tesi parallelamente alla linea o da condensatori di arresto per l'alta tensione posti fra la linea e gli apparecchi ad essa direttamente connessi.

Un'altra applicazione di questo sistema consiste in una specie di Broadcasting fatto utilizzando le reti di distribuzione dell'energia elettrica.

Del Buono: La comunicazione Borgatti interessa molto anche gli esercenti imprese elettriche perchè questi sistemi di telefonia si vanno diffondendo rapidamente all'estero, come ho potuto constatare in Svizzera. Sarebbe di grande utilità che ciò avvenisse anche in Italia. Da noi molti hanno fatto domanda d'essere autorizzati a usare il sistema, ma le nostre leggi non l'hanno permesso, e conviene che il congresso si occupi della questione.

Manfredi: I divieti od i permessi legislativi dovrebbero riguardare soltanto la r. t. pura, non quella a onde convogliate fra stazioni

che già fruiscono di concessioni per trasmissione telefonica ordinaria. In Lombardia si sono fatte esperienze di trasmissioni a onde convogliate su linee elettriche industriali, con buoni risultati, e se ne avrebbero già delle applicazioni se non esistesse l'ostacolo tecnico che le linee stesse possono restare per lungo tempo a terra, interrompendo così il mezzo di comunicazione. Nell'impianto svizzero di Goesgen, quando si avverano simili casi, si ricorre alla telefonia di Stato, che la funziona in modo perfetto; ciò che purtroppo non succede da noi. L'ostacolo accennato sussiste anche per le linee con molte terre, che vengono assai spesso messe a terra contemporaneamente. Di qui la necessità delle comunicazioni telefoniche ordinarie o del libero uso della r. t. pura.

Perego: L'inconveniente legislativo sussiste anche per le onde convogliate perchè il regolamento circa l'applicazione di questo sistema è stato rimandato ad altri tempi. Circa all'altra osservazione dell'Ing. Manfredi, un impianto su una linea di 150 km ha potuto funzionare con i due estremi ed un punto intermedio messi a terra. Nel caso di molte cabine intermedie si hanno delle terre multiple, ed allora per evitare delle noie basta mettere sul circuito di terra delle impedenze di valore nullo per la frequenza industriale e grandi per quella r. t.

Si stanno facendo esperienze di telefonia tra Padova e Venezia col mio sistema, ma non sono pronto alla prova della messa a terra, date le esigenze del servizio.

Campos: Chiede se il funzionamento è possibile con uno e due fili a terra. Dalle prove in Svizzera risulterebbe che si comunica quando almeno un filo è intatto in modo da avere connessione metallica. Un sezionatore può essere oltrepassato anche quando gli estremi della linea sono a terra shuntandolo con un condensatore capace di resistere a tutta la tensione di linea. Molti impianti sono protetti da spirali induttive che costituiscono ostacoli per l'alta frequenza. Se queste venissero munite di un condensatore non servirebbero più da protezione. Come si vede si tratta di questioni molto importanti per la praticità del sistema.

Soleri: Ho potuto constatare in America che la telefonia per onde convogliate ha colà una notevole importanza commerciale. Le linee S. Francisco e New York invece di essere rinforzate hanno potuto smaltire il traffico con questo sistema eliminando il fenomeno dell'induzione tra le linee vicine che non permettevano le comunicazioni contemporanee su molte linee. Le linee da usarsi a questo scopo devono essere però molto bene isolate, e in tali condizioni di perfezione che nessuna nostra linea può rispondere alle esigenze.

In America si applica il sistema per linee di lunghezza superiore a trecento chilometri ottenendo da cinque a sette comunicazioni su una coppia. Chiedo quindi che cosa intenda fare da noi l'amministrazione dei Telefoni.

Con le onde convogliate il servizio non funziona bene se la linea è interrotta.

Ajani: Riferisce sulle esperienze eseguite su impianti installati in Svizzera ed in Germania e dotati di stazioni da 5 a 10 watt. La comunicazione è stata possibile anche tagliando due fili della terna.

Un problema pratico molto grave è quello di stabilire la continuità alle onde ad alta frequenza nei sezionatori. Si è tentato di mettere un tratto di filo parallelo alla linea; ma i risultati, almeno colle stazioni della potenza suindicata, furono negativi: risultati pratici si ottennero invece coi condensatori e precisamente, nel caso di alte tensioni, vengono inseriti due condensatori in serie con una terra intermedia.

Per la trasmissione, si adotta alternativamente l'accoppiamento a mezzo di antenna parallela alle linee, oppure mediante inserzione di condensatori; l'uno e l'altro sistema ha i suoi pregi e difetti: allo stato attuale è preferibile l'accoppiamento ad antenna, perchè l'inserzione a mezzo condensatori può dar luogo ad inconvenienti e perturbazioni dovute ai fenomeni transitori.

Gli impianti ad onde convogliate su linee di energia, si distinguono in tre tipi: a) collegamento fra due centrali, è il tipo più semplice; b) collegamento di una centrale con sottocentrali, corrisponde al tipo radiale, in quanto che, oltre i dispositivi di chiamata selettiva, non occorre per la comunicazione che due lunghezze d'onde diverse; c) collegamento interregionale e fra centrale e sottocentrali di una Società di distribuzione, corrisponde al tipo diagonale: in questo caso, oltre i soliti dispositivi di chiamata selettiva, ne occorrono altri atti a variare le lunghezze d'onda, allo scopo di assicurare, ad esempio, che la comunicazione effettuantesi sulle linee dell'interregionale non possa essere percepita colle apparecchiature destinate al solo servizio fra centrale e sottocentrale.

Perego: Le difficoltà esposte dipendono dal sistema usato, nel mio sistema vi è una sola onda che serve per le varie chiamate. Da quanto ha detto Soleri risulta la possibilità di comunicare tra le varie centrali con onde di lunghezza diversa senza arrecarsi disturbo a vicenda. Il sistema a onde convogliate deve servire specialmente nei casi in cui gli altri sistemi mancano alle necessità del servizio. L'installazione di un impianto del genere non deve quindi voler dire l'abbandono degli impianti esistenti.

Civita: Giustamente il nostro presidente ha pregato di formulare un voto al Governo per invitarlo a sistemare la questione delle onde convogliate nei riguardi delle aziende elettriche. Nel 1910 vi fu un decreto che permetteva le installazioni radiotelegrafiche, ma venne tolto nel 1915 per la guerra. Durante gli scioperi del 1919 e 1920 si vide la necessità di un sistema che permettesse le comunicazioni anche con linee telefoniche tagliate. Si pensò alla r. t. specialmente in seguito a gravi casi avvenuti sulle linee dell'Adamello e

su quelle che alimentano Roma. Nel 1921 si è tolto il divieto ma dal '21 al '23 non solo non si avanzò nella questione, ma si dovettero, per ordine dell'autorità politica, anche smontare gli impianti r. t. fatti. Risulta indispensabile l'assicurare le comunicazioni in qualunque caso; ed è possibile anche fornire all'autorità tutte le garanzie richieste. La necessità di impianti r. t. risulta specialmente nelle centrali alpine dove durante le grandi nevicate tutte le linee spesso vanno a terra.

Occorre che il Governo esca dalle indecisioni e permetta di fare questi impianti. (Applausi).

Lombardi: La commissione di merito si è accupata della questione, e ha preparato uno schema di voto che vi sottopongo.

«L'Associazione elettrotecnica italiana, considerando le difficoltà che ancora oggi incontrano le imprese elettriche per assicurare nei loro impianti le comunicazioni indispensabili al servizio; riconoscendo la possibilità e la urgenza di risolvere il problema mediante il sussidio delle radio comunicazioni, e tenuto conto che, con opportune disposizioni, si potrà contenere in misura conveniente la interferenza con gli altri servizi radio, fa voto che il Governo prenda in benevola considerazione le esigenze degli impianti elettrici senza fili, e adotti le più sollecite e favorevoli decisioni in merito alle relative domande di concessione».

—**Del Buono:** L'ordine del giorno presentato racchiude bene il voto che si voleva esprimere.

Semenza: Il voto letto risponde come sentimento a quello che si vuol dire, ma la forma usata mi sembra troppo blanda, e credo che convenga dire apertamente ciò che si pensa della questione.

Del Buono: Prega Lombardi di elevare il tono dell'ordine del giorno.

Lombardi: Dice che sarà possibile farlo solo dopo una nuova riunione della Commissione.

Vallauri: Ritornando sulle osservazioni fatte da Campos sulla possibilità di superare le cabine, quando una cabina è messa a terra è possibile far passare la trasmissione a mezzo di antenne, sincronizzando bene il sistema d'accoppiamento colla frequenza che si usa. Questo dà risultati migliori di quelli ottenuti con condensatori senza presentarne i pericoli.

Nella memoria Borgatti vi è il modo da seguirsi per evitare gli inconvenienti lamentati, ciò che risulta anche da esperienze non completamente sviluppate da noi, ma che invece diedero ottimi risultati in Germania. Tra Lipsia e Berlino funzionano molte linee ad alta frequenza con comunicazioni multiple: dove il sistema si è sviluppato esso è tornato di grande aiuto agli impianti ordinari pur non essendo l'unica soluzione possibile.

Presidente: Prega l'Ing. Sordina di volere riassumere brevemente — in assenza del collega Ruelle — ambedue le memorie: «I moderni impianti di trasmissione radio-telegrafica» e «I moderni impianti di ricezione radiotelegrafica».

Sordina: Compito di una stazione radiotelegrafica trasmittente è quello di produrre delle perturbazioni elettromagnetiche che investano la stazione ricevente, la quale in condizioni adatte può rilevare i segnali. È implicito nella teoria di Maxwell che è necessario fare uso di corrente elettrica ad alta frequenza. Il campo magnetico in arrivo è proporzionale alla frequenza e però anche la potenza ricevuta è proporzionale al quadrato della frequenza.

In principio si aveva un circuito oscillante la cui capacità era caricata e poi scaricata attraverso un circuito di determinata frequenza nel quale si procurava di ridurre le perdite, in modo che la scarica avesse carattere oscillatorio periodico. Si hanno così i primi impianti a scintilla con spinterometri, che oggi sono scomparsi.

Ve ne sono per stazioni di bordo, perchè essendo poco sintonici sono adatti per trasmettere segnali di soccorso o di urgenza. Un grande progresso si è fatto passando alla corrente persistente ad alta frequenza. La soluzione più conveniente era quella di avere alternatori ad alta frequenza, cosa difficilissima quando si pensi alle difficoltà costruttive e alla velocità periferica da conseguire. Si hanno quindi altri sistemi che si possono raggruppare in due tipi: generatori sincroni e asincroni.

Gli asincroni sono semplici convertitori che trasformano la corrente in oscillatoria con frequenza propria del circuito oscillante: come tipo di generatore asincrono abbiamo l'arco Pulsen, che è un convertitore di corrente continua in corrente alternata. Altri tipi di generatori asincroni sono le valvole o triodi, i quali sono adatti per impianti di media potenza. Per i grandi non sembra abbiano perfezione sufficiente per dare affidamento. Dovendo fare un impianto di grande potenza sarebbe necessario mettere in parallelo molti triodi e non sembra che il dispositivo si presti perfettamente. Si può ricorrere poi ad alternatori che diano frequenze basse, elevando queste mediante duplicazione statica Joly e Vallauri. Si sfruttano i cicli asimmetrici del ferro, ed il sistema si è sviluppato in Germania.

Se si avesse una dinamo in serie col circuito oscillante si avrebbe una f. e. m. utile proporzionale alla corrente e ne risulterebbe un generatore ad oscillazione persistente. Volendo fare un confronto fra alternatori ed archi si può dire che i secondi presentano sicurezza ed elasticità di funzionamento perchè permettono di avere una estesa gamma di frequenze; i primi sono più delicati nel loro modo di funzionare, presentano un maggior costo d'impianto e sono adatti a produrre solo una ristretta gamma di frequenze.

È noto come oggi si abbia per la trasmissione radiotelegrafica la manipolazione automatica, vale a dire che i segnali vengono impressi in una striscia di carta la quale è poi manipolata da una macchina. Per questo sistema si chiede una perfetta regolarità.

L'energia ottenuta dal generatore viene poi trasmessa all'aereo

che è un altro elemento essenziale dell'impianto di radiotelegrafia. Per trasmissioni a grandi distanze in Europa si tende ad aerei sostenuti da piloni dell'altezza di circa 250 m, mentre in America si adottano aerei più estesi, di altezza media di 120 metri.

La soluzione del problema dell'aereo dipende in gran parte dal fattore economico, e può trovarsi conveniente un tipo piuttosto che l'altro a seconda del materiale di cui si può disporre a migliori condizioni.

Per il fatto che con un aereo dobbiamo avere per forza un punto a terra ne consegue che la resistenza di terra porta una perdita che è la maggiore a cui dà luogo un aereo, e però solo una parte dell'energia fornita all'aereo viene irradiata. Il rendimento è dato dal rapporto fra la resistenza dell'irradiazione e la resistenza totale.

Negli ultimi tempi si sono fatti dei progressi per limitare la perdita, facendo uso di prese di terra multiple e si raggiungono resistenze di antenne che vanno al di sotto di un ohm. Come coefficiente di efficacia di un impianto trasmittente si usa definire il prodotto dell'altezza dell'aereo per il numero di ampere che si hanno alla base dell'antenna, ossia un prodotto di metri-ampere.

Come efficacia di trasmissione tra Parigi e New York per un collegamento di 6000 km bastano per una comunicazione abbastanza sicura 30 000 metri-ampere; mentre per una comunicazione bene assicurata occorrono 75 000 metri-ampere.

Passando agli impianti di ricezione si tratta di rilevare con mezzi adatti la presenza di segnali inviati da un'altra stazione. Il campo elettromagnetico in arrivo crea nel circuito ricevente correnti estremamente deboli. Queste sono inviate entro circuiti speciali per essere amplificate in alta frequenza. Si provvede poi ad un cambiamento di frequenza, alla eliminazione degli intrusi e si va poi a bassa frequenza fino agli apparecchi registratori.

Il maggiore nemico per la ricezione è costituito dai disturbi atmosferici, che sono perturbazioni le quali investono l'aereo e si infiltrano insieme ai segnali e arrivano ai telefoni producendo in questi dei rumori vari e talora così forti da superare i segnali ed ostacolare la ricezione.

Furono fatti molti studi a questo riguardo e anche oggi non è completa la conoscenza dei disturbi suddetti, e per quanto si siano formulate molte ipotesi, queste non hanno conferma sperimentale.

Studi importanti sono stati fatti di recente e si spera che essi portino a buoni risultati: in essi si fa uso di un aereo reso aperiodico mediante una grande resistenza. Si agisce poi opportunamente su di un oscillografo a raggi catodici con condensatori posti a 90 gradi uno dall'altro. Su una coppia di armature agisce una frequenza nota, mentre sull'altra agisce il disturbo.

Da queste esperienze risulta che si hanno due tipi di perturbazioni atmosferiche, una periodica ed una aperiodica, le quali danno lunghezze d'onda superiori ai 30 km.

Altre esperienze potranno modificare i risultati ottenuti fino ad oggi e sarà molto interessante uno studio sistematico per eliminare i disturbi atmosferici.

Quando la ricezione veniva fatta con aereo si fecero tentativi per eliminare i disturbi atmosferici; ma i maggiori progressi si sono avuti oggi con la ricezione direttiva e con l'impiego dei ricevitori Bellini-Tosi.

Un telaio ha proprietà eminentemente direttive ossia riceve onde provenienti nel piano del telaio stesso, mentre non è influenzato da onde che pervengono in direzione normale, e ciò serve ad eliminare l'influenza di molte onde disturbatrici.

Un altro sistema di ricezione è costituito dal radiogoniometro che è formato di due telai ad una sola spira posti in piani verticali e perpendicolari e facenti capo ad un sistema di tre bobine, due fisse situate in piani verticali e una terza ad asse orizzontale e girevole intorno al suo diametro verticale, facente capo ad un condensatore di sintonia. Pertanto, siccome le correnti indotte nelle due bobine fisse, quando sono in fase, creano un campo risultante della stessa direzione di quello della stazione trasmittente, si ha che il radiogoniometro funziona con lo stesso principio del telaio quando si pensi che la bobina mobile o esploratrice tiene luogo del telaio ed il campo magnetico generato dalle bobine fisse è la riproduzione in miniatura del campo magnetico spaziale della stazione trasmittente. Volendo fare un confronto fra i due sistemi di ricezione non si può dire che uno sia superiore all'altro. Il telaio ha il vantaggio della facilità di maneggio, ma non permette l'adozione di tipi molto grandi di aerei. Invece il radiogoniometro ha una causa di perdita maggiore nel circuito per la presenza delle bobine, ma non si ha limitazione alcuna per l'ampiezza dell'aereo e permette con un piccolo organo di orientare comunque il diagramma di ricezione.

Gli americani hanno sviluppato un sistema di antenne basse lunghe 15 km e alte otto a dieci metri. All'arrivo di un segnale l'onda avanza lungo il filo e va ingrossando mano a mano che va da un estremo all'altro. Un tale tipo di antenna pare abbia vantaggi dal punto di vista della selettività e dei disturbi atmosferici, ma richiede linee molto lunghe e su terreni liberi.

I principali impianti ricevitori sono a fianco alla stazione di trasmissione; ed oggi le due operazioni di trasmettere e ricevere sono fatti nella stessa stazione con locali a parte.

L'impianto fatto a Livorno è eseguito con due radiogoniometri Bellini con aereo unico e si è fatto uso di grandi telai per cui la ricezione è ottima.

Presidente: Ringrazia l'Ing. Sordina per la lucida esposizione fatta ed esprime un voto di ringraziamento per i due autori assenti.

Tenuto presente che i colleghi devono partire alle 17,30 per Ve-

nezia, data la brevità del tempo disponibile ritiene opportuno che la discussione delle varie memorie sia fatta in una volta sola, e però prega il Comandante Montefinale di volere riassumere la sua comunicazione: «Lo sviluppo e l'opera dell'officina radiotelegrafica della Regia Marina».

Montefinale: Svolge la sua memoria sullo sviluppo e l'opera della officina radiotelegrafica della Regia Marina, descrivendo il banco di taratura dei grossi triodi ivi installato e mostrando le difficoltà che si trovano in questa prova. Procedimenti e risultati sono riferiti nella comunicazione stampata.

Pession: La comunicazione presentata col collega Vallauri si propone di dare dei dati numerici sui servizi radio-telegrafici commerciali. Abbiamo studiato i servizi, e fatta una classificazione delle stazioni r. t. esistenti. Dallo studio fatto ed esposto nella nota, si ricava che la r. t. è conveniente per distanze grandi, ma non grandissime, e che difficilmente è redditizia quando si trova in concorrenza coi cavi sottomarini. Assai utile invece una collaborazione tra i due sistemi. Per fissare delle conclusioni precise bisognerebbe però sapere che cosa ci riserva la tecnica dell'avvenire; ritengo però utilissima una discussione in proposito.

Solari: Ho ascoltato con vivissimo interesse le parole di Pession, e credo che oramai tutti siano convinti dell'importanza dell'argomento.

Propongo un voto di plauso alla R. Marina per il grande sviluppo che essa ha dato da noi a questo ramo dell'elettrotecnica. (Applausi).

Del Buono: Trasmetto il voto al Ministero.

Solari: Vallauri ci ha comunicato che la R. Marina smette il servizio. Mi domando il perchè, dato che la R. Marina ha tenuto alto di fronte all'estero il nome italiano in questo campo.

Nel campo tecnico devo osservare, a proposito della lotta tra alternatori ad alta frequenza e le valvole termoioniche, che nelle memorie presentate si mostra una preferenza per l'alternatore nel caso delle grandi potenze. Marconi non crede che gli alternatori risolvano il problema nel modo più economico e conveniente, ed è contrario al parere diffuso che la valvola termoionica serva solo per piccole e medie distanze. In una stazione inglese per grandi distanze funzionano valvole termoioniche. Molto si è discusso nelle riviste tecniche sull'argomento. L'impianto, che è stato visitato da molti tecnici, riesce a trasmettere dall'Inghilterra all'Australia, ciò che mostra la possibilità di sostituire agli alternatori le valvole, dato che queste ultime hanno una grande semplicità di costruzione, forniscono frequenze costanti, permettono di seguire facilmente le varie oscillazioni del traffico. Permettono inoltre di variare facilmente la lunghezza d'onda e, cosa importante per noi, le valvole si costruiscono anche in Italia, mentre gli alternatori bisogna farli arrivare dalla Francia e dalla Germania, dato che richiedono per la loro costruzione officine specializzate. Le ditte costruttrici di alternatori tendono naturalmente a vendere i loro apparecchi prima che le valvole li sostituiscano.

La Compagnia Marconi con esperienze costosissime ha stabilito comunicazioni con tutti i Dominions inglesi. L'arco in seguito ad esse venne scartato benchè la sua semplicità l'avesse fatto riconoscere assai utile, specialmente nel periodo della guerra. L'alternatore serve per traffici continui, in una sola direzione, per gli altri servizi si mostra molto superiore la valvola.

Le ultime esperienze ci mostrano che con un kW si trasmette sino a 5000 km. Conviene ancora far installazioni di grande potenza molto costose ad alternatori, quando le valvole permettono un servizio di grande regolarità anche durante il giorno? Dopo uno studio accurato il Portogallo ha deciso di dare sotto certe condizioni una concessione per quaranta anni per comunicazioni con tutto il mondo ottenute a mezzo di stazioni Marconi a valvola da stabilirsi in tutte le Colonie ed isole Portoghesi.

Ritengo quindi necessario che il Congresso esprima il suo parere sopra questo argomento di così grande importanza per l'economia nazionale.

Vallauri: Ringrazio il marchese Solari pel saluto rivolto alla Marina. Quanto alla preferenza da darsi alle valvole rispetto agli alternatori, si tratta di un argomento assai discusso. La Radio Corporation che ha grandissimi impianti, e che possiede i più grossi triodi, impiega ancora gli alternatori, e tutte le grandi stazioni sono o ad alternatori o ad arco. È bensì vero che si fanno esperienze dimostranti la possibilità di trasmettere a grandi distanze con poca potenza, ma la stessa Marconi prosegue nell'impianto di grosse stazioni.

Solari: La Radio Corporation è formata da molte Compagnie tra cui la Marconi, ciò che porta all'adozione di molti tipi di apparecchi trasmettitori. Anche questa grande Società ha deciso di adottare le valvole.

Del Buono: Chiude la discussione annunciando che il Prof. Lori nella serata dopo le 21 eseguirà esperienze di ricezione radiotelefonica.

* *

Partecipazione italiana alla III Conferenza Internazionale sulle reti ad alta tensione.

Come accennavamo in uno dei numeri scorsi, la Presidenza Generale ha costituito un Comitato ordinatore per la partecipazione italiana alla terza Conferenza internazionale di Parigi, la quale avrà luogo dal 7 al 14 Giugno 1925.

Il Comitato è costituito dal Prof. Giuseppe Sartori, Presidente Generale; dai Vice-Presidenti: Comm. Ing. Ulisse Del Buono; Comm. Prof. Elvio Soleri; Grand'Uff. Prof. Giancarlo Vallauri, e dai Membri: Prof. Luigi Lombardi; Prof. Angelo Barbagelata; Grand'Uff. Ing. Guido Semenza; Ing. Renzo Norsa; Ing. Gino Campos; Ing. Ferrari Carlo; Ing. Francesco Manfredi, Segretario.

Al Segretario Ing. Manfredi dovranno pertanto rivolgersi tutti coloro che intendessero partecipare ai lavori della Conferenza.

Le Memorie dovranno pervenire al Segretario generale della Conferenza, a Parigi, al più tardi, al 1° Febbraio od al 1° Aprile 1925, secondochè esse saranno redatte in una sola lingua (francese o inglese) o in entrambe. Le Memorie stesse dovrebbero quindi pervenire al Comitato ordinatore entro il prossimo Dicembre.

* *

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

La prossima Riunione internazionale a Londra.

Si è riunito, assai numeroso, il 7 corrente a Milano, sotto la presidenza del Prof. Lombardi il Comitato Elettrotecnico Italiano. Si è esaminato e discusso il notevole lavoro compiuto dopo l'ultima riunione del marzo dai sottocomitati A (nomenclatura e simboli) e B (macchine) prendendo accordi definitivi su quanto dovrà essere presentato alla Commissione Elettrotecnica Internazionale. Si sono poi designati i delegati alle riunioni dei Comitati di studio della C. E. I. che si riuniranno a Londra il 15, 16 e 17 luglio. Il nostro Comitato sarà pertanto rappresentato dal suo presidente, Prof. Lombardi, dal Prof. Morelli specialmente incaricato per le macchine, e dal Prof. Barbagelata per la nomenclatura ed i simboli. Oltre a questi delegati ufficiali si spera che altri colleghi del Comitato possano partecipare alle riunioni, che saranno naturalmente presiedute dall'Ing. G. Semenza nella sua qualità di Presidente della Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Il Comitato ha inoltre discusso sulla sua riorganizzazione interna approvando una proposta della Presidenza suggerita dall'ampliamento dei compiti del Comitato stesso e dell'aumentato numero dei suoi membri. Secondo tale proposta vengono soppressi i tre attuali sottocomitati che erano ormai troppo numerosi per poter utilmente lavorare, e create invece parecchie Commissioni di cinque o al massimo sette membri con compiti precisi e ben definiti. Si è anche stabilito come debba svolgersi il lavoro delle Commissioni stesse in rapporto al Comitato, adottando per quanto possibile il procedimento per corrispondenza. Su questa nuova organizzazione e sulla formazione di queste nuove Commissioni avremo occasione di ritornare.

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI BOLOGNA

Il 6 marzo 1923, alle ore 21, il Dott. Sandonini, tenne una interessantissima comunicazione, che viene pubblicata in questo stesso numero, sulle «Nuove vedute in materia di distribuzione di energia elettrica».

Prendendo lo spunto da un rapido esame del progetto della nuova Legge per l'elettrodotto, per quanto non ancora noto nel suo testo definitivo, e al quale muove critica per quelle che egli ritiene ne siano le principali manchevolezze, il conferenziere passa in rivista quanto negli ultimi anni è stato proposto e discusso in fatto di legislazione relativa a produzione e distribuzione di energia elettrica.

E dopo avere accennato al rallentamento attuale nello sviluppo della produzione e alla necessità di assecondare le grandi richieste di energia che in un prossimo avvenire sono da ritenersi immancabili, il conferenziere rileva quella che egli ritiene una incongruenza nell'atteggiamento dello Stato; che geloso custode delle risorse idriche del Paese ne fa oggetto unicamente di temporanea concessione, mentre poi sembra volersi disinteressare del congegno della distribuzione, sanzionando la consolidazione del possesso assoluto delle linee da parte delle società distributrici. Il conferenziere afferma come la energia elettrica debba essere considerata non più come un lusso, bensì come cosa indispensabile ormai nella vita civile come il pane, la casa, la strada. E ne deduce essere inammissibile che così formidabile ed essenziale congegno quale il complesso delle linee primarie di distribuzione possa restare di assoluto dominio di monopoli privati senza un diretto controllo dello Stato; nella stessa guisa per cui non sarebbe tollerato l'assoluto possesso da parte di privati della rete ferroviaria, dei porti, ecc.

La nuova legge invece accenna soltanto senza precisarla ad una possibile azione dello Stato in certi casi essi pure imprecisati; e in linea tecnica accenna soltanto ad un tentativo di classificazione senza stabilire un qualsiasi criterio che preluda alla costituzione di un piano regolatore della rete primaria nazionale controllata dallo Stato.

Il conferenziere conclude facendo voti in questo senso, dopo avere chiarito di non intendere con ciò di invocare statizzazioni, ma soltanto un'azione illuminata dello Stato capitalista; del quale è desiderabile un maggior interesse per ciò che è sfruttamento del suo patrimonio.

Cessati gli applausi con cui i numerosi intervenuti salutarono l'oratore alla fine della conferenza, l'Ing. Amati, Presidente, ringrazia

l'egregio collega per la sua importante comunicazione; poscia apre la discussione.

Ing. Amati: Gli argomenti trattati dal Dott. Sandonnini nella sua brillante conferenza furono tanti e così importanti che non è possibile rispondere sui due piedi a tutti ed ordinatamente. Si limita perciò a rilevare alcuni punti fondamentali. Non gli sembra giustificato il rincrescimento che lo Stato colla proposta nuova legge si mostri troppo benevolo verso le aziende elettriche. I proprietari sanno difendersi anche troppo bene. E del resto il regime di onesta libertà in cui in base alla legge del 1894 le aziende hanno potuto svolgere i loro impianti, ha portato lo sviluppo della distribuzione elettrica in Italia ad un così alto grado di intensità e di estensione che non è proprio il caso di rammaricarsene.

Che le linee rimangano di proprietà dei distributori quando, allo scadere delle concessioni l'impianto idroelettrico passerà allo Stato, non toglie allo Stato la possibilità di riscattare le linee, come del resto per questo e per i macchinari la legge sulle concessioni idrauliche gli darà diritto. Che valore potranno avere linee elettriche quando non abbiano la Centrale che le alimenta?

Ribatte vivamente contro l'affermazione che le Società Elettriche abbiano interesse a mantenere scarsa la disponibilità di energia per potere meglio mantenere e sfruttare la loro condizione di monopolio. Che questo monopolio vi sia, è un fatto indiscutibile. Ma è una condizione necessaria di cose. L'industria della distribuzione elettrica lavora con margini di utile così onesti, che non lascia posto generalmente a distribuzioni concorrenti. Del resto nulla si oppone ne legalmente, nè in altro modo, perchè la concorrenza possa avvenire. Ed esempi non mancano certamente nemmeno in Italia. Ma anche dove questi esempi ci sono si è visto in pratica che lasciarono le cose immutate.

E non si dica nemmeno che allo stabilirsi della concorrenza si opponga la entità dei capitali necessari. Si è visto anche recentemente che, per certe industrie a largo margine, i capitali si sono trovati e non solo a decine, ma a centinaia di milioni.

Il costo dell'energia elettrica dipende soprattutto dalla necessità di investire forti capitali. Per mantenere i costi nei limiti più ristretti, è ovvio che le Società proporzionano la costruzione degli impianti generatori al fabbisogno e li sviluppano gradualmente. Se la magra di due anni fa portò i noti disagi, lo si dovette solo alla sua assoluta eccezionalità e al momento in cui si verificò quando i nuovi impianti intrapresi subito dopo la fine della guerra non potevano essere ancora efficienti. Del resto non si ebbero forse, e ben più gravi, crisi di vagoni, ecc., ecc.?

Ritiene più accademica che pratica l'idea delle grandi linee nazionali, collettrici di ogni energia. Una linea elettrica, anche ad altissima tensione, ha una potenzialità limitata e raggiunge ben presto la saturazione. Ogni anno non si costruiscono forse linee nuove? E non parla delle difficoltà tecniche per l'esercizio in parallelo di sorgenti elettriche che non siano governate, come ora avviene presso le aziende private, da un'unica mano.

Ritiene pure poco pratica l'idea che una legge debba porre l'obbligo al proprietario della linea di ricevere su di essa energia elettrica d'altri per farsene vettore e riconsegnarla in altri luoghi. Le difficoltà tecniche ed economiche per un'intesa sono tante che la legge nella sua portata generale potrebbe essere facilmente elusa, mentre, anche senza la legge, nulla impedisce che le intese, ove siano possibili e convengano, non si facciano, come del resto furono anche fatte in qualche caso, egualmente.

In complesso gli sembra immaturo il prevedere in una legge oggi tutto quanto potrà avvenire in seguito. Le leggi non sono immutabili. E gli sembra che, soprattutto nei congressi di tecnici, debba combattersi tutto ciò che sembri accusa all'industria privata. Essa è riuscita a dare al nostro Paese un meraviglioso patrimonio di impianti ed a vendere l'energia, a differenza di ogni altra merce, a prezzi che riferiti all'attuale potere d'acquisto della moneta sono la metà ed anche il terzo di quelli d'ante guerra.

Prof. Revessi: Vedo con piacere come la questione di un più moderno assetto delle reti, che forse sono stato il primo a sollevare in una forma organica, vada acquistando attenzione sempre maggiore.

La realizzazione tecnica di una rete nazionale non è per ora in gioco, ora si tratta di fissare le linee di un progetto di legge che dovrà servire per dieci o venti anni, e sotto l'imperio della quale la rete nazionale dovrà formarsi e completarsi.

Fra dieci o venti anni, creda l'Ing. Amati, si potranno superare le attuali difficoltà tecniche. Quindi la legge deve contenere non la creazione della rete nazionale o del controllo, ma deve permettere la possibilità di questa rete. Ciò manca nel progetto di legge che par fatto per il passato, e non per l'avvenire. Ad esempio la legge pretende distinguere la grande trasmissione dalla linea di minore importanza con definizioni che possono essere esatte oggi, ma che potrebbero esser false domani.

L'attuale monopolio delle imprese elettriche è dato più da ragioni tecniche che economiche, pertinenti sostanzialmente al regime delle reti, ed è appunto questo che occorre cambiare, introducendo, per dir così, il diritto di elettrodotto sull'elettrodotto che nulla vieta di introdurre.

L'argomento meriterebbe più ampio discorso.

Prof. Sartori: La discussione mi pare opportuna da un lato e prematura dall'altro. È opportuna perchè mette subito in luce certi difetti di qualche proposta fatta. Prematura perchè l'attuale progetto di legge sarà certo cambiato. Infatti se dovesse essere sancito dal

Parlamento che le Autorità comunali potranno disciplinare come vogliono la distribuzione, si creerebbe una tal confusione da rendere impossibile ogni distribuzione. Ci sia pure un organo disciplinatore; ma sia unico e non lasciamo, per carità, questa facoltà alle Autorità comunali!

Non mi impressionerei se trovassi nella legge un punto che, sotto determinate riserve, rendesse possibile il semplice transito della energia sopra una linea. Nè mi dissimulo le difficoltà di svariatissima indole inerenti al disciplinamento di questo transito per quanto concerne la immissione in un punto e il ritiro in un altro.

L'esempio portato dal collega Sandonnini di una strada che è di dominio pubblico e come tale serve a tutti i cittadini indistintamente, non mi pare calzi perfettamente; in quanto che la strada è puramente passiva e ognuno vi si muove in modo indipendente; mentre una linea elettrica è come un nervo che stimolato in un punto risponde in molti altri, il che anche dal punto di vista giuridico ha ben diverso valore.

Ma guardando al passato, quando anche solo una ventina di anni fa pareva impossibile fare marciare in parallelo due alternatori a 10 km di distanza, pensando alla tecnica attuale che consente trasporti imponenti, collegamenti razionali, scambi di energia a centinaia di chilometri di distanza, dobbiamo tutti convenire che le soverchie preoccupazioni di indole tecnica non hanno ragione di essere. Al tempo in cui lo Stato diventerà proprietario delle centrali idroelettriche, quante delle attuali difficoltà saranno scomparse!

Se una legge portasse uno stimolo nuovo e facesse anticipare un congegno atto ad allargare il campo di azione e di penetrazione della energia elettrica, noi faremmo opera deleteria respingendone il verbo. L'Italia che per prima dettò nel mondo una legge di elettrodotto parve consapevole dei benefici che essa avrebbe apportato; indubbiamente precorse i tempi. Sarebbe ben doloroso che per l'avvenire altri la sopravanzasse. Guai se un principio nuovo portasse confusione, disordine!

Ing. Amati: In fondo quello che preconizza il Prof. Sartori è già un fatto compiuto negli accordi che intervengono fra Società, le quali avendo reciproca convenienza avvisano ai mezzi per rendere praticamente irreprensibile un collegamento.

Prof. Sartori: È vero, ma la legge dovrebbe mirare più in alto e poichè è canone fondamentale della legge civile che l'interesse particolare di un singolo debba cedere di fronte a quello preminente della collettività, non sembra troppo arrischiato il pensare che una legge possa imporre quello che può rappresentare beneficio per i più, semprechè non ostino difficoltà di indole tecnica e non risultino troppo compressi i diritti dei singoli.

Prof. Revessi: La legge dovrebbe stabilire il principio, per ora si potrebbe cominciare da reti regionali, date anche in concessione agli industriali, per arrivare gradualmente alla rete di Stato.

Ing. Sperti: Desidero fare una osservazione che può sembrare alquanto paradossale, ma che, appunto per questo, servirà, a mio avviso, a dimostrare l'assurdo di una rete statale di distribuzione elettrica. Perchè gli stessi concetti espressi dal Dott. Sandonnini, non si applicano ad esempio alla rete delle Ferrovie dello Stato?

Perchè non si concede, nè si chiede sia concesso, a privati di usare delle linee ferroviarie già esistenti, e delle opere costosissime già eseguite (come viadotti e gallerie) per trasporto di merci con mezzi propri, previi gli opportuni e non difficili accordi?

In fondo, qui, la questione principale sarebbe quella di conciliare degli orari, cosa certamente più semplice di quella di mettere in accordo frequenze, tensioni, perdite di carico, potenze reattive, ecc.

Crederei di poter dimostrare la certo maggior facilità di attuazione di questo problema in confronto a quello prospettato dal Dottor Sandonnini. Comunque mi basta avere espresso la mia convinzione che la preferenza data alle reti elettriche sia immatura e non del tutto giustificata.

Ing. Righi: È con viva sorpresa che ho sentito stassera sostenere che si dovrebbero costruire linee nazionali o statali di trasporto, dalle quali tutti potrebbero prevalere e sulle quali tutti potrebbero versare energia a loro piacimento, salvo a fine mese a fare il conto del dal dare e dell'avere, gravati di un certo pedaggio per l'uso delle linee. E si è detto anche che in tal modo le piccole forze idrauliche verrebbero messe in valore e i piccoli centri potrebbero avere facilmente l'energia elettrica.

Io prego gli egregi colleghi, i quali si sono certamente lasciati trascinare da un ottimismo che io non condivido, di ben tenere presente che, a parte tante e pur gravi difficoltà tecniche particolari, allo stato attuale della tecnica le linee nazionali non potrebbero essere che trifasi; il che implica che tutte le centrali, grandi e piccole, moderne ed antiche, ben condotte e mal condotte, dovrebbero marciare in parallelo assieme alle reti di distribuzione. Se voi credete attuabile questo, il che io non credo se non a rischio di inconvenienti e questioni continue, dite chiaramente ed esplicitamente che le reti nazionali o statali implicano necessariamente il controllo statale sull'esercizio delle centrali e delle reti di distribuzione. Non rafforzate nelle menti degli incompetenti la fallace semplicistica illusione che le linee di trasporto siano paragonabili alle strade ordinarie sulle quali ognuno è libero di transitare con qualunque veicolo in qualunque momento!

Il Presidente ringrazia i vari oratori che hanno contribuito col loro intervento a chiarire i vari aspetti del complesso problema, e si augura che ciò porti un contributo per le decisioni future.

La seduta è tolta alle ore 23.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Prove sui triodi.

Dopo le comunicazioni presentate alla seduta di Padova dell'ultima riunione annuale, sono state da più parti riprese ed eseguite numerose ricerche sulle proprietà dei triodi o tubi elettronici a tre elettrodi. I risultati di una di queste ricerche, eseguita appunto nell'Istituto Elettrotecnico di Padova, sono esposti dal Dott. DEL NUNZIO in una nota che riportiamo in questo fascicolo. In essa si è tratto partito della prontezza, con cui i triodi si adattano ad ogni variazione di regime, per eseguire un'indagine, diremo così differenziale, su quegli aspetti del loro funzionamento che si sogliono studiare mediante le ben note caratteristiche statiche. A tal fine si è dimostrato conveniente adoperare il galvanometro balistico. E' possibile infatti misurare con esso direttamente le variazioni di un dato parametro per effetto delle variazioni impresses ad un altro parametro; ed in particolare è possibile di ricavare mediante un semplice rapporto fra due elongazioni balistiche quel caratteristico valore numerico, per il quale si va sempre più diffondendo ed affermando il nome di *coefficiente di amplificazione interna*.

La legge sull'elettrodotto.

Facendo seguito alla lettera del nostro Presidente Generale al Ministro dei LL. PP. — pubblicata nello scorso numero — riportiamo in questo il testo completo del nuovo e discusso schema di legge sull'elettrodotto e del relativo regolamento. Diamo pure, come già annunciammo, un ampio riassunto della relazione di minoranza al Consiglio Superiore dei LL. PP. presentata dall' Ing. Allievi, in rappresentanza della A.E.I.E., e delle osservazioni critiche pubblicate recentemente dalla A.N.I.E.L., la nuova Associazione recentemente costituitasi a Milano fra esercenti imprese elettriche.

La "World Power Conference",

La prima conferenza dell'energia mondiale inaugurerà i suoi lavori il 30 corrente a Wembley con la partecipazione ufficiale di una quarantina di nazioni. Diamo più avanti l'elenco dei lavori presentati dagli italiani ed i nomi dei Colleghi nostri che parteciperanno alla Conferenza, del cui svolgimento terremo informati i lettori.

LA REDAZIONE.

Elenco dei fabbricanti in Italia ... di macchinario e materiali elettrici ...

L'Ufficio Centrale sta preparando la 3^a edizione dell'elenco, del quale pervengono continue richieste da parte di Ministeri, Enti pubblici, Camere di commercio, Consolati, ecc. È quindi interesse di tutte le Ditte costruttrici in Italia di essere incluse in questa vera Guida dell'industria elettrotecnica nazionale.

Gli interessati sono pregati di rivolgersi direttamente all'Ufficio Centrale (Via S. Paolo 10 - Milano (9)).

MISURE BALISTICHE SUI TRIODI

B. DEL NUNZIO

1. Scopo della ricerca. — La grande sensibilità del fenomeno termoionico alle molteplici cause di carattere accidentale e sistematico, che possono influenzarlo e di cui non sempre appare facile e possibile l'eliminazione, rende il triodo un apparecchio estremamente capriccioso, ad ogni modo notevolmente differente nel suo funzionamento pratico da quello a cui invece condurrebbe a credere la semplicità delle considerazioni teoriche classiche. In modo particolare poi la previsione del suo funzionamento in rapporto alle caratteristiche costruttive, che ne definiscono il tipo, e soprattutto il grado di uniformità e di costanza delle grandezze, che riguardano più da vicino ogni suo particolare impiego, appaiono tutt'ora molto incerti e difficili da ottenere per la natura stessa del fenomeno elettronico e per le numerose azioni elettrostatiche ed elettromagnetiche che lo accompagnano. D'altra parte la tecnica ha già impiegato largamente nella industria e nei laboratori le meravigliose qualità del triodo e tende incessantemente a svilupparne le applicazioni in campi diversissimi, e appunto a causa di tale vasto uso essa sente adesso il bisogno non già di migliorare i modelli dei triodi adoperati, i quali quanto a costruzione sembrano aver raggiunto il grado di migliore perfezione, ma di affinare i metodi e gli apparecchi adatti a fornire i valori dei differenti elementi, che segnano i pregi di ogni modello di triodo. E il bisogno è tanto più vivo in quanto che il progresso dei metodi di misura non ha seguito con pari ritmo l'affrettata evoluzione dei triodi; e ancora adesso nei laboratori e nelle industrie si seguono procedimenti, che non possono rendere conto nè determinare colla approssimazione necessaria gli scarti del vero funzionamento da quello previsto.

Abbandonati tutti i metodi teorici, i quali in base ad ipotesi semplificatrici, nè poche nè del tutto esenti da arbitrio, riuscivano a stabilire fra le dimensioni degli elettrodi e gli elementi caratteristici alcune relazioni, che davano valori calcolati troppo discordi da quelli osservati; e lasciati da parte, per la medesima insufficienza a fornire risultati soddisfacenti, i metodi grafici utilizzando la caratteristica rilevata sperimentalmente, oramai la misura degli elementi caratteristici dei triodi viene fatta generalmente secondo schemi, i quali realizzano procedimenti statici e dinamici suggeriti dalle varie teorie, che con maggiore o minore successo hanno cercato di rappresentare il complicato complesso di fenomeni, di cui è sede il triodo. Tutti questi metodi hanno invero il pregio di legare i risultati ai parametri della caratteristica, e permettono di prevedere con buona approssimazione le relazioni esistenti tra i numerosi fattori, che determinano il funzionamento di ogni triodo; ma appunto per tali ragioni essi debbono presupporre una formola empirica, che rappresenti la famiglia delle caratteristiche, e spesso alle curve ottenute sperimentalmente se ne debbono sostituire per necessità di analisi altre arbitrariamente stabilite e con quelle non sempre coincidenti. Per di più essi limitano la loro efficacia a zone più o meno ampie, ma giammai a tutta la estensione della caratteristica del triodo, e in quelle zone forniscono valori medi: non validi quindi in via assoluta per il punto della caratteristica, che è necessario utilizzare. La tecnica invece ha bisogno di determinare rapidamente e con esattezza e di poter anche controllare con facilità i valori degli elementi caratteristici dei triodi che usa, nei loro valori effettivi in rapporto ad ogni particolare tempo e condizione di funzionamento: mai astraendo dunque dalla complessità delle rea-

zioni interne e delle influenze esterne. E questa è misura tale da non poter essere fatta se non con metodi diretti, liberi da ogni preconconcetto teorico, e perciò soprattutto sperimentali.

A raggiungere questo scopo sono stati già proposti alcuni dispositivi, i quali in fondo riducono la misura delle più interessanti grandezze caratteristiche al confronto di resistenze convenientemente scelte. La maggior parte di essi sono metodi a corrente alternata, adoperano il telefono come indicatore di zero e presentano il solito inconveniente della difficoltà di ottenere il silenzio assoluto a causa delle inevitabili f. e. m. di induzione, che sono prodotte dall'accoppiamento elettrico e magnetico tra le differenti parti del medesimo circuito e quelle dei conduttori vicini. Questi effetti della induzione sono rilevanti per le frequenze alte e sono già molto sensibili alle frequenze musicali. Per evitare questi disturbi sono stati proposti dispositivi a corrente costante i quali sono modificazioni di qualche metodo generale di laboratorio, come per esempio i ponti di resistenza, i metodi di compensazione o i metodi usanti il galvanometro differenziale; ma essi non hanno il pregio della rapidità e perciò sono poco convenienti nel maggior numero dei casi.

Nella presente nota io descrivo un metodo, che mi ha servito durante vari mesi per eseguire misure del coefficiente di amplificazione interna su molti tipi di triodi e che sto adoperando per la misura degli altri elementi caratteristici.

2. Descrizione del metodo. — Una conoscenza anche elementare della fisica della valvola termoionica è sufficiente a far comprendere come sulla corrente anodica influisca non soltanto il valore della tensione di placca ma anche, e in misura notevole, il valore della tensione di griglia (fig. 1). Ogni modificazione infatti dello stato elettrico della griglia altera la conformazione del campo elettrico, di conseguenza distribuisce diversamente le linee di forza uscenti cui è sede lo spazio compreso tra il filamento e la placca; e in conseguenza distribuisce diversamente le linee di forza uscenti dall'anodo con l'effetto di deviare il flusso elettronico, che emanando dal catodo si dirige verso la placca. E siccome questo flusso è dotato di inerzia pressochè nulla, così tutte le variazioni del potenziale di griglia si traducono in variazioni immediate della corrente di placca, la quale ripete quindi fedelmente tutte le modulazioni imposte alla tensione di griglia con la intensità propria, cioè con quella che può darle il valore della batteria di placca entro i limiti della saturazione. Ma la batteria di placca mette in giuoco una energia molto più grande di quella che è impegnata nel circuito di griglia; l'effetto primitivo risulta quindi notevolmente magnificato e il triodo funziona come amplificatore.

In formole si può porre per ogni valore della corrente anodica:

$$1) \quad i_a = F(V_p, V_g)$$

e per le piccole variazioni di essa

$$2) \quad \Delta i_a = \frac{\partial i_a}{\partial V_p} \Delta V_p + \frac{\partial i_a}{\partial V_g} \Delta V_g$$

se con ΔV_p e ΔV_g si indicano rispettivamente gli incrementi della tensione di placca e quelli del potenziale di griglia. Le difficoltà che si oppongono al raggiungimento di risultati concreti seguendo questa via teorica, sorgono quando si deve chiarire il legame analitico che associa le due variabili V_p e V_g . Contributi notevoli alla risoluzione di questo problema, che ha grande importanza matematica e fisica, solo quelli di Langmuir ⁽¹⁾, Vallauri ⁽²⁾, H. I. Van der Bijl ⁽³⁾ e di moltissimi altri, i quali hanno proposto alcune espressioni della (1) deducendole dalla forma geometrica delle caratteristiche dei triodi rilevate sperimentalmente.

Eccles ⁽⁴⁾ mediante una sua dimostrazione, non fondata su ipotesi particolari, ha indicato che esiste una relazione semplice fra le derivate parziali, che compaiono nella (2); cioè che

$$3) \quad \frac{\partial i_a}{\partial V_g} = \nu \frac{\partial i_a}{\partial V_p}$$

essendo ν il fattore di amplificazione interna.

Nel secondo membro $\frac{\partial i_a}{\partial V_g}$ ha le dimensioni di una

conduttanza e si riferisce precisamente al mezzo interposto tra il filamento e la placca; se essa fosse costante, le variazioni di i_a sarebbero proporzionali alle variazioni di V_g e la amplificazione risulterebbe pura. Ma praticamente accade che nell'interno del triodo si producono inevitabilmente fenomeni di ionizzazione, sulla cui entità insieme con altri fattori hanno importanza preminente i valori delle tensioni di placca e di griglia; variando queste, le conducibilità del mezzo si modifica e il processo di amplificazione subisce una deformazione difficilmente prevedibile a priori.

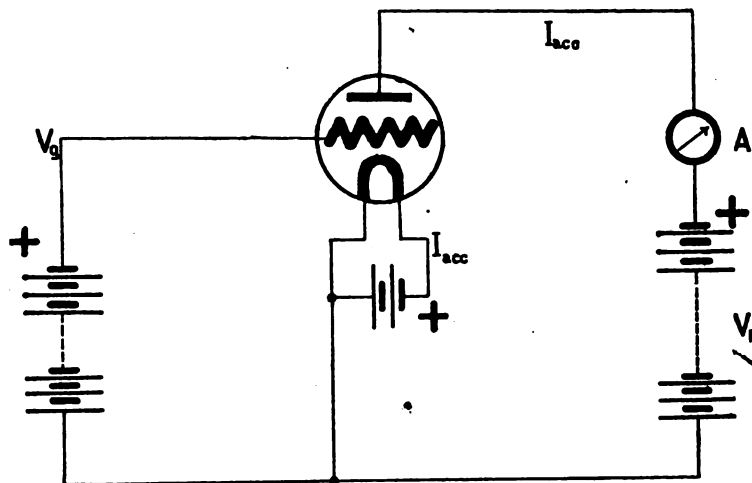


Fig. 1.

Nella rappresentazione grafica la famiglia di curve (i_a, V_g) ottenute con diversi valori di V_p presenterebbe un andamento rettilineo nella ipotesi della amplificazione pura e un andamento curvilineo nel caso comune. Ora introdurre nei calcoli la curvatura di questi diagrammi in aggiunta agli altri parametri, che definiscono il funzionamento del triodo, porta a complicazioni analitiche non piccole e a risultati matematici di scarso valore pratico; sicchè bisogna trovare vie diverse da quella della rappresentazione matematica delle caratteristiche geometriche per giungere a risultati accurati e utili per le esigenze della tecnica.

La (3) permette di definire il coefficiente di amplificazione interna come il rapporto tra gli effetti prodotti sulla corrente anodica dalle variazioni della tensione di griglia e quelli dovuti ad equivalenti variazioni della tensione di placca. Se perciò nel circuito anodico si inserisce il primario di un trasformatore, il quale abbia il secondario chiuso in circuito su un galvanometro balistico, ogni variazione della corrente anodica si dovrà rilevare con deviazioni del galvanometro. Ora la f. e. m. indotta nel secondario del trasformatore per una variazione della corrente primaria è

$$E_s = -M \frac{di_1}{dt}$$

da cui integrando

$$\int E_s dt = -M \int di_1$$

$$R \int i_1 dt = -M \int di_1$$

$$RQ = -Mj$$

R essendo la resistenza del circuito galvanometrico e j la variazione totale della corrente anodica. E siccome il galvanometro è balistico.

$$4) \quad \alpha = -\frac{Mj}{RK}$$

Le deviazioni del galvanometro sono dunque proporzionali alle variazioni della corrente di placca.

Il risultato enunciato suggerisce un metodo diretto per la misura del coefficiente di amplificazione interna. La sensibilità può essere variata entro limiti abbastanza estesi variando opportunamente l'accoppiamento induttivo fra i due circuiti del trasformatore, e può essere spinta al punto di poter rivelare

⁽¹⁾ v. ECCLES - Contin. Wav. Wir. Electr. 1°.

⁽²⁾ Nuovo Cimento, 1917, 1° sem. pag. 169; Elettrotecnica, 1917, pagine 335 e 350.

⁽³⁾ Phys. Rev., 12, 180, 1918.

⁽⁴⁾ Contin. Wav. Wir. Electr. 1°.

con il galvanometro variazioni estremamente piccole della tensione di placca.

Il metodo possiede anzitutto i pregi derivanti dalla estrema semplicità dei mezzi impiegati e della manovra necessaria per eseguire rapidamente le misure; ed inoltre contrariamente a quanto fanno gli altri metodi diretti sopra citati dà direttamente il valore di quel coefficiente come è definito e non la misura di grandezze supposte ad esso proporzionali. Inoltre se la resistenza del primario del trasformatore è trascurabile rispetto alla resistenza dello spazio anodo-filamento, non si influisce sul circuito della valvola con resistenze, autoinduzioni e capacità di apparecchi, le quali potrebbero creare f. e. m. di induzione e correnti in differenza di fase con essa tali da complicare la misura e toglierle il grado di esattezza, che invece si potrebbe raggiungere.

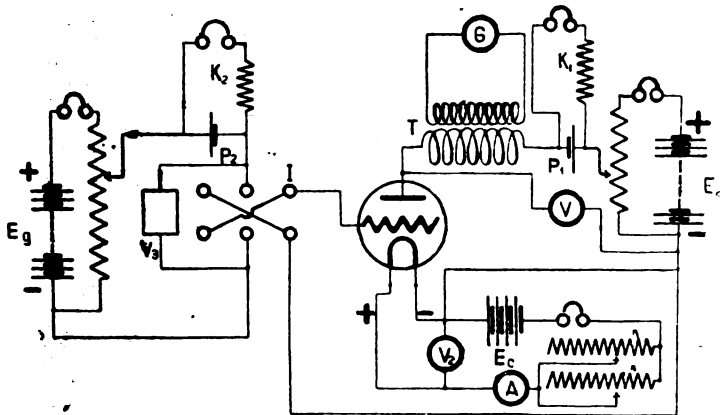


Fig. 2.

Lo schema impiegato è quello della figura (2):

E_a , E_g , E_c sono rispettivamente le batterie di placca, di griglia e di accensione;

P_1 e P_2 due pile del tipo semiseco;

G un galvanometro balistico avente la costante

$$k = 3.39 \times 10^{-8} \text{ coulomb}$$

V_s il dispositivo elettrostatico per la misura di V_g mediante il condensatore campione e il galvanometro balistico;

V_x è un voltmetro multicellulare;

V_2 un voltmetro Weston.

Questi due voltometri misurano le tensioni di placca e di griglia rispetto all'estremo negativo del filamento, giacchè come mostra lo schema tutti i negativi di E_a , E_g , E_c sono riuniti insieme.

Ogni misura procedeva in questo modo: accomodata mediante i reostati r_1 e r_2 la corrente di accensione al valore a cui si voleva sperimentare, e applicate le tensioni di placca e di griglia, si faceva dapprima il corto circuito sulla pila P_1 a mezzo dell'interruttore a pozzetti di mercurio k_1 ; poi, ritornato il galvanometro alla sua posizione di equilibrio, e rimessa in serie P_1 con la E_a si faceva il corto circuito su P_2 . L'operazione veniva ripetuta per diversi valori di V_g ; e ad ogni elongazione del galvanometro si apportava la correzione consueta dovuta allo smorzamento, calcolandola con la espressione approssimata

$$\alpha = \alpha_1 + \frac{x_1 - \alpha_2}{4}$$

Supposta trascurabile la caduta di tensione prodotta dalla corrente elettronica nella resistenza interna delle due pile P_1 e P_2 , la chiusura dei circuiti K_1 e K_2 , fatta a mezzo di ciascuno interruttore a pozzetti di mercurio, sostituiva alla f. e. m. di ognuna di quelle pile la caduta di tensione, che restava disponibile ai loro morsetti. Se le resistenze dei circuiti K_1 e K_2 erano eguali, risultavano parimenti eguali le variazioni apportate sui potenziali di griglia e di placca. Ad esse corrispondevano due diverse variazioni della corrente anodica j_1 e j_2 , il cui rapporto per definizione dava la misura del coefficiente di amplificazione interna.

D'altronde dalla (4) si aveva la relazione

$$\frac{j_1}{j_2} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2}$$

che permetteva di sostituire al rapporto fra le variazioni della corrente anodica quello fra le elongazioni del galvanometro balistico.

All'inizio di ogni serie di misure si controllavano i valori della tensione di placca e di griglia: il primo a mezzo del voltmetro multicellulare V e il secondo a mezzo del noto metodo elettrostatico della carica e scarica di un condensatore campione.

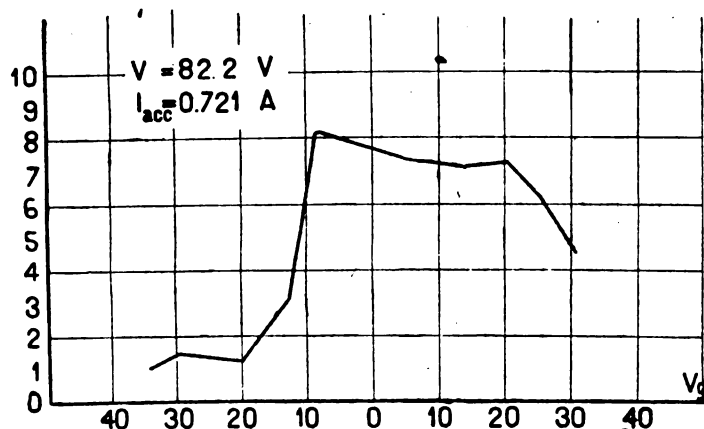


Fig. 3.

Come tensione di placca ho adoperato dapprima quella della batteria di 120 accumulatori dell'Istituto di Elettrotecnica; ma ben presto dovetti provare altre fonti di energia per-

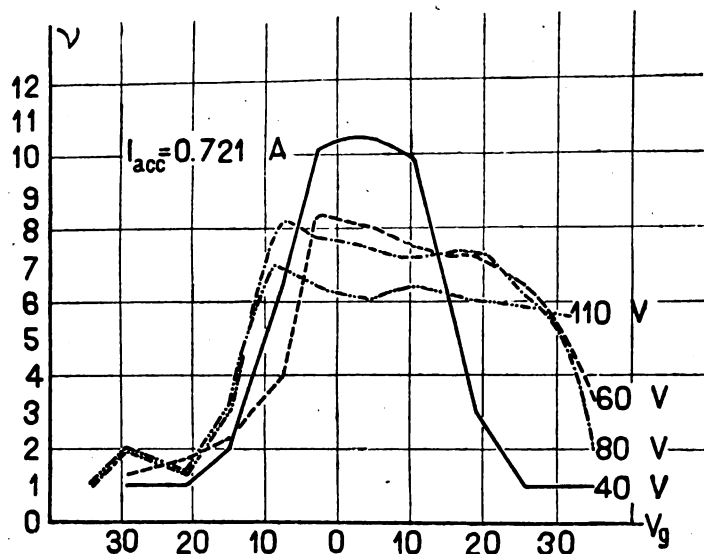


Fig. 4.

chè il galvanometro non restava mai tranquillo durante le osservazioni a causa della incostanza della tensione degli accumulatori. Sostituii ad essa una batteria di pile a secco, le quali

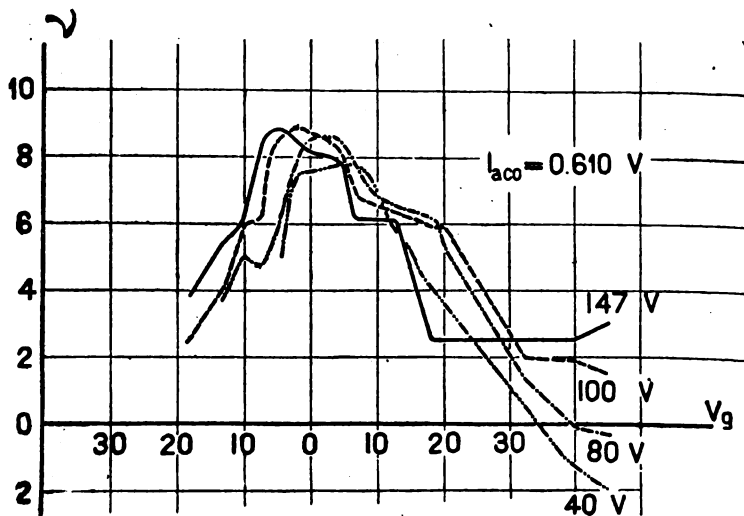


Fig. 5.

pure apportando un notevole miglioramento alla tranquillità delle misure non mi soddisfacevano completamente. Elimina i ben presto anche queste pile a secco e mi servii di una batteria di pile italiane del tipo dell'Amministrazione dei telegrafi,

che nel frattempo avevo montato nell'Istituto. Da allora in poi le misure acquistarono una regolarità insperata; il galvanometro ubbidiva alle sole variazioni di tensione da me provocate e restava immobile nella posizione di equilibrio anche per di-

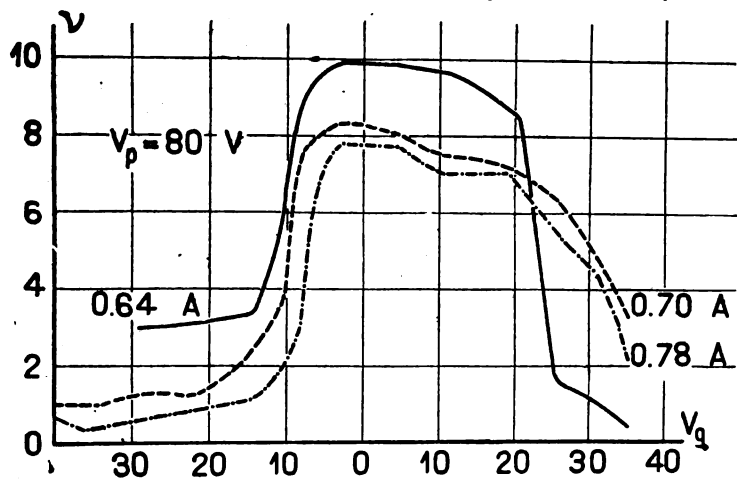


Fig. 6.

versi minuti, indicando il tranquillo svolgimento del fenomeno elettronico. Decisi allora di adoperare un gruppo di altre 40 di quelle pile italiane per la tensione di griglia; e tutte le misure, di cui parlo in questa nota furono fatte con tali batterie di placca e di griglia.

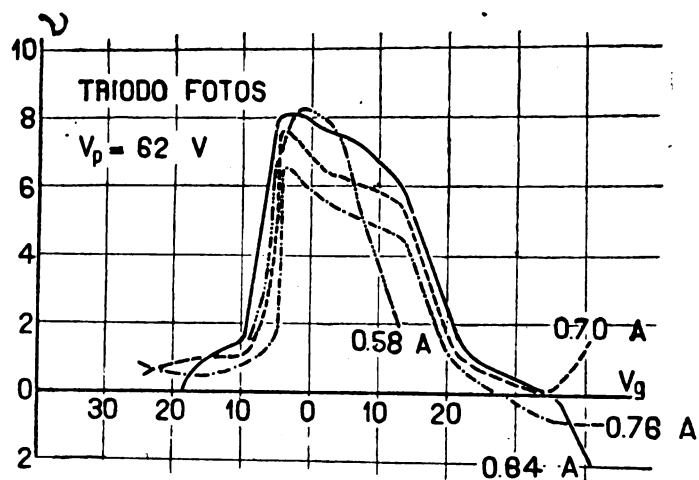


Fig. 7.

Le pile P_1 e P_2 che servivano a provocare le variazioni della tensione di placca e di griglia erano del tipo semisecco per la maggior parte delle misure: le loro f. e. m. differivano di quantità non apprezzabili dentro i limiti degli errori di osservazione e ad ogni modo venivano controllati all'inizio di

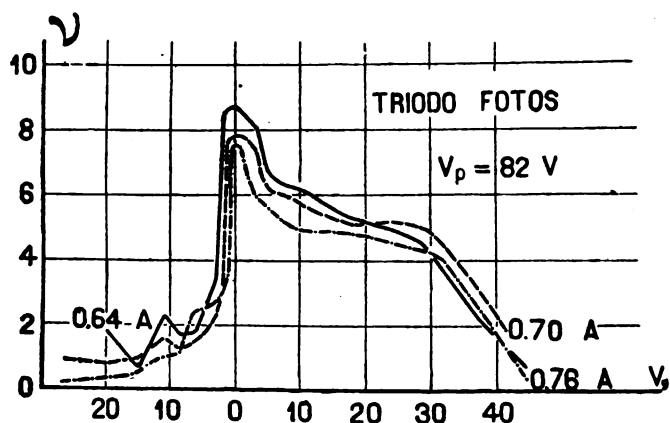


Fig. 8.

ogni serie di osservazioni, misurandole con il medesimo dispositivo elettrostatico che serviva per il controllo di V_g . In alcune serie di osservazioni, sostituii alle due pile semiseche altrettante pile Fleming preparate con le medesime soluzioni di solfato di rame e di solfato di zinco, mantenute alla stessa

temperatura. Ciò serviva ad eliminare ogni dubbio su possibili differenze nelle forze elettromotrici delle due pile; ma mi accorsi che l'eccesso di zelo era superfluo, giacché i risultati così ottenuti erano identici a quelli che ottenevo adoperando le pile semiseche.

Fu preferito questo modo di influire sulla corrente anodica ad altri meno laboriosi, come per esempio l'eliminazione di resistenze inserite nei circuiti di placca e di griglia, al fine di essere sicuri di ottenere variazioni eguali dei potenziali di placca e di griglia e per eliminare tutte le possibilità cause di errori derivanti da fenomeni secondari.

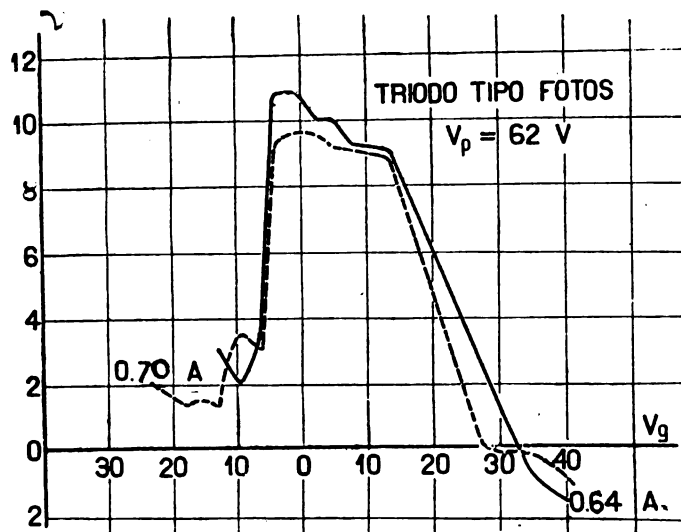


Fig. 9.

La figura (3) rappresenta la variazione del coefficiente di amplificazione interna in funzione del potenziale di griglia di un triodo Fotos a vuoto molto spinto mai usato e di recente fabbricazione: la corrente di accensione e il potenziale di placca furono mantenuti al loro valore normale indicato dal costruttore e segnati sulla figura stessa.

La curva scende rapidamente verso lo zero da una parte e dall'altra del suo valore medio e coll'andamento mai parallelo all'asse delle ascisse pone in evidenza che anche nella zona, in cui comunemente si considera costante il fattore di amplificazione, esistono scarti sensibili dal valore medio e che per i valori estremi positivi e negativi del potenziale di griglia il coefficiente di amplificazione assume valori molto lontani da quello medio.

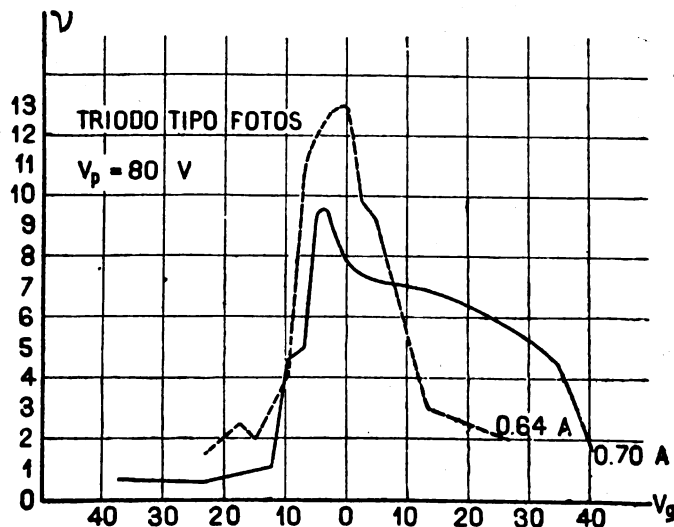


Fig. 10.

3. Influenza della tensione di placca. — In ogni triodo il medesimo valore della corrente anodica si può ottenere variando opportunamente la tensione di placca e quella di griglia; precisamente, quanto più alta è la prima tanto minore dev'essere la seconda giacché le linee di forza uscenti dalla placca possono raggiungere il filamento più facilmente per via dell'aumentato gradiente del potenziale di placca. Questo fatto si rileva, quando si traccia una serie di caratteristiche statiche della corrente anodica in funzione della tensione di griglia, con uno spostamento delle curve verso il lato delle ascisse ne-

gative; e si ritrova con uno spostamento analogo nelle curve da me ottenute per il fattore di amplificazione quanto sottoponevo il triodo della figura precedente a valori crescenti di V_p .

Nelle figure 4 e 5 sono segnati i valori del coefficiente di amplificazione interna di due triodi sottoposti a tensioni di placca crescenti e a corrente di accensione costante; la prima si riferisce al triodo Fotos della figura precedente e la seconda ad un triodo del medesimo tipo, ma adoperato per lungo tempo in un amplificatore a 8 valvole, avente perciò un grado di vuoto meno buono del primo.

E' facile conoscere in esse l'enunciata influenza del potenziale di placca: difatti la zona di approssimata costanza del fattore di amplificazione si sposta verso sinistra con l'elevarsi di V_p e tende inoltre a dilatarsi, mostrando con quest'ultimo fatto come da una parte la corrente anodica si annulli e dall'altra raggiunga la saturazione con maggiore rapidità alle alte tensioni che alle basse. Per $V_p = 40$ V la corrente di saturazione non era raggiunta, e perciò la curva relativa scende rapidamente dal massimo verso i due lati.

I diagrammi indicano anche come nel triodo a vuoto spinto i valori del coefficiente di amplificazione siano generalmente più bassi di quelli che competono alla valvola che si trova in condizioni peggiori di vuoto: fatto ormai noto e già trovato da Bukhausen ⁽⁵⁾ e da Jouaust ⁽⁶⁾ e che si spiega facilmente con i fenomeni di ionizzazione, i quali nella seconda avverrebbero in misura non trascurabile. In compenso i diagrammi della seconda valvola non presentano una zona, in cui possa considerarsi costante il coefficiente di amplificazione, chè anzi questo subisce scarti sensibili con punte preminenti in vicinanza dello zero.

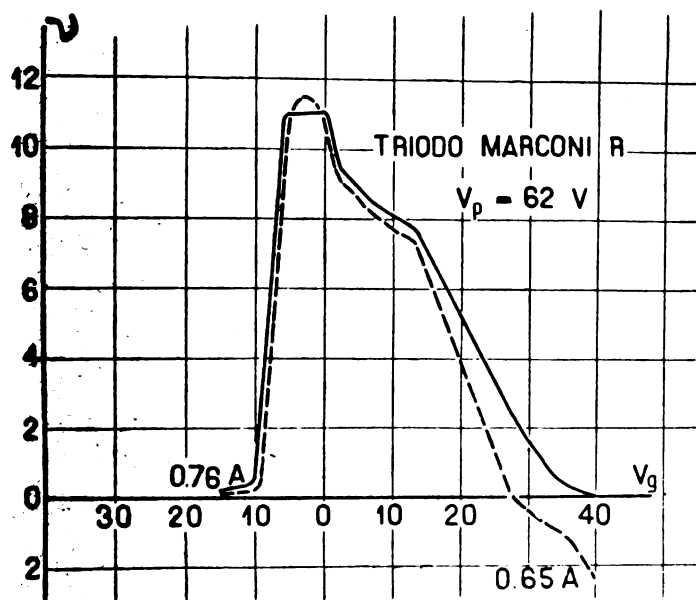


Fig. 11.

4. — Come è noto, i valori degli elementi caratteristici dei triodi variano indipendentemente dalle previsioni del costruttore per effetto di molte cause, che possono intervenire contemporaneamente e di cui non sempre è facile individuare la natura.

Il Comandante F. Vicedomini ⁽⁷⁾ rilevando con il metodo indicato dal Vallauri ⁽⁸⁾ le caratteristiche statiche di parecchi lotti di triodi ha potuto verificare che fra quelle cause ve ne sono alcune, le quali intervengono in maniera sistematica a determinare gli scarti e ne ha studiato la diversa influenza sul funzionamento dei triodi; tali cause sono: il grado di vuoto, il grado di accensione e gli elementi geometrici degli elettrodi. Mi è sembrato opportuno di utilizzare il metodo diretto, che ho esposto, per individuare meglio gli effetti di quelle cause nei riguardi del fattore di amplificazione interna; ma pure avendo fatto misure su un numero molto grande di triodi amplificatori, diversi per costruzione e per invecchiamento avvenute in condizioni svariate, tuttavia non ho inteso fare prove comparative anzitutto perchè il numero di triodi che possedevo era insufficiente a permettere di dedurre statisticamente una norma sicura per ogni tipo, e poi perchè tale genere di

ricerca richiede la conoscenza a priori di alcuni dati costruttivi; soprattutto quelli, che riguardano le dimensioni e la mutua distanza degli elettrodi.

5. **Influenza della temperatura del filamento.** — Ogni variazione della temperatura del filamento produce una corrispondente variazione del flusso termoionico e conseguentemente una complicazione difficilmente prevedibile sui fenomeni di ionizzazione interna. Non è possibile perciò dare una norma sicura e generale sulla influenza del grado di accensione del filamento sul coefficiente di amplificazione, se non si

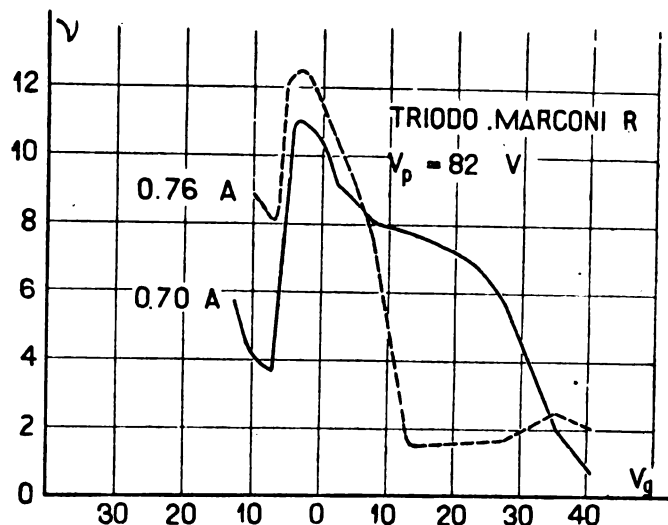


Fig. 12.

stabilisce una ricerca completa, in cui si tenga conto di tutte le ulteriori cause, le quali contemporaneamente alla variazione del grado di accensione, intervengono a determinare quella complicazione poco nota di fenomeni interni. Altri ricercatori ⁽⁹⁾ sono giunti al medesimo risultato; tuttavia si può

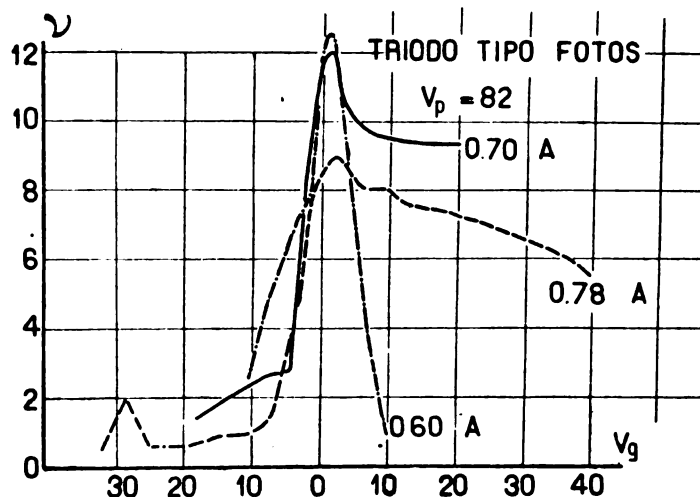


Fig. 13.

prevedere che in quei triodi, in cui il vuoto sia molto spinto, non può mutare il valore di V_g per cui si annulla la corrente anodica, giacchè il numero e la forma delle linee di forza che escono dalla placca e raggiungono il filamento non dipende dalla temperatura di questo, e che un aumento della temperatura del filamento faccia crescere il valore della corrente di saturazione. Se ne deduce che le diverse curve, indicanti la variazione del coefficiente di amplificazione in funzione del potenziale di griglia, avranno un andamento pressochè simile dalla parte delle ascisse negative e che invece dalla parte opposta tenderanno a dilatarsi. Inoltre i valori medi di ν tendono a decrescere crescendo la corrente di accensione.

Tutto ciò si verifica nella figura 6 in cui sono riportate le curve per il triodo a vuoto spinto della figura 4.

Se invece il grado di vuoto è basso non è possibile fare previsioni e soltanto la misura diretta può rivelare quale sia il valore del coefficiente di amplificazione in ogni particolare condizione termica del filamento. Nelle figure 7, 8, 9, 10, 11, e 12 sono riportate le curve di diversi triodi: presso a poco si ritrova il fatto che verso sinistra le curve si mantengono

⁽⁵⁾ Jahrbuch, t. 18, pag. 48.

⁽⁶⁾ Onde électrique, 1923, pag. 66.

⁽⁷⁾ Elettrotecnica, 1923, N. 19 e 20.

⁽⁸⁾ Elettrotecnica, l. c.

qualitativamente simili e che a destra vanno accrescendo la zona dei valori di ν . Ma quale grande differenza con le curve della figura precedente e come sono appariscenti in esse i fenomeni di ionizzazione!

6. Influenza del grado di vuoto. — L'effetto del grado di vuoto sui valori del coefficiente di amplificazione interna sono già palesi dall'esame delle figure precedenti. Nelle figure 13 e 14 sono riportate le variazioni per altri triodi, di cui fu misurato il vuoto con il metodo indicato dal Vicedomini.

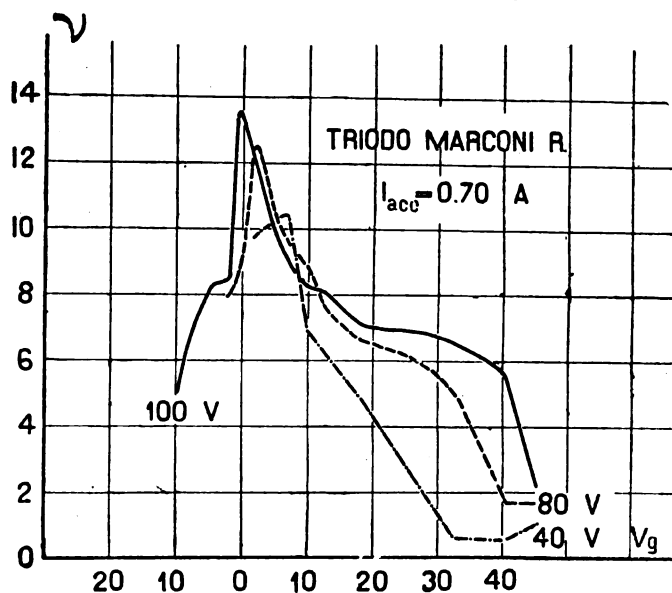


Fig. 14.

Come è noto, quando il vuoto è poco spinto altri elementi si uniscono agli elettroni per convogliare l'elettricità dalla placca al filamento: la resistenza interna del triodo è più piccola e quindi la corrente anodica è più alta. La sensibilità della valvola è così notevolmente accresciuta, tanto da raddoppiare quasi quella del triodo di uguale tipo nelle identiche condizioni di funzionamento, ma essa è più instabile e più capricciosa.

Ringrazio vivamente il Chiarissimo Prof. Ferdinando Lori, Direttore dell'Istituto, per i consigli che mi diede durante la ricerca.

Padova - R. Istituto di Elettrotecnica.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Folgori globulari.

Riceviamo:

Ho veduto negli ultimi numeri nel nostro periodico citati, in relazione alle interessantissime note del collega Ing. Bordoni sulle scariche atmosferiche, osservazioni e rilievi sui fulmini globulari. Sebbene io non abbia potuto osservare personalmente il fenomeno, ho avuto per altro occasione di fare un sopralluogo e verificare i danni, ed interrogare le persone dove il fenomeno si era prodotto.

Nell'estate del 1903 mi trovavo a Ivrea presso la fabbrica di strumenti elettrici dell'Ing. Olivetti, e una mattina un operaio, un tal Cuminetti, intelligente, ma che aveva frequentato le sole elementari, raccontò che nella notte precedente, durante un temporale, aveva visto in camera sua una palla di fuoco che poi era scoppiata facendogli un monte di danni.

Giunse al mio orecchio tale racconto ed insieme al Collega Ing. Gino Campos andammo dal Cuminetti, e raccogliemmo tutte quelle osservazioni che ci fu possibile radunare.

La cameretta del Cuminetti era al primo piano di una cascina a due piani (ai piedi di una collina) ed aveva un letto in mezzo ed un armadio contro il muro alla sinistra del letto. Il Cuminetti raccontò di essersi svegliato al rumore del temporale e, dopo una violenta serie di scoppi di tuoni, secchi e che gli parvero molto vicini, si voltò verso la finestra, che era chiusa e che si trovava accanto all'armadio, e vide una boccia di fuoco rada, rada come la fiamma dell'alcool, che nuotava fra il letto e l'armadio.

Non avendo idee di fulmini globulari nè di possibili pericoli è da escludersi qualsiasi suggestione, anzi le osservazioni hanno dovuto essere compiute con tutta calma. Aggiunse poi che mentre l'osservava con curiosità avvenne lo scoppio. Di questo si vedevano chiaramente le tracce, qua e là scheggiature di mobili, un gruppo di oggetti che erano sulla porta apertesi sulle scale, parte proiettati verso l'alto e parte verso il basso.

L'armadio che aveva un tirante di ferro da un fianco all'altro, presentava sui fianchi di legno una serie di solchi abbruciati nel fondo, irraggiati in forma ramificata dalle due estremità del tirante di ferro. Nè sulle pareti, nè sulle finestre si rilevò nessuna traccia di scariche che indicassero comunque una penetrazione di fulmini attraverso alle pareti.

Curiosa coincidenza; in quei giorni comparve in un periodico elettrotecnico, non ricordo più quale, una corrispondenza, mi pare da Trieste, che descriveva la comparsa di una coppia di fulmini globulari contemporanei.

Milano, 13 maggio 1924.

Ing. DINO NOBILI.

LA NOSTRA INDUSTRIA

In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali.

Regolatore di efflusso della "Tubi Togni,"

Un problema che non di rado si presenta nello studio degli impianti industriali e agricoli di derivazione di acqua è quello di dover effettuare una erogazione da un serbatoio ad un altro, ad esempio da un lago naturale o artificiale ad un canale, colla condizione di mantenere praticamente costante il livello in quest'ultimo.

Questo scopo è di solito raggiunto lasciando tracimare da uno sfioratore l'acqua che viene rifiutata dall'edificio consumatore.

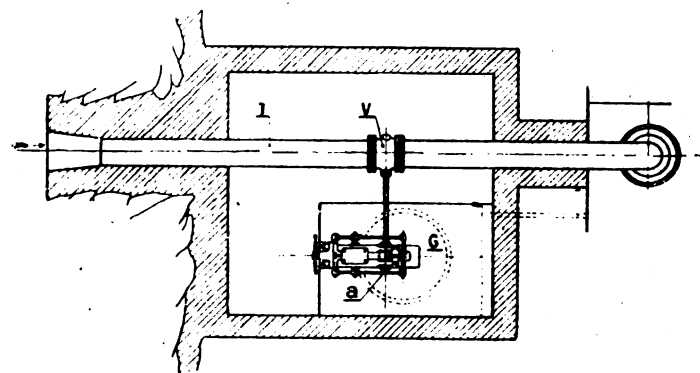
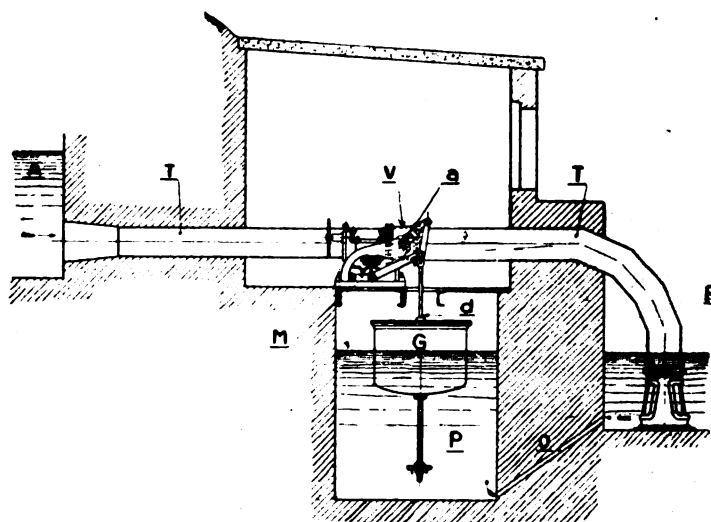


Fig. 1.

L'incremento che in questi anni prendono i bacini montani, sia per l'industria che per l'agricoltura, rende tanto più importante e urgente il problema ora esposto, in quanto quest'acqua che si accumula a forte potenziale dinamico e a prezzo di enormi spese e sacrifici deve essere ben dosata nell'erogazione e non è permesso mandarla al mare attraverso gli sfioratori. Con ciò non è detto che gli sfioratori non siano più necessari e che non funzioneranno più, ma si vuole coll'apparecchio proposto e già messo in opera con ot-

timi risultati, limitare al minimo il compito degli sfioratori stessi. Le oscillazioni di livello che, provenienti dall'erogazione variabile, si verificano nel bacino di carico, e si ripercuotono quindi sui livelli del canale, portano in questo delle chiamate più o meno sentite di portata e conseguentemente degli innalzamenti e abbassamenti di livello, per correggere i quali non è atta una erogazione costante o pressochè costante come può dare una bocca fissa di area sotto un battente che per un certo spazio di ore e di giorni può ritenersi costante, a meno di voler dare acqua in eccesso al canale lasciando tracimare quella che non è richiesta.

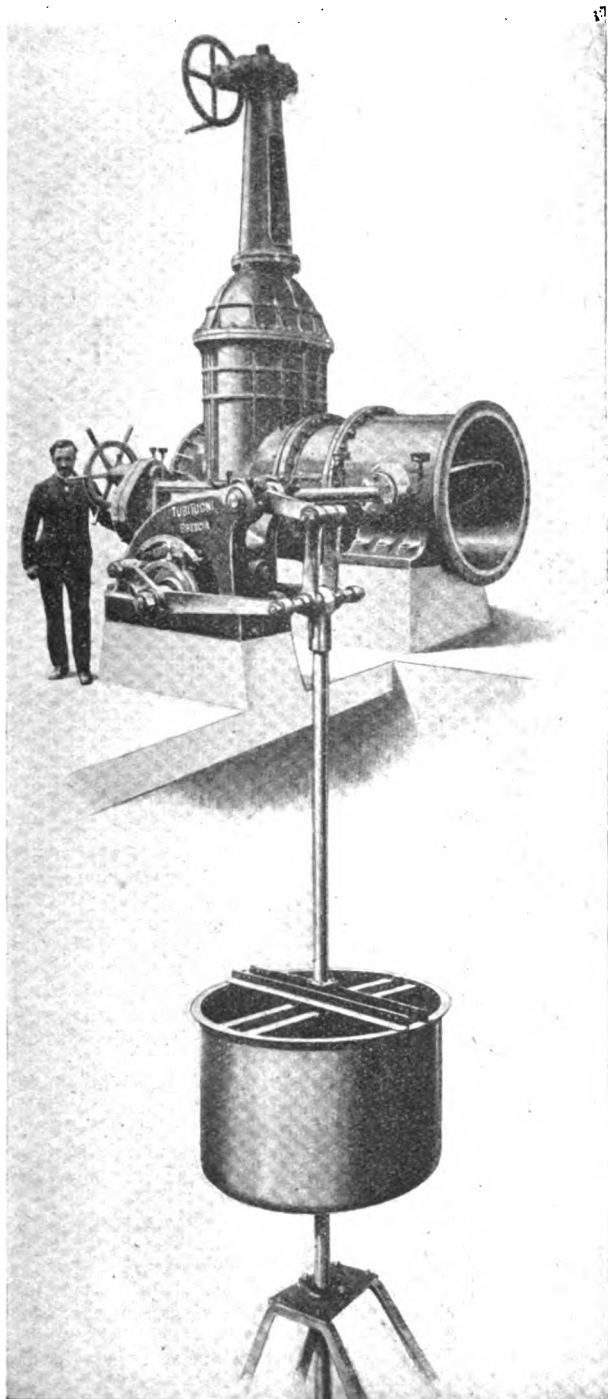


Fig. 2.

La Società Italiana Tubi Togni di Brescia, che in questi ultimi anni, oltre a proseguire e perfezionare la produzione delle condotte forzate, ha rivolta la sua cura allo studio e alla costruzione di tutto quell'insieme di apparecchi di chiusura e di sicurezza che oggi si impongono negli impianti idrici, ha costruito un apparecchio che risponde assai bene alla soluzione del problema.

In esso è appunto il livello del canale che regola automaticamente l'apertura della bocca di efflusso, richiedendo tanta maggiore quantità di acqua quanta è richiesta da valle e quindi lasciando allo sfioratore una funzione secondaria o di riserva.

L'apparecchio ha pure applicazione in quei casi in cui per ragioni di resistenza od altro si ha assoluto bisogno che nel canale l'acqua non oltrepassi un certo livello. Esempio tipico un canale in galleria calcolato e costruito per funzionamento a pelo libero e che quindi non deve mai entrare in pressione.

Il bacino *A* di partenza (vedere fig. 1) ed il bacino *B*, nel quale si vuole mantenere costante entro certi limiti prestabiliti l'altezza del pelo liquido, sono collegati da una tubazione *T* di opportuno diametro; il bacino *B* è messo in comunicazione col pozzetto *P* a mezzo di un tubo *O* relativamente di piccolo diametro di modo che in *P* non si ripercuotano le oscillazioni di livello che si hanno in *B* per effetto dello scarico del tubo *T*.

Nella tubazione *T* è inserita una valvola a farfalla *V* ad asse orizzontale, il cui albero viene direttamente comandato a mezzo di leve da un galleggiante *G*, immerso nel pozzetto *P*; un apparecchio *M* regola e stabilisce il grado di apertura massima della valvola *V*.

L'albero della valvola è collegato nell'apparecchio *M* (vedere figura 3), mediante le leve *b* e *c*, allo stelo *d* che sostiene il galleggiante *G* immerso nel pozzetto *P*. Lo stelo stesso del galleggiante è direttamente collegato anche colle leve ad angolo accoppiate *e*, folli sull'albero *i* e portanti l'albero *f*. Pure imperniato in *i* e folle è il settore *g* mosso mediante coppia elicoidale e coppia cilindrica del volantino a mano *h*.

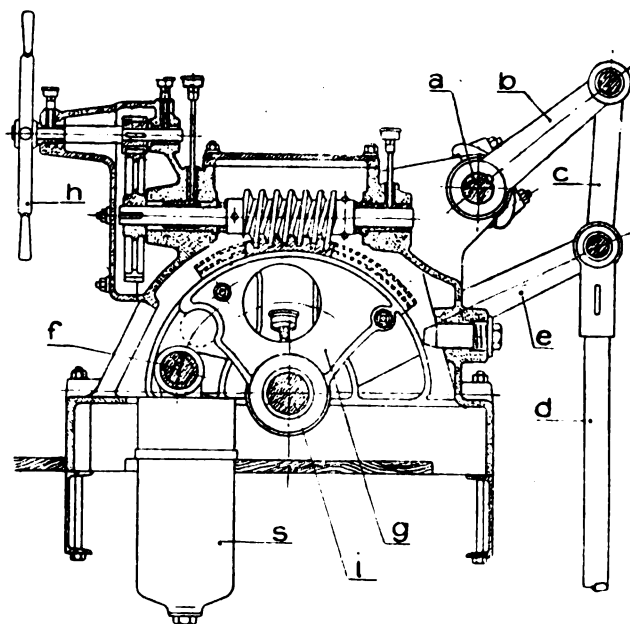


Fig. 3.

Ciò posto è facile comprendere il funzionamento dell'apparecchio.

Il livello d'acqua del pozzetto *P* è uguale a quello del bacino di arrivo *B*, quindi il galleggiante *G*, opportunamente regolato in altezza sul suo stelo, comanda mediante le leve *b* e *c* il grado di apertura e quindi l'efflusso attraverso la valvola a farfalla, in altre parole aumenta o diminuisce la portata della valvola secondo il livello dell'acqua nel pozzo *P* e quindi nel bacino *B*.

D'altra parte l'apertura massima e quindi il massimo efflusso attraverso la valvola stessa è stabilita dalla posizione del settore *g* contro il quale va a battere nelle sue oscillazioni il perno *f* della leva *e*. E' chiaro anche che tale disposizione permette di chiudere a mano la valvola a farfalla, ma non già di aprirla, dovendo l'apertura essere regolata dal livello dell'acqua nel bacino *B*, e quindi essere comandata soltanto dal galleggiante *G*.

Il meccanismo, raccolto, robusto, è rinchiuso in una unica incastellatura, munita di indici di segnalazione del grado di apertura della valvola. Per attuare le oscillazioni del galleggiante, la leva è anche collegata con uno smorzatore *S* a glicerina.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:

| | |
|--|-------|
| Vol. I. - II ^a Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Provincie redente | 20, — |
| più per postali | 2, — |
| Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia | 20, — |
| più per postali | 3, — |
| Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione). | |

| | |
|--|------|
| L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - suo avvenire (broch.) | 2,50 |
| più per postali | 0,80 |
| CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia | 1, — |
| più per postali | 0,50 |
| NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici | 3, — |
| più per postali | 1, — |
| NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche | 4, — |
| più per postali | 1, — |
| NORME per l'ordinazione ed il collaudo degli isolatori di porcellana | 1,50 |
| più per postali | 0,80 |

== SUNTI E SOMMARI ==

MATERIALI.

GEORGES MESNARD — La grafite e il suo uso nella industria. (Le Génie Civil, 9-16 febbraio 1924).

La grafite è uno dei tre stati allotropici del carbonio: carbonio amorfo (nerofumo, carbone di legna, ecc., prodotto artificiale), grafite, diamante (esistenti ambedue come minerali frammisti ad altre rocce o disseminati nel suolo).

Oltre al nome grafite, dato ad essa dal Werner nel 1789, e dovuto alla proprietà di lasciare una riga nera su una superficie bianca (greco γραφειν - scrivere), altri ancora le sono rimasti, fra cui più comune quello di piombaggine, dovuto al fatto che anche il piombo presenta la stessa proprietà.

Conosciuta già nell'antichità (si sono trovate molte urne preistoriche di terra cotta colorate con la grafite), si cominciò ad usare fin dal XV secolo per la fabbricazione dei crogiuoli, che ne costituisce anche oggi l'applicazione più importante. Nel XVIII secolo, Scheele mostrò come non fosse che carbonio puro, differenziandola dalla mobilidite con cui spesso veniva confusa.

È di colore grigio-lucente grossolanamente cristallizzata, con delle facce esagonali striate; ha la durezza 1 nella scala di Mohr (10 è la durezza del diamante, nulla quella del carbonio amorfo); è untuosa al tatto, sfaldabile in lamine che restano sempre opache anche per spessori molto sottili, buona conduttrice del calore e dell'elettricità, assolutamente infusibile e inalterabile anche alle più alte temperature; ha densità $2,1 \div 2,3$ (carbonio amorfo $1,3 \div 1,9$, diamante 3,5).

È notevolmente resistente agli agenti chimici, non comincia a bruciare nell'ossigeno che a $620^{\circ}-670^{\circ}$; ha un potere calorifico di 7800 calorie. Può differenziarsi dagli altri stati allotropici del carbonio osservando il comportamento nell'attacco a caldo, prolungato per parecchi giorni, di una parte di grafite mediante tre parti di un miscuglio di clorato di potassa e acido nitrico concentrato: il diamante non è attaccato, il carbonio amorfo è ridotto in una materia bruna solubile nell'acqua, la grafite è trasformata in acido grafico insolubile in tutti i solventi sotto forma di pagliuzze giallo-oro. Umettata con acido nitrico fumante e scaldata la grafite aumenta di volume fino a 100 volte il primitivo.

Giacimenti, estrazione, concentrazione. — I giacimenti si trovano generalmente nel precambriano o nel paleozoico primitivo, ciò che sembra giustificare l'ipotesi che la grafite sia dovuta alla riduzione delle emissioni di cianogeno o di gas carbonico proveniente o no dalle rocce calcaree vicine; è contenuta entro calcari cristallini, gneiss, scisti, cioè rocce metamorfiche. Si trova a volte in veri filoni di spessore però molto debole (pochi centimetri) lungo intrusioni di rocce ignee entro sedimenti metamorfizzati. Secondo il tipo di giacimento la grafite assume poi tre forme distinte: di laminette (nelle rocce sedimentarie metamorfizzate), di cristallini lamellari o fibrosi secondo l'andamento dei filoni che la contengono, di polvere sottile che al microscopio si scopre di struttura cristallina (rocce debolmente metamorfizzate) che è detta comunemente grafite amorfa.

L'estrazione è fatta ancora a cielo scoperto e da piccole imprese non essendo molto progredita.

La separazione dalla ganga si fa per via umida o secca, in modo diverso secondo le varietà di grafite: per la grafite cristallina, generalmente molto pura, (come a Ceylan) basta una cernita a mano o un lavaggio che tragga profitto del diverso tempo che impiegano a cadere in acqua i diversi materiali (analogo al metodo per l'oro); è quasi impossibile una concentrazione per la grafite amorfa data la piccolezza delle particelle (grafiti italiani, stiriani, e in parte le americane): l'uso di queste dipende perciò dalla purezza e dalla natura delle impurità; molto difficile tecnicamente e costosa la concentrazione delle grafiti lamellari per la piccola diversità di densità che da esse presentano i minerali costituenti la ganga (quarzo, calcite, feldspato, mica) e per la identità di comportamento nella preparazione e di proprietà fisiche che ha con essa la mica, materiale d'altra parte particolarmente dannoso, specie nella fabbricazione dei crogiuoli, poichè fonde alle temperature a cui è necessario arrivare. Notevolmente difficile e costosa è anzi in generale la preparazione delle grafiti da crogiuoli data la necessità di grafiti molto pure e di determinata finezza e data per contro l'impossibilità di elevare molto il tenore in carbonio senza ridurre la grafite in polvere molto sottile che non ha presa: ciò abbassa molto il rendimento del minerale brutto producendo delle perdite fino al 50 per cento di grafite e rendendo notevolmente difficile l'industria.

Comunque i processi per la concentrazione sono oggi i seguenti: per via secca: meccanico, che non ha dato buoni risultati (tavole pneumatiche, cilindri frantumatori, stacci successivi, impiegati da soli o insieme); elettrico basato sulla diversa conducibilità fra grafite e ganga;

per via umida: tavole inclinate di debole capacità di produzione richiedenti molta mano d'opera, e perciò sempre meno usate; sistema di lavaggio a rastrelli o raschiati; galleggiamento nell'olio emulsionato in cui la grafite galleggia mentre la ganga affonda; galleggiamento per tensione superficiale delle lamelle minerali alla superficie di acqua ferma senza aggiunta d'olio, metodo economico ma che non permette una concentrazione di più del 65 per cento del

prodotto ottenuto con una perdita di più del 50 per cento della grafite totale.

Solo per via chimica si ha la purificazione completa, trattando prima eventualmente con un miscuglio di sodio e zolfo, poi trattando con un acido e neutralizzando quindi con una base o viceversa, poi lavando e seccando.

I giacimenti sono molto diffusi: ne esistono in Germania, Austria, Ceco-Slovacchia, Italia, Spagna, Canada, Stati Uniti, Messico, Madagascar, Ceylan, Corea, Siberia.

Germania: i giacimenti sono a Passau in Baviera, dan grafiti lamellari, con un tenore di minerale dal 20 al 30 per cento impiegati specie per crogiuoli.

Austria: giacimenti nella Bassa Austria e in Stiria; grafite amorfa, tenore 40-80 per cento.

Ceco-Slovacchia: giacimenti in Boemia e Moravia (prolungamenti di quelli bavaresi) usati specie per la fabbricazione delle riattite (Hardmuth).

Italia: giacimenti a Pinerolo, e in Liguria.

Spagna: grafiti da crogiuoli nelle provincie di Malaga e Huelva.

Canada: giacimenti molto diffusi, nella Colombia inglese, nella Nuova Scozia, a Quebec, ma soprattutto nell'Ontario (con grafiti molto pure: quelle di Renfrew ad esempio son vendute senza preparazione).

Stati Uniti: giacimenti a New York, in Pensilvania, ma specialmente nell'Alabama; grafiti di qualunque qualità.

Messico: vasti giacimenti nella Stato di Sonora: tenore 85-95 per cento; grafiti specialmente ricercate per matite e lubrificanti.

Ceylan: vi sono i maggiori giacimenti dell'Asia, tanto che praticamente Ceylan ha il monopolio della produzione mondiale della grafite cristallina, la migliore per crogiuoli; si ha in specie sotto forma di filoni sfruttati quando il loro spessore non è minore di 5-6 cm; tenore molto elevato; impurità pirite e quarzo. L'industria è nelle mani degli indigeni, e lo sfruttamento è quindi ancora rudimentale e avviene per parte di molte piccole imprese che operano l'estrazione a cielo scoperto o con pozzi profondi non più di otto metri circa.

Corea: grafite specialmente amorfa; sfruttamenti recenti (dal 1903) per parte dei Giapponesi.

Siberia: giacimenti ad ovest di Irkutsk sfruttati dai Francesi.

Giacimenti esauriti o non ancora sfruttati esistono ancora in altri paesi.

Specialmente importanti sono invece i giacimenti del Madagascar, il cui sfruttamento risale solamente al 1907 ma è stato particolarmente aumentato nel 1917 per i bisogni della guerra, raggiungendosi in quell'anno una produzione pari a un quinto della produzione mondiale. I giacimenti sono ripartiti irregolarmente sugli altipiani e regolarmente sui pendii della costa est. Il tenore in minerale varia molto e può arrivare fino all'80 per cento, sfruttandosi però anche quei minerali che contengano il 20 per cento di grafite; la varietà è la lamellare, costituita di lamelle che ordinariamente hanno 1 a 3 mm di diametro ma possono salire fino a 1 cm; è una grafite molto adatta per crogiuoli; il suo costo di produzione è relativamente basso data la facilità d'estrazione dai giacimenti costituiti di lateriti molto friabili. La concentrazione si fa ancora con mezzi rudimentali: si fa un lavaggio che tolga la parte fangosa, poi si secca al sole o in forni, si fa quindi una cernita meccanica con stacci a scosse e poi una separazione per densità in aria o in olio: si raggiunge così una purezza dell'85-90 per cento recuperando il 50-75 per cento della grafite contenuta nel minerale. Perchè alcuni produttori non bene attrezzati producendo grafiti scadenti non deprezzino tutta la produzione è stato creato nel 1922 un Ufficio delle grafiti che ha stabilito un tipo standard di grafiti da crogiuoli che deve avere un tenore massimo di ceneri di 13,5 per cento, un residuo minimo agli stacci n.° 60 del 98 per cento, e qualità d'aspetto e di tatto rilevate per confronto con campioni-tipo all'esame che se ne fa prima del permesso di esportazione.

La produzione mondiale e particolare dei vari paesi risulta dalla seguente tabella: si vede da essa che mentre prima della guerra spettava all'Austria il primato, durante la guerra si è avuto un fortissimo aumento nella produzione degli Stati Uniti e principalmente del Madagascar; dopo la guerra si ebbe poi un ristagno dovuto ai forti stok accumulati negli anni precedenti; nel 1913 della produzione complessiva di circa 140 000 tonnellate, una metà fu di grafite amorfa, l'altra di grafite cristallina e lamellare.

Produzione di grafite nei principali Paesi

| | 1913 | 1915 | 1917 | 1919 | 1921 |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Stati Uniti | 5 000 | 5 000 | 13 000 | 7 000 | 2 000 |
| Canada | 2 000 | 3 000 | 4 000 | 1 000 | 500 |
| Messico | 4 000 | 2 000 | 7 000 | 5 000 | 3 000 |
| Germania | 13 000 | ? | ? | 30 000 | 30 000 |
| Austria | 55 000 | ? | ? | 8 000 | 13 000 |
| Ceco Slovacchia | ? | ? | ? | 31 000 | 12 000 |
| Spagna | ? | ? | 1 000 | 2 000 | 3 000 |
| Italia | 12 000 | 7 000 | ? | 8 000 | 6 000 |
| Ceylan | 28 000 | 24 000 | ? | 7 000 | 4 500 |
| Giappone | 1 000 | 1 000 | ? | 2 000 | 1 000 |
| Corea | 10 000 | 8 000 | ? | 13 000 | 8 000 |
| Madagascar | 8 000 | 16 000 | 35 000 | 5 000 | 6 000 |

Artificialmente la grafite può esser prodotta al forno elettrico partendo dall'antracite o dal coke di petrolio; non è adoperabile questa per i crogiuoli ma come lubrificante, per pitture, ecc.; è largamente applicata alla costruzione degli elettrodi essendo la sua conducibilità tre o quattro volte maggiore di quella degli elettrodi di carbone.

Usi della grafite. — I tre quarti della produzione mondiale sono

usati per la fabbricazione dei crogiuoli per la fusione dell'acciaio o di metalli di rame, un decimo nella elaborazione di lubrificanti, mettendosi in questi a profitto l'untuosità della grafite; un quindicesimo circa si impiega per le matite. È usata ancora per cementi di fonderia, per pitture, materiali refrattari da fornelli, pile a secco, elettrotipia, disincrostazione delle caldaie, spazzole per macchine elettriche, carta carbonata, protezione dall'umidità delle polveri, traflazione del tungsteno (che è possibile solo con un tale lubrificante), ecc. I crogiuoli, e così altri prodotti refrattari, sono costituiti di

| | |
|-----------------------|------|
| Grafite | 50 % |
| Argilla | 30 % |
| Caolino | 10 % |
| Rottami di terracotta | 10 % |

la grafite dà la necessaria conducibilità termica e una grande resistenza alle variazioni di temperatura, l'argilla serve di collegamento, il caolino e i rottami servono a render la pasta più magra; i rottami sono a volte sostituiti da sabbia quarzosa, questa però non permette come quelli la fuga dei vapori e dei gas eventualmente formati. I crogiuoli di grafite permettono cariche più forti che quelli d'argilla (50 kg invece di 30) e un numero più grande di cariche (8 invece di 4 ogni 24 ore) data la maggiore conducibilità, che essi presentano. Sono impiegate le grafite che passano allo staccio di 20 a 90 maglie per cm², fra cui le migliori sono quelle di Ceylan e Madagascar; impurità dannose sono la mica che fondendo genera dei fori, e il calcare che svolgendo CO₂ dà luogo alle soffiature; le grafite usate sono realmente un miscuglio dell'85 ÷ 75 % di grafite cristallina e 15 ÷ 25 per cento di grafite lamellare meno pura ma più economica.

Il fabbricante di crogiuoli lava e staccia di nuovo la grafite trovata in commercio; le varie sostanze convenientemente pesate vengono impastate con acqua e la pasta è lasciata a sé parecchie settimane; vien poi nuovamente impastata e messa in forma a mano o meccanicamente; poi si lascia seccare e si cuoce a temperatura elevata (sopra 1100°); i crogiuoli van conservati dopo per qualche tempo a temperatura di circa 30° per evitare lo staccarsi di croste e fuori dell'umidità per evitare la formazione di vapore e conseguenti possibili scoppi appena messi al fuoco.

Altri materiali refrattari costruiti analogamente sono recipienti di ricottura dell'acciaio temperato in metalli o sali metallici fusi, casse per cementazione, astucci per pirometri, muffole per la fosforizzazione del bronzo, mattoni refrattari, agitatori per la metallurgia, tappi per fori di colata, ecc.

La fabbricazione industriale delle matite di grafite data dalla scoperta del giacimento inglese di Borrowdahl nel Cumberland, in cui il minerale era notevolmente puro; un giacimento analogo scoperto nella metà del secolo scorso in Siberia servì ad approvvigionare la Faber di Norimberga. Le matite erano sostituite dapprima di cilindri di grafite nudi, poi furon provviste di due guaine di legno. Nel 1795 fu ideato dal Conté il sistema di fabbricarle con un miscuglio cotto di grafite (amorfa) e argilla finemente polverizzate: si può così avere un prodotto di uniforme qualità e una scala molto estesa di durezza aumentando questa col tenore d'argilla.

La polverizzazione si ottiene con macinazione che può durare fino a tre mesi; dopo filtrazione nel vuoto il prodotto è messo in presse idrauliche che lo forzano attraverso delle filiere; dopo seccati i fili son mantenuti parecchie ore a circa 1000° e poi messi a posto nelle bacchette di cedro, pino o abete. Il miscuglio contiene generalmente più argilla che grafite e a volte delle sostanze coloranti; oltre che dalla proporzione dei componenti la durezza dipende anche dalla temperatura aumentando con essa; una cottura troppo forte rende inservibile il prodotto anche se macinato di nuovo.

I cementi di fonderia sono l'unica applicazione della polvere di grafite impura (con circa il 50 per cento di grafite); serve allora da sola o mescolata con sostanze generalmente argillose a dare ai pezzi fusi una superficie liscia che permetta una facile rifusione; la grafite preferibile è la lamellare.

Pile a secco: son costituite d'un miscuglio di grafite e biossido di manganese; più economico ma meno buono il carbone; la grafite può anche essere artificiale.

Elettrotipia: la grafite serve a lavigare i modelli in modo che si distaccino senza sbavature dalle forme, e a rendere conduttrici le forme di cera; occorre della grafite molto pura e fine.

Spazzole per le macchine elettriche: conduttività tre a quattro volte maggiore di quelle di carbone e autolubrificazione sono i pregi di queste spazzole; serve anche la grafite artificiale. A volte la grafite è anche mescolata al coke di petrolio e al rame in polvere; quando predomina il carbone le spazzole son più economiche ma non buone per le grandi velocità e correnti; per esse occorre che predomini la grafite: per velocità e correnti molto forti è da richiedere spazzole in grafite sola (salvo l'agglomerante).

Elettrodi: è preferibile la grafite per la maggiore conduttività, ma si ha con essa maggior fragilità e minore resistenza alla trazione: in ogni modo è bene siano ottenuti per trafileamento riuscendo meno porosi e più omogenei.

Colori: la grafite data la sua inattaccabilità è indicata dove si tema l'azione di gas, acidi alcali; va adoperata mescolata a un altro pigmento « pesante », e non può essere applicata in più strati date le sue proprietà lubrificanti.

Paste per pulire: la grafite è mescolata ad un agglomerante liquido o solido e a volte anche a nero fumo per aumentare il potere colorante: vanno in disuso per la graduale sostituzione di fornelli o stufe smaltate a quelle in ghisa nuda.

Disincrostanti: per caldaie la grafite ha azione puramente mecca-

nica: essa penetra nelle fessure dell'incrostazione e arriva al metallo, permettendo che l'incrostazione venga facilmente grattata e tolta.

Lubrificazione: i lubrificanti solidi, talco, mica, amianto, ecc., non sono in genere impiegati soli data la difficoltà di ripartirli e di ricambiarli convenientemente, ma mescolati a lubrificanti più fluidi; agiscono anche, oltre che come lubrificanti veri e propri, come sostanze dolcemente abrasive perfezionando la levigatezza delle superfici a contatto e diminuendone l'attrito; i lubrificanti solidi poi ad eccezione della grafite non sono adoperati in pezzi; tutti sono adatti solo per deboli velocità e limitate pressioni, dato il limitato potere lubrificante, richiedendo però allora una sorveglianza limitata. L'adesione, proprietà principale d'un lubrificante, è notevolissima per la grafite, per il fatto che essa può esser ridotta in particelle inferiori a 1 micron: ne risulta notevolissima l'adesione determinata appunto dall'attrazione fra una massa molto grande e una molto piccola; data però la difficoltà di aderenza fra le varie particelle di grafite, dovuta al fatto che la grafite è grassa, risulta sottilissima la pellicola di lubrificante; possiede ancora la grafite altre proprietà ottime per lubrificanti: perfetta neutralità chimica, resistenza agli agenti fisici e chimici e in particolare al calore.

È impiegata da sola, in polvere o in massa, o mescolata con liquidi (acqua o oli) e con paste (grassi) o con solidi (legni secchi o inietti d'altri lubrificanti, metalli, ecc.).

In polvere da sola è usata in industrie tessili, nella traflazione di

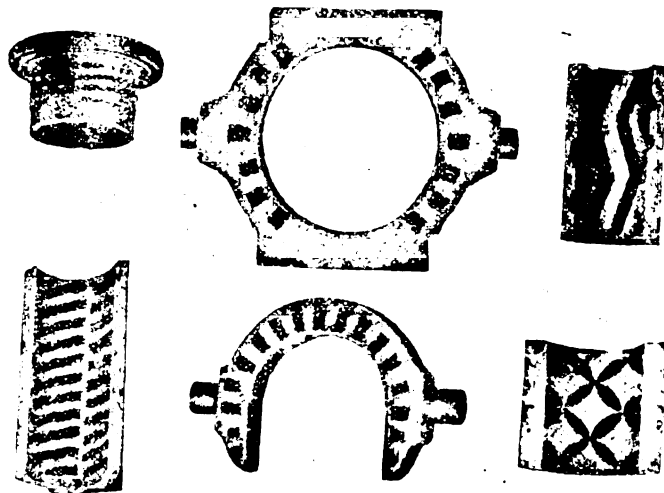


Fig. 1 a 6.

alcuni metalli (ma occorrono inietti speciali e delicati), anche nei meccanismi di piani e organi, ecc. In massa (compressa e cotta) è usata come guarnizione per tenuta, però per velocità e pressioni molto limitate. In polvere con l'acqua, olio, o grasso prende i nomi commerciali di hydrosol e acquaday, oleosol, oildag (Società Acheson e Dixon). Viene usato con successo nei cilindri di macchine a vapore il miscuglio olio-glicerina-grafite (fatto in modo da aver densità eguale alla glicerina).

Nei liquidi la grafite finemente macinata resta a lungo in sospensione purché il liquido non sia acido o alcalino nel qual caso si ha la precipitazione: le condizioni di neutralità chimica sono in genere soddisfatte negli oli ordinari che producono quindi difficilmente deposito di grafite. Particolarmente importante l'impiego degli oli frammati a grafite nelle macchine marine restando ridotta la quantità di olio trascinato nel condensatore che deve esser poi, e con molta difficoltà, separato dall'acqua. Si usa anche la grafite incorporata nella massa del legno insieme con materie grasse (procedimento Nigrum): si han buoni risultati ma il processo è costoso e non buoni i materiali legnosi che alterano la propria forma sotto l'umidità. Non ha dato buoni risultati l'incorporazione nell'amianto e nei metalli antifrizione, riuscendo poco solido il primo sistema, costoso il secondo. Migliori risultati si ottengono disponendo la grafite in scanalature sotto grandi pressioni (processo B. B.). si han dei cuscinetti solidi quasi quanto gli ordinari e non molto più costosi di essi (fig. 1 a 6). Oltre a diminuire l'attrito in marcia sia per la lubrificazione sia per l'azione levigatrice, la grafite facilita l'avviamento non essendo scacciata all'arresto, riduce o sopprime il consumo d'altri lubrificanti, riduce il consumo delle superfici a contatto; è impiegata, specie nell'ultima forma vista, in particolar modo quando il movimento è di breve durata specialmente se si vuol sopprimere ogni lubrificante, quando la temperatura è elevata, quando il funzionamento deve avvenire nell'acqua o in atmosfere polverose, quando debbano eliminarsi oli e grassi per pulizia o igiene o passaggio di correnti elettriche, quando è troppo difficile o costosa ogni altra lubrificazione quando è necessario evitare l'aggrappamento⁽¹⁾; è quindi particolarmente adottata la grafite per diversi organi negli automobili, negli aeroplani, per carrelli di fonderia, pompe, apparecchi di manutenzione, ascensori, fulli per trolley, organi d'avviamento elettrico, ecc. An. As.

(1) Il fenomeno dell'aggrappamento ha luogo quando sia completamente insufficiente o manchi addirittura la lubrificazione: allora le due superfici a contatto anziché scorrere l'una rispetto all'altra finiscono quasi per compenetrarsi a vicenda e produrre nel moto relativo degli strappamenti con asportazioni di materia o rigatura.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

J. WEINBERGER — **Registrazione di segnali ad alta velocità nella radiotelegrafia.** (Proc. Inst. Radio Eng., giugno 1922, Vol. 10, N. 3, pag. 176).

È ovvia l'utilità di poter aumentare al massimo la velocità di trasmissione radiotelegrafica, ed a tale scopo già da tempo in molte stazioni è stata sostituita la trasmissione a mano con quella meccanica che permette una velocità di circa 100 parole al minuto. Nessuna difficoltà veramente proibitiva si opporrebbe alla costruzione di apparati trasmettenti che permettessero velocità maggiori: la limitazione è invece esclusivamente dovuta alla ricezione, per cui allo stato attuale della tecnica, il problema della maggior rapidità nelle comunicazioni radio si riduce al problema di sostituire alla ricezione auricolare altri sistemi più efficienti. In questi ultimi anni si sono infatti ottenuti anche in tale ramo notevoli progressi pur senza raggiungere però risultati che possano considerarsi definitivi.

L'A. riferisce i risultati di un suo studio pratico comparativo sui vari sistemi meccanici di trasmissione e ricezione ora maggiormente in uso; ed è bene accennare al metodo usato per tale studio, onde rilevare con quale larghezza di mezzi si procede, specialmente in America, all'esecuzione di ricerche di indole scientifica e pratica. L'operatore trasmettente e quello ricevente sono stati situati ambedue in una stessa sala a New York: il primo collegato con linea telegrafica alla stazione trasmettente dove erano sistemati i diversi apparati trasmettenti in esame, mentre il secondo era collegato con linea telefonica alla stazione ricevente ove si trovavano i diversi apparati riceventi: la distanza fra le due stazioni era di circa 29 chilometri.

L'A. suddivide tutti gli apparati di registrazione di segnali radio in due grandi classi: acustici e grafici, e per ciascuna di esse prende in esame i tipi più noti ed usati.

Registratori acustici. — Questi tipi di registratori in generale sono inseriti nell'apparato ricevente, al posto della cuffia ordinaria e generalmente è utile una amplificazione a bassa frequenza prima del registratore stesso, per sopprimere alle perdite che si verificano nella registrazione e nella riproduzione. L'A. esamina due tipi fondamentali.

Nel primo, il telegrafo di Poulsen, un filo di acciaio scorre fra i due poli di un elettromagnete le cui spirali magnetizzanti sono percorse dalla corrente di frequenza acustica proveniente dall'antenna. La registrazione perciò avviene sotto forma di una magnetizzazione trasversale del filo diversa da punto a punto in funzione della corrente che percorre le spire dell'elettromagnete. Il filo così preparato viene fatto scorrere in presenza di altro apparecchio, nel quale le vibrazioni della membrana di una cuffia telefonica, vengono influenzate dalla variabile magnetizzazione del filo, di cui quindi riproducono l'andamento riproducendo il suono registrato. Nell'altro tipo di registratori acustici, il fonografo, la corrente dell'antenna viene fatta agire su una punta che incide un disco, il quale in seguito riproduce l'impressione ricevuta come un fonografo ordinario.

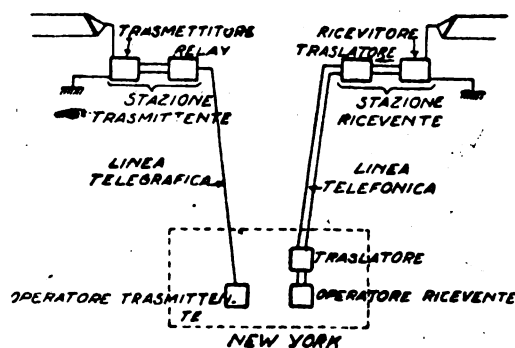


Fig. 1.

Quando si deve ricevere una trasmissione molto rapida, si rende, mediante opportuna regolazione, altissima la nota acustica dell'apparato ricevente, e il filo o il disco vien fatto scorrere a gran velocità; nella seconda fase poi, quella di « riproduzione », si abbassa la velocità del filo o del disco, con che vengono abbassate in proporzione sia la nota sia la velocità di ricezione. Il vantaggio principale di questi sistemi è che siccome la riproduzione viene fatta attraverso la ordinaria cuffia telefonica, l'operatore può colla sua pratica separare la trasmissione utile dagli intrusi. Per contro si hanno diversi inconvenienti: a) eccessiva perdita di tempo fra la fine della registrazione e l'inizio della trascrizione; b) costo esagerato perchè una installazione del genere richiede almeno un paio di macchine registratrici e da 4 a 6 macchine riproduttrici con altrettanti operatori; c) impossibilità di conservare registrazioni permanenti poichè dal filo e dal disco debbono cancellarsi le registrazioni precedenti onde poter di nuovo usufruire dello stesso filo e dello stesso disco per altre trasmissioni, e ciò allo scopo di non immobilizzare un ammasso di materiale ingombrante e costoso; d) facile rottura del filo e delicatezza degli apparati per cui si rende necessaria la continua presenza di personale specializzato.

Registratori grafici. — Anche questi possono suddividersi in due tipi: fotografici e stilografici. Fra i primi l'A. dà senz'altro la pre-

ferenza all'apparato di Hoxie che permette una elevatissima velocità e che lavora con una corrente di soli 15 μ A circa. È indicatissimo per ricerche d'indole scientifica in cui la spesa per il nastro di carta sensibile ha una importanza secondaria. Fra i secondi l'A. prende in esame il registratore automatico Wheatstone ed il « Siphon recorder ».

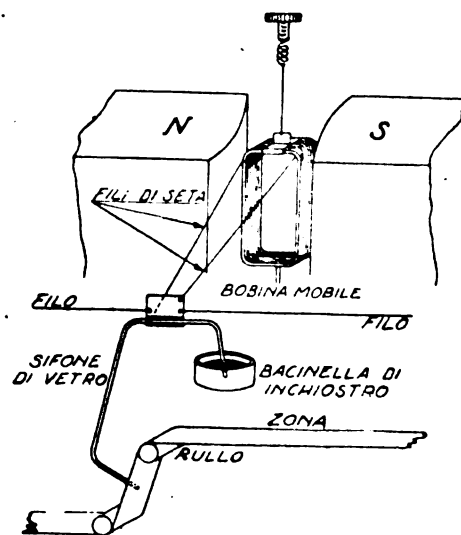


Fig. 2.

Il primo consta essenzialmente di una piccola ruota tagliente bagnata di inchiostro e comandata da una elettrocalamita. Sotto la ruota scorre un nastro di carta sul quale la ruota obbedendo ai richiami dell'elettrocalamita traccia punti e linee. L'intensità di corrente necessaria si aggira sui 50 mA e per ottenerla o si amplifica il segnale a frequenza musicale con valvole ioniche, o si fa comandare l'elettromagnete a mezzo di altro relais il cui avvolgimento è in serie col circuito di placca della valvola ricevitrice. L'inconveniente principale di questo sistema consiste proprio nel tipo di registrazione (punti e

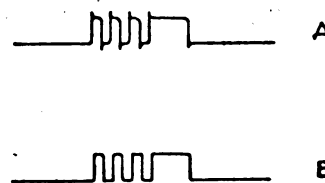


Fig. 3.

linee), poichè gli intrusi sono anch'essi registrati senza possibilità di separarli dal segnale, e per di più se essi sono di una certa durata, sul nastro di carta viene registrata una lunga linea che maschera completamente il segnale.

L'altro tipo di registratore considerato, cioè il siphon recorder o registratore a sifone è indicato schematicamente nella fig. 2. Una bobina da galvanometro, percorsa dalla corrente proveniente dal ricevitore può ruotare nel campo di un potente elettromagnete. Essa ruotando, provoca, a mezzo di due fili di guida il moto di un tubicino di vetro (circonferenza del foro 0,25 mm) di forma speciale a sifone il cui estremo più alto pesca in un serbatoio di inchiostro, mentre dinanzi al più basso, e con dolcissimo attrito, scorre un nastro di carta. È evidente che con simile sistemazione, la registrazione avviene non per punti e linee ma sotto forma di una linea ondulata.

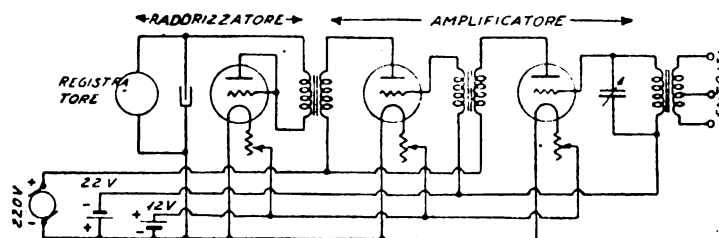


Fig. 4.

L'apparato abbisogna di una corrente di poche centinaia di microampere, ma la sua velocità è limitata a circa 50 parole al minuto: volendo una maggior velocità, per es., di 100 parole, è necessaria una corrente che si aggira sui 50 milliampere e bisogna perciò ricorrere ad un relais come nel caso precedente. Si hanno inoltre vari inconvenienti di ordine pratico: speciale delicatezza nel montaggio del lungo tubo di vetro, facile rottura di questo ed in tal caso rilevante perdita di tempo per la sua sostituzione, ecc.

Poichè nessuno degli apparati sopra descritti appare scevro da inconvenienti si da essere davvero indicato per un servizio rapido e sicuro, fu studiato e costruito da E. Blakeney e S. C. Miller del « Research Department » della Radio Corporation un altro registratore chiamato « Ink Recorder » o registratore a inchiostro che, sperimentato dall'A., fu ritenuto soddisfacente. Senza entrare in particolari descrittivi basterà dire che tale registratore consiste essenzialmente in una bobina circolare (nelle cui spire passa la corrente proveniente dal ricevitore) immersa nel campo radiale di un potente solenoide, in modo tale che allorché la spira è percorsa da impulsi di corrente, essa viene spostata verso l'alto. In tale movimento la spira trascina con se, agendo sul suo punto di mezzo, un braccio orizzontale che ha un estremo fisso con attacco a molla e l'altro estremo, mobile, munito di una penna: davanti a questa scorre orizzontalmente la zona, che presenta la sua faccia su un piano verticale; una speciale sistemazione permette poi l'afflusso dell'inchiostro alla penna. Un particolare interessante è costituito da un dispositivo smorzatore, che ha lo scopo di evitare che la registrazione, a causa delle vibrazioni delle parti in moto (penna, braccio portapenna, attacco molleggiante di questo, bobina) abbia l'aspetto della fig. 3 A e che invece assuma quello della fig. 3 B a spigoli netti. Con l'ink recorder si raggiunge la velocità di 100 parole al minuto, con una corrente di 4 mA; per velocità superiori basta cambiare l'attacco a molla del braccio portapenna e usare una corrente di poco maggiore: con 8 mA si possono registrare anche 200 parole al minuto.

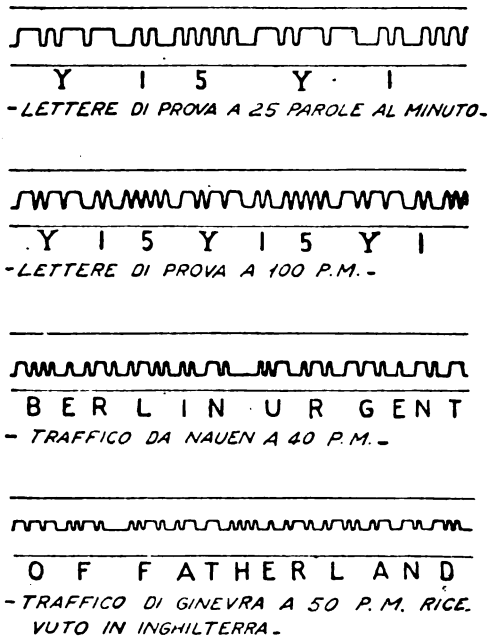


Fig. 5.

Dati i buoni risultati del registratore a inchiostro, l'A. ha voluto anche spingere la sua indagine sul modo di inserzione e dopo vari tentativi ha potuto dare la preferenza all'amplificatore riportato in figura 4. Esso comprende due valvole amplificatrici: la prima alimentata a mezzo di un trasformatore con condensatore derivato sul secondario (per la sintonia), la seconda valvola collegata invece alla prima con un trasformatore senza condensatore; la terza valvola è raddrizzatrice. Nella fig. 5 sono riprodotti alcuni diagrammi di ricezione a diverse velocità e provenienti da varie stazioni trasmettenti. C. C.

* *

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

A. POULSEN — Sopra una nuova definizione dell'attenuazione nei circuiti telefonici. (E. T. Z., N. 25 del 21 giugno 1923, pag. 589).

L'A. propone di definire l'attenuazione A_0 di un tratto di circuito telefonico con la:

$$(1) \quad e^{A_0} = \sqrt{\frac{V_1 I_1}{V_2 I_2}}$$

nella quale V_1 e I_1 sono rispettivamente la tensione e la corrente all'inizio del tronco e V_2 e I_2 le medesime grandezze alla fine del tronco stesso.

La misura della attenuazione di un tratto di conduttura (fig. 1), caricata ad un estremo da una impedenza Z_2 , richiede quindi, secondo la (1) o la equivalente che si ricava esprimendo la correnti in funzione delle tensioni e delle impedenze, la misura del rapporto $\frac{V_1}{V_2}$ e delle impedenze Z_1 e Z_2 . Si ha allora ovviamente

$$A_0 = \log \frac{V_1}{V_2} \sqrt{\frac{Z_2}{Z_1}}$$

La (1), che conduce per i conduttori a risultati del tutto identici a quelli che si otterrebbero applicando la definizione data da Breisig, ha su questa il vantaggio di potersi applicare con semplicità agli apparecchi trasmettitori, ricevitori ed agli impianti di amplificazione.

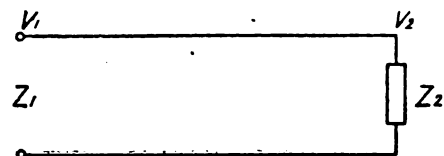


Fig. 1.

Considerando dapprima un apparecchio trasmettitore, l'A. assimila il microfono ad un generatore di fem:

$$e \sin \omega t = I_0 r \sin \omega t$$

indicando con I_0 la intensità della corrente continua che traversa il microfono, e supponendo che un suono puro di pulsazione ω , vi provochi una variazione di resistenza $r \sin \omega t$. Se si indica allora con E il valor efficace della fem (fittizia) così generata, e con R_0 la resistenza interna del microfono, la massima potenza che esso può erogare è, come per un generatore ordinario:

$$(2) \quad \frac{E^2}{4 R_0^2}$$

La espressione (2) è assunta dall'A. a caratterizzare il microfono. La potenza che questo eroga dipenderà poi evidentemente, a pari E , dalle caratteristiche del circuito sul quale è chiuso; ed è appunto per ciò che l'A. lo individua con la espressione (2) nella quale non compaiono che grandezze riferentisi alla sua propria costituzione.

Quanto al telefono, l'ampiezza delle oscillazioni della membrana possono ritenersi proporzionali al prodotto $n i$ essendo n il numero di spire degli avvolgimenti interni, ed i la corrente che li attraversa. A caratterizzare il telefono, l'A. assume allora, per omogeneità con la (2), la espressione:

$$(3) \quad i^2 U$$

in cui U è la impedenza interna la quale, com'è noto, può ritenersi all'incirca proporzionale ad n^2 .

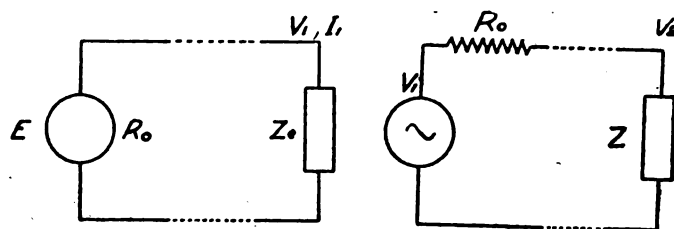


Fig. 2.

Ciò posto, l'attenuazione (A_t) inerente ad un complesso trasmettitore (fig. 2-a) chiuso su di una impedenza Z_e , vien definita dalla

$$(4) \quad e^{2 A_t} = \frac{E^2}{4 R_0^2} : V_1 I_1$$

la quale, se si pone eguale ad $E i$ la fem fittizia interna e Z_i la impedenza complessiva interna, assume la forma

$$(5) \quad A_t = \log \frac{E}{E_i} \sqrt{\frac{Z_i}{R_0}} + \log \frac{1}{2} \left(\sqrt{\frac{Z_i}{Z_e}} + \sqrt{\frac{Z_e}{Z_i}} \right)$$

Il primo addendo del secondo membro della (5) è, come si vede, indipendente da Z_e cioè dalle condizioni del circuito esterno, per cui l'A. chiama l'espressione

$$(6) \quad A_{t,p} = \log \frac{E}{E_i} \sqrt{\frac{Z_i}{R_0}}$$

attenuazione propria del trasmettitore. L'altro addendo rappresenta evidentemente le perdite dovute ai fenomeni di parziale riflessione che si verificano per effetto della connessione dei due circuiti interno ed esterno, con diverse caratteristiche.

Le definizioni ora date permettono di ricavare senz'altro un semplice procedimento per la misura dell'attenuazione totale e propria di un apparato trasmettitore. Basta invero sostituire al microfono un generatore, in serie con una resistenza ohmica R_0 , eguale alla resistenza interna del microfono stesso (fig. 2-b). Se si vuol conoscere l'attenuazione in corrispondenza ad un determinato carico Z , esso vien dato semplicemente da [(formula (4)).

$$e^{A_t} = \frac{1}{2} \frac{V_1}{V_2} \sqrt{\frac{Z}{R_0}}$$

mentre per determinare l'attenuazione propria [(formula (6))], necessitano due misure del rapporto $\frac{V_1}{V_2}$: una con $Z = \infty$, che ci fornisce

il rapporto $\frac{E}{E_1}$; l'altra con Z eguale ad una piccola resistenza ohmica, che ci permetta di ricavare Z_1 .

L'attenuazione (A_r) di un complesso ricevitore (e qui non si fa ovviamente luogo ad una distinzione tra attenuazione propria e complessiva) è definita dalla ⁽¹⁾

$$e^{2A_r} = \frac{I_2^2 Z}{I^2 U}$$

ovvero dalla

$$(7) \quad A_r = \log \frac{I_2}{I} \sqrt{\frac{Z}{U}}$$

in cui I_2 è la corrente complessiva che attraversa l'apparecchio ricevitore, I la corrente nel telefono, Z ed U le impedenze dell'apparecchio e del telefono rispettivamente. La (7) suggerisce senz'altro il metodo da usarsi per determinare A_r : basterà (fig. 3) misurare il rapporto $\frac{V_2}{V_1}$ e le impedenze Z ed U ; si ha allora ovviamente,

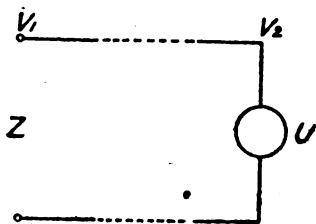


Fig. 3.

dalla (7)

$$A_r = \log \frac{V_1}{V_2} \sqrt{\frac{U}{Z}}$$

Quanto all'amplificazione (A_a) (attenuazione negativa) dovuta ai traslatori, essa può ancora porsi sotto la forma generale

$$(8) \quad e^{2A_a} = \frac{V_2 I_2}{V_1 I_1}$$

in cui gli indici 1 si riferiscono agli elementi della corrente da amplificarsi, gli indici 2 a quella amplificata.

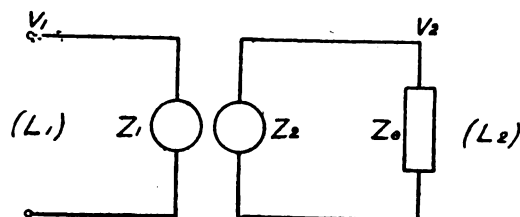


Fig. 4.

Così per es., l'amplificazione di un impianto semplice di traslazione quale quello schematizzato in fig. 4, è definito, in corrispondenza del carico Z_{L2} , dalla

$$(9) \quad e^{A_a} = \frac{V_2}{V_1} \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}}$$

Se poi si vuole l'amplificazione assoluta ($A_{a,p}$), quella cioè depurata degli effetti delle riflessioni, basta misurare Z_1 , Z_2 ed il rapporto $\frac{V_2}{V_1}$ per $Z = \infty$ e porre

$$A_{a,p} = \frac{1}{2} \log \frac{V_2}{V_1} \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}}$$

alla quale si perviene facilmente considerando l'insieme della fig. 4 come la riunione di un ricevitore (lato L_1) e di un trasmettitore (lato L_2) ed applicando all'uno ed all'altro le formule già date.

Le considerazioni svolte a proposito dell'attenuazione conducono infine l'A. a proporre un metodo per definire in modo non assoluto, ma relativo, le proprietà di un microfono o di un telefono. Il metodo consiste nell'assimilare la differenza delle sensibilità di due microfoni o di due telefoni ad una attenuazione. Così, se due microfoni di resistenza interna R_1 ed R_2 colpiti da uno stesso suono, producono delle fem (fittizie) E_1 ed E_2 , la differenza d_m delle sensibilità può, secondo l'A. essere posta eguale a

$$d_m = \log \frac{E_1}{E_2} \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$$

ed analogamente per due telefoni di impedenza interna U_1 e U_2 , che diano lo stesso suono allorché sono percorsi da correnti I_1 e I_2 , la differenza d_t delle sensibilità può esser posta sotto la forma:

$$d_t = \log \frac{I_1}{I_2} \sqrt{\frac{U_1}{U_2}} \quad f. n$$

(1) La forma esponenziale, di cui è fatto uso qui ed a altrove, risulta particolarmente adattata se si tiene presente la relazione pure esponenziale che intercede (Legge di Weber) tra causa eccitante e sensazione.

CRONACA

La Conferenza dell'Energia Mondiale.

Come ripetutamente annunciammo, il 30 corrente si inaugura a Londra la prima *World Power Conference*. La conferenza, a cui partecipano ufficialmente una quarantina di nazioni, si propone di studiare come le sorgenti naturali di energia di carattere industriale o scientifico, possano essere meglio sfruttate nazionalmente ed internazionalmente. La conferenza — i cui lavori si svolgeranno nelle sale appositamente predisposte alla Esposizione dell'Impero Britannico a Wembley — sarà divisa in parecchie sezioni: Sorgenti nazionali - Energia idraulica - Combustibili - Produzione di energia termica - Gas - Motori a combustione interna - Trasmissione e distribuzione dell'energia - L'energia nell'industria - Elettrochimica ed elettrometallurgia - Trasporti - Illuminazione, ecc., ecc. Sono già annunciate quasi 400 memorie.

Diamo qui l'elenco completo dei colleghi italiani che parteciperanno alla Conferenza:

Delegati ufficiali del Governo italiano: Semenza Ing. Guido, Presidente della Delegazione Italiana — Lombardi Prof. Luigi — Rebola Ing. Gino — Fusco Ing. Francesco.

Relatori: Ginori Conte Senatore Dr. Piero — Norsa Ing. Renzo — Emanuelli Ing. Luigi — Ucelli Ing. Guido — Del Buono Ing. Ulisse — Vismara Ing. Emirico — Mangiagalli Ing. Luigi.

Sartori Prof. Giuseppe, Rappresentante l'Associazione Elettrotecnica Italiana.

Cenzato Ing. Giuseppe, Rappresentante l'Associazione Esercenti Imprese Elettriche.

Membri liberi: Ing. C. Montagni — Ing. Orefici — Ing. Braga — Ing. Giamminola — Ing. Maddem — Ing. Rusca — Ing. Salmoraghi — Ing. Neri — Comm. Canto — Ing. Mancini — Ing. Vivanti — Ing. Funaioli — Dr. Ginori Conti G. — Ing. Cascone — Ing. Soleri.

Stampa tecnica: Prof. A. Barbagelata — Ing. M. Semenza.

Diamo anche l'elenco delle memorie presentate dai nostri connazionali:

- 1) Prof. G. Mortara — Relazione sulle disponibilità ed utilizzazione delle energie idrauliche del Paese.
- 2) Prof. G. De Marchi — Organizzazione delle ricerche sul regime dei corsi d'acqua e sulla loro utilizzazione.
- 3) Ing. L. Mangiagalli — Recente sviluppo nella costruzione delle dighe italiane.
- 4) Ing. G. Ucelli — La tecnica moderna delle turbine idrauliche italiane.
- 5) Ing. G. Semenza — Sulla continuità e regolarità del servizio nelle grandi reti elettriche.
- 6) Prof. G. Motta — Sulla coesistenza di centrali generatrici idrauliche termiche con speciale riguardo all'economia della produzione e alla necessità dell'integrazione della riserva.
- 7) Ing. G. F. Tosi — I grossi motori a combustione interna.
- 8) Senatore Agnelli — I motori per autoveicoli e per la navigazione aerea.
- 9) Ing. G. Rebola — La tecnica più recente delle trasmissioni elettriche aeree in Italia (Problema meccanico).
- 10) Ing. U. Del Buono — La tecnica più recente delle trasmissioni elettriche aeree in Italia (Problema elettrico).
- 11) Ing. R. Norsa — Sviluppo e limiti dei collegamenti e dei paralleli tra grandi sistemi elettrici.
- 12) Ing. L. Emanuelli — L'impiego dei cavi per le trasmissioni di energia elettrica ad altissima tensione.
- 13) Prof. F. Tajani — L'elettrotrazione in Italia.
- 14) Prof. F. Giolitti — L'elettrosiderurgia in Italia.
- 15) Senatore Principe Dr. Ginori Conti — I soffioni boraciferi di Larderello.

Terremo informati i lettori dell'andamento della Conferenza riservandoci di dare di essa, a suo tempo, ampia relazione.

* *

ASSOCIAZIONI, CONGRESSI, ECC.

Assemblea del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico. — Sabato 31 Maggio, nel salone dell'Associazione Industriali d'Italia presso il Politecnico di Milano si riunì l'Assemblea generale del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico. Il Presidente Ing. Guido Semenza, assistito dal Segretario Prof. Coppadoro, fece una estesa relazione dell'opera del Comitato nell'anno sociale testè decorso, mettendo in evidenza l'azione da esso esplicata a favore dei Laboratori scientifici universitari, sia curando il ritiro di apparecchi dalla Germania in conto riparazioni, sia raccogliendo fondi per sussidi a determinate ricerche, i quali saranno fra breve distribuiti dalla commissione permanente, presieduta dal Sen. Pirelli.

Diede notizia dell'imminente bando di concorso a borse di perfezionamento per l'anno accademico 1924-25; riferì sugli studi fatti per la fondazione di un grande Istituto centrale di ricerche e rivolse parole di vivo elogio a S. E. Corbino per il decreto con cui, ripren-

dando ed ampliando i compiti del Comitato Scientifico Tecnico, vennero assegnati due milioni annui per incoraggiamento e sussidi ad iniziative, studi e ricerche intese a promuovere il progresso scientifico e tecnico dell'industria; invitò i convenuti a sostenere e ad appoggiare vivamente l'*Archivio Tecnico Scientifico*, Sezione Bibliografica del Comitato, scopo della quale è di mettere a disposizione degli industriali, degli studiosi e dei tecnici la documentazione, così necessaria e così utile in tutti i campi. Comunicò quindi la costituzione di un Comitato per l'esame delle Invenzioni il quale potrà eventualmente dare all'inventore anche l'assistenza scientifica, tecnica e finanziaria.

Venne quindi approvato il bilancio per l'anno sociale 1923-24.

INDUSTRIA NAZIONALE.

Fornitura di macchinario all'estero. — Il R. Console d'Italia a Dublino ha informato il Ministero della Economia Nazionale che in talune città dell'Irlanda dovranno prossimamente essere effettuati importanti impianti elettrici.

Nel mese di giugno saranno pubblicati i capitoli relativi agli impianti da eseguirsi nelle città di Eunisecorthy i quali riflettono le forniture di due motori tipo Diesel da 90 HP e la necessaria apparecchiatura elettrica: generatori, quadri, accumulatori, ecc.

Le Ditte che intendessero concorrere a tali forniture potranno, a cura del competente ufficio Ministeriale, corrispondere direttamente col Console precitato.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Una conferenza internazionale per la radiotelegrafia. — In occasione della Esposizione nazionale Svizzera di Radiotelegrafia e Radiotelegrafia si è riunita a Ginevra, nei giorni 23 e 24 aprile, una Conferenza internazionale alla quale sono intervenuti numerosi rappresentanti di associazioni ed industrie radiotelegrafiche.

Dopo ampia discussione è stato riconosciuto:

1) La necessità di ridurre al minimo indispensabile le emissioni con onde smorzate e di assegnare alla radiotelegrafia speciali gamme di lunghezze d'onda, ben distinte da quelle assegnate alla radiotelegrafia.

2) La opportunità di non ostacolare, ed anzi di incoraggiare i dilettanti, riservando anche una gamma di lunghezze d'onda per le loro esperienze.

3) La insufficienza della Convenzione di Londra 1912 e dell'Accordo di Washington 1920 e quindi l'urgenza di convocare un Congresso, possibilmente mondiale, per stipulare nuovi accordi ufficiali.

4) La opportunità di favorire con ogni mezzo la sempre maggior diffusione della lingua esperanto, la quale, per essere facile, e già largamente nota, potrà contribuire nel modo più efficace allo sviluppo delle comunicazioni radiotelefoniche internazionali.

Un rappresentante della Società delle Nazioni ha assistito ai lavori ed ha promesso l'appoggio degli organi competenti.

Le discussioni si sono svolte quasi completamente in esperanto. E' stata nominata una Commissione esecutiva provvisoria, con sede a Ginevra e con l'incarico di favorire lo sviluppo del programma tracciato dalla Conferenza.

N. Ru.

DECRETI, LEGGI E REGOLAMENTI

Schema di disegno di legge sulla trasmissione a distanza e sulla distribuzione dell'energia elettrica.

CAPO I. — Disposizioni generali.

Art. 1. — Il disciplinamento e l'alta sorveglianza sulla trasmissione a distanza e sulla distribuzione dell'energia elettrica, comunque prodotta, sono di competenza del Ministero dei Lavori Pubblici e sono regolati dalla presente legge.

La trasmissione dei segnali e delle parole è regolata da leggi speciali.

Il servizio pubblico della distribuzione dell'energia elettrica nei centri abitati è soggetto al disciplinamento ed alla sorveglianza delle Autorità comunali, giusta le norme da stabilirsi col regolamento. Contro i provvedimenti che adottano in materia le dette autorità è ammesso in ogni caso il ricorso al Prefetto della provincia e contro le determinazioni del Prefetto è poi ammesso il ricorso al Ministero dei Lavori Pubblici, che provvede, sentito il Consiglio superiore. Nei Comuni che sono capoluogo di provincia, il ricorso è proponibile direttamente al Ministero.

Nulla è innovato per quanto riflette l'esercizio dei servizi pubblici comunali alimentati dall'energia elettrica, l'eventuale gestione diretta di detti servizi da parte dei Comuni nonchè la gestione del servizio pubblico della distribuzione dell'energia elettrica nei centri abitati per concessione da parte dei Comuni od in via diretta dai medesimi.

Art. 2. — Il Ministero dei Lavori Pubblici attende:

a) a formare l'elenco e le statistiche degli impianti esistenti di produzione e di trasmissione;

b) ad impartire il consenso di cui all'art. 7 o l'autorizzazione di cui all'art. 20;

c) a promuovere, ove occorra, accordi fra gli esercenti imprese

elettriche, a disciplinarne l'attuazione per fini d'interesse generale e, in caso di gravi necessità pubbliche, a disporre gli occorrenti provvedimenti esecutivi.

Art. 3. — Entro un anno dall'entrata in vigore della presente legge, tutti coloro che posseggono od esercitano impianti di energia elettrica, comunque prodotta, sia a scopo privato che pubblico, o che siano proprietari od esercenti di condutture destinate alla trasmissione di energia elettrica, debbono farne denuncia al Ministero dei Lavori Pubblici.

In base a tali denunce, il Ministero redigerà l'elenco generale delle centrali di produzione idro e termoelettriche, delle linee di trasmissione, delle stazioni di trasformazione e sezionamento.

Il detto elenco sarà reso di pubblica ragione e tenuto al corrente.

L'iscrizione in esso equivarrà per ogni effetto al consenso di cui all'art. 7 ed alla autorizzazione di cui all'art. 20 per gli impianti di trasmissione eseguiti prima dell'entrata in vigore della presente legge, salvo l'osservanza degli obblighi già assunti verso le amministrazioni pubbliche interessate.

Art. 4. — L'impianto di linee per la trasmissione e distribuzione di energia elettrica è libero, sotto l'osservanza delle prescrizioni della presente legge e del Regolamento di esecuzione di essa, salvo quanto è disposto dagli articoli 7 e 20.

Dei nuovi impianti deve essere fatta denuncia ai sensi e per gli effetti del precedente articolo 3, prima della loro messa in esercizio.

Art. 5. — Chi intenda fare studi per la compilazione di un progetto di impianto di condutture elettriche e debba perciò entrare nei fondi altrui, ove non ottenga il consenso dei proprietari, può essere autorizzato dal Prefetto della provincia nel cui territorio sono situati i detti fondi.

Chi ottenga detta autorizzazione deve servirsene nel modo che riesca meno pregiudizievole per il fondo, ed è obbligato a risarcire qualunque danno arrecato al medesimo.

Per introdursi nel recinto di una ferrovia o tramvia, dovranno osservarsi le prescrizioni stabilite dall'amministrazione esercente.

Sono inoltre applicabili le disposizioni dell'articolo 8 della legge 23 giugno 1865, n. 2356.

Per assicurare il risarcimento degli eventuali danni, il Prefetto può prescrivere al richiedente il preventivo deposito di una somma adeguata.

La liquidazione dei danni è fatta, in difetto di accordo, dal Prefetto con suo decreto, sentito l'Ufficio del Genio civile.

Contro questo decreto del Prefetto non è ammesso ricorso nè in via amministrativa nè in sede giurisdizionale.

CAPO II. — Servitù di elettrodotto.

Art. 6. — Ogni proprietario è tenuto a dar passaggio per i suoi fondi alle condutture elettriche aeree o sotterranee, che voglia eseguire chi abbia permanentemente od anche solo temporaneamente il diritto di servirsene per uso industriale.

Per gli impianti di grande trasmissione il diritto di passaggio deriva dal decreto di autorizzazione.

Art. 7. — Le condutture elettriche che debbono attraversare strade pubbliche, ferrovie, fiumi, torrenti, canali, linee telegrafiche o telefoniche di pubblico servizio o che debbano avvicinarsi a tali linee o ad impianti radiotelegrafici e radiotelefonici, e quelle che debbano passare su monumenti pubblici o appoggiarsi ai medesimi non possono essere collocate senza il previo consenso dell'Autorità competente.

La domanda a questo fine è indirizzata al Prefetto della provincia in cui si intenda eseguire l'impianto.

Quando la condotta attraversi opere pubbliche o proprietà comprese in territori di due o più provincie, la domanda è indirizzata al Ministero dei Lavori Pubblici.

In ambo i casi la domanda è corredata dalla documentazione prescritta dal regolamento.

Art. 8. — L'Autorità indicata nell'art. 7, sentite le Amministrazioni pubbliche interessate, e in ogni caso quella delle Poste e Telegrafi, e compiuta una istruttoria a mezzo degli Uffici locali, dà il consenso per l'attuazione dell'impianto.

Le eventuali opposizioni da parte delle Amministrazioni pubbliche interessate sono decise inappellabilmente dal Ministero dei Lavori Pubblici, sentito il Consiglio superiore dei Lavori Pubblici.

Il consenso può essere subordinato all'osservanza di speciali condizioni. Esso è dato sotto la responsabilità dell'utente per i danni che possano essere cagionati dal sistema adottato.

Art. 9. — La servitù di elettrodotto conferisce all'utente la facoltà di:

a) collocare ed usare condutture sotterranee od appoggi per conduttori aerei e far passare conduttori elettrici su terreni privati e su vie e piazze pubbliche ed impiantare le cabine di trasformazione o di manovra necessarie all'esercizio delle condutture, sempre compatibilmente con le esigenze di viabilità e di estetica delle vie e piazze stesse.

b) infliggere supporti o ancoraggi per conduttori aerei tanto all'esterno dei muri o facciate rivolte verso le vie pubbliche, che sui tetti e sulle terrazze dei fabbricati, a condizione che vi si possa accedere dall'esterno e che i lavori siano eseguiti con tutte le precauzioni necessarie sia per garantire la sicurezza e l'incolumità, sia per arrecare il minimo disturbo agli abitanti;

c) tagliare i rami di alberi, che, trovandosi in prossimità dei conduttori aerei, possano, col movimento, con la caduta od altrimenti,

causare corti circuiti, od arrecare inconvenienti al servizio o danni alle condutture ed agli impianti;

d) fare accedere lungo il tracciato delle condutture il personale addetto alla sorveglianza e manutenzione degli impianti e compiere i lavori necessari.

L'impianto e l'esercizio di condutture elettriche debbono però essere eseguiti nel modo meno pregiudizievole al fondo servente, avuto riguardo all'esistenza di altri utenti di analoga servitù sul medesimo fondo, nonché alle condizioni dei fondi vicini ed all'importanza dell'impianto stesso.

Art. 10. — L'imposizione della servitù di elettrodotto non determina alcuna perdita di proprietà o di possesso. Pertanto il proprietario può continuare ad usare e coltivare il fondo, salvo le limitazioni derivanti dalla servitù.

Egli però non può fare cosa alcuna che tenda a diminuire l'uso della servitù od a renderlo più incomodo. Del pari l'utente non può fare cosa alcuna che tenda ad aggravare la servitù.

Le imposte prediali e gli altri pesi inerenti al fondo rimangono a carico del proprietario di esso.

Art. 11. — La posa degli appoggi sui muri e le facciate e sui tetti o le terrazze dei fabbricati non toglie al proprietario il diritto di demolire, riparare o sopraelevare.

La posa delle condutture o appoggi in terreno aperto e non fabbricato non impedisce al proprietario il diritto di recingere e di fabbricare.

Il proprietario può domandare all'utente della condotta di modificare l'impianto per ridurre i gravami imposti dalla servitù.

Volendo variare lo stato dei luoghi, il proprietario deve notificare all'utente la sua intenzione ed offrirgli, in quanto sia possibile, altro luogo adatto all'esercizio della servitù, che l'utente non può recusare quando risulti idoneo e lo spostamento sia reso necessario dalla variazione che il proprietario vuole arrecare al fondo servente.

Il cambiamento di luogo per l'esercizio della servitù può essere parimenti ammesso dietro istanza dell'utente se questo provi che esso riesce per lui di notevole vantaggio e non è di danno al fondo.

Le spese per gli spostamenti o modificazioni delle condutture sono a carico di chi le richiede. Però se il richiedente sia il proprietario del fondo servente e concorrano speciali motivi, può essere chiamato l'utente a sostenere, almeno in parte, tali spese.

Art. 12. — Le dimensioni delle zone soggette a servitù di elettrodotto ed il numero degli appoggi e dei conduttori debbono essere determinate nell'atto col quale si fissa l'indennità per la imposizione della servitù.

Art. 13. — Al proprietario del fondo servente è dovuta un'indennità, la quale deve essere determinata tenendo conto della diminuzione di valore che per la servitù subiscono il suolo o il fabbricato o parti di essi. L'aggravio causato dalla servitù va considerato nelle condizioni di massimo sviluppo previsto per l'impianto. Il valore dell'immobile gravato dalla servitù è computato senza detrazioni per qualsiasi carico che lo colpisca e col soprappiù del quinto.

Per l'area esistente fra due appoggi successivi su cui si proiettano i conduttori, è inoltre dovuta una indennità nella misura di un quarto del valore della sola parte strettamente necessaria al transito per il servizio delle condutture.

Le aree occupate dai basamenti dei sostegni delle condutture aeree, o da cabine o costruzioni di qualsiasi genere, aumentate, ove occorra, da un'adeguata zona di rispetto, devono essere computate pel loro valore totale. Cessando l'uso pel quale fu imposta la servitù, tali aree ritorneranno gratuitamente nella piena disponibilità del proprietario.

Al proprietario debbono inoltre essere risarciti i danni prodotti durante la costruzione della linea, anche per le necessarie occupazioni temporanee.

Del pari, debbono essere risarciti i danni prodotti pel servizio della condotta elettrica, esclusi quelli derivanti dal normale e regolare esercizio della condotta stessa.

Art. 14. — Ove l'imposizione della servitù sia fatta per un tempo minore di nove anni, l'indennità ragguagliata alla diminuzione del valore del suolo è ridotta alla metà; ma, scaduto il termine, il fondo dovrà essere ridotto in pristino a cura e spese dell'utente della condotta.

Chi ha ottenuto il diritto di servitù temporaneo può, prima della scadenza del termine, renderlo perpetuo pagando l'altra metà con gli interessi legali dal giorno in cui il passaggio fu praticato.

Art. 15. — Le indennità dovute allo Stato ed alle Provincie cui appartenga l'area pubblica, sono le seguenti:

per ogni sostegno infisso, da lire 10 a lire 50 una volta tanto;

per ogni 100 metri, o frazione di 100 metri di condotta sotterranea, qualunque sia il numero dei fili, lire 50 una volta tanto.

In casi speciali, la commisurazione delle indennità può essere fatta come per i privati.

Nulla è dovuto per le condutture aeree.

Queste disposizioni si applicano anche ai Comuni per le aree fuori dai centri abitati.

Per gli attraversamenti delle ferrovie pubbliche è però dovuto, per tutti gli oneri che la presenza della condotta arreca all'esercizio ferroviario, un canone annuale variabile da lire 30 a lire 100 secondo l'importanza dell'attraversamento.

Art. 16. — Quando le controversie relative alle indennità dovute per l'espropriazione o l'imposizione della servitù di elettrodotto interessino più proprietari, questi possono essere convenuti innanzi

all'autorità giudiziaria nella cui giurisdizione per maggiore lunghezza si svolgono le linee delle quali si tratta.

Art. 17. — Le Autorità competenti, possono per preminenti ragioni di pubblico interesse, richiedere lo spostamento delle condutture elettriche; ma, salvo speciali pattuizioni, l'utente ha diritto ad una congrua indennità se non può eseguirlo senza spesa eccessiva.

In caso di opposizione, l'apprezzamento di tale possibilità e la determinazione dell'indennità eventualmente dovuta sono demandati al Ministero dei Lavori Pubblici, che provvede su parere del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici.

Art. 18. — Quando sul percorso di una condotta elettrica esistono altre condutture elettriche o linee telefoniche o telegrafiche, debbono essere accettate, per la tutela del regolare esercizio di ciascuna condotta o linea, le prescrizioni della parte che ha titolo di preminenza per motivi di pubblico servizio oppure, a parità di titoli, per ragioni di preesistenza.

Se tali prescrizioni esigano lo spostamento o la modificazione delle linee o condutture, le spese relative saranno a carico della parte che le rende necessarie.

In caso di dissenso, decide il Ministero dei Lavori Pubblici su parere del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici.

Art. 19. — L'esistenza di vestigia di opere delle condutture elettriche contemplate nell'art. 6 non è di ostacolo alla prescrizione. Per impedire la prescrizione, occorrono l'esistenza e la conservazione dell'impianto in istato di esercizio.

CAPO III. — Autorizzazione delle grandi trasmissioni.

Art. 20. — Sono considerate grandi trasmissioni quelle in cui la tensione normale di esercizio è uguale o superiore a 40.000 volt. Per tali trasmissioni è necessaria una preventiva autorizzazione.

La domanda di autorizzazione per l'impianto e l'esercizio di una grande trasmissione, anche se proposta da Amministrazioni dello Stato, deve essere diretta al Ministero dei Lavori Pubblici e corredata dal progetto comprendente il tracciato delle linee, i tipi dei sostegni e le altre particolarità dell'impianto, e da una relazione esplicativa.

La domanda di autorizzazione può altresì comprendere le diramazioni dalla trasmissione principale facenti sistema con essa, anche se a tensione inferiore a 40.000 volt.

Art. 21. — La domanda è pubblicata in base ad ordinanza del Ministero, il quale dispone il deposito degli atti presso l'ufficio o gli uffici del Genio civile, e dà comunicazione immediata dei medesimi al Ministero delle Poste e dei Telegrafi e, ove occorra, anche alla Direzione generale delle Ferrovie dello Stato pel servizio di elettrificazione.

Quando le condutture elettriche interessino linee telegrafiche e telefoniche dei Ministeri della Guerra e della Marina, è data anche ad essi comunicazione della domanda.

Il deposito è mantenuto per un termine non inferiore a giorni 15 nè superiore ai 30, entro il quale possono essere proposte le osservazioni od opposizioni scritte da parte di qualsiasi interessato, ente pubblico o privato, comprese le Amministrazioni dello Stato.

Art. 22. — Compiuta l'istruttoria il Ministro, su parere del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici, con suo decreto, fa luogo all'autorizzazione o respinge l'istanza. Può anche subordinare l'accoglimento della istanza all'obbligo di apportare modificazioni al progetto con essa proposto.

L'autorizzazione all'impianto ed esercizio di una grande trasmissione può essere accompagnata da un atto d'obbligo.

Art. 23. — L'autorizzazione dell'impianto ed esercizio di una grande trasmissione in una data regione o centro abitato non crea un diritto di esclusività a favore dell'autorizzato.

Art. 24. — Il decreto di autorizzazione a costruire un impianto di grande trasmissione ha efficacia di dichiarazione di pubblica utilità per tutte le opere e gli impianti occorrenti alla costruzione delle linee, cabine, stazioni o sottostazioni di trasformazione e di quanto altro serva all'impianto ed all'esercizio della trasmissione.

Art. 25. — Ottenuto il decreto, l'interessato deve, entro il termine prescritto, presentare all'ufficio del Genio civile i piani particolareggiati di quei tratti di linea interessanti la proprietà privata, rispetto ai quali è necessario procedere, a termini della legge 25 giugno 1865, n. 2359.

Tali piani devono soddisfare alle condizioni stabilite dagli articoli 16 e 24 della detta legge. In base ad essi, l'ufficio del Genio civile, previo avviso agli interessati, decide, ove occorra, sulla convenienza del tracciato in relazione ai fondi attraversati e compila lo stato di consistenza dei fondi medesimi, i cui proprietari non abbiano accettato l'indennità offerta e non abbiano concluso amichevoli accordi, e promuove l'ordinanza per l'immediata esecuzione del lavoro, dietro deposito della somma che complessivamente riterrà necessaria per garantire il pagamento dell'indennità dovuta per l'espropriazione o l'imposizione della servitù, da determinarsi a norma della citata legge.

Art. 26. — Le disposizioni del presente capo possono essere applicate anche a trasmissioni di energia a tensioni minori di 40.000 volt riguardanti pubblici servizi quando ne sia fatta richiesta dalla Ditta esercente.

CAPO IV. — Casi d'urgenza.

Art. 27. — A richiesta degli interessati, nei casi di urgenza, il Ministro dei Lavori Pubblici, sentito il Ministero delle Poste e Telegrafi, su parere del Consiglio superiore, può permettere che le opere

per l'impianto di linee di trasmissione di energia elettrica siano eseguite prima dell'emanazione del decreto di autorizzazione di cui all'art. 22 o dell'atto di consenso di cui all'art. 7, purchè il richiedente si obblighi, con congrua cauzione, ad adempiere alle prescrizioni e condizioni che saranno stabilite nell'atto di consenso o nel decreto di autorizzazione ed a demolire le opere stesse in caso di negato consenso o di negata autorizzazione.

La determinazione provvisoria dell'indennità per imposizione di servitù fatta dall'Ufficio del Genio civile.

CAPO V. — Esercizio.

Art. 28. — Quando negli impianti di grandi trasmissioni di energia elettrica destinata a pubblici servizi abbiano luogo abituali interruzioni o sospensioni, dovute a constatate deficienze degli impianti od a trascurata sorveglianza e manutenzione e tali da compromettere i servizi stessi, o sia stata constatata reiterata inosservanza delle disposizioni legislative e regolamentari, l'autorizzazione può essere sospesa o revocata.

La sospensione o la revoca è pronunciata dal Ministro dei Lavori Pubblici, con suo decreto motivato, su parere del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici da emettersi a seguito di una istruttoria, i cui risultati devono essere previamente contestati all'interessato.

Art. 29. — E' proibito a chiunque non sia autorizzato per ragioni di servizio:

a) di collocare oggetti sugli appoggi, sui conduttori e su qualsiasi apparecchio o materiale degli impianti per la produzione, trasformazione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica, di toccarli o lanciare contro di essi cose che possono danneggiarli o comunque di alterare il regolare funzionamento degli impianti, di tagliare od in altro modo manomettere le condutture elettriche;

b) di introdursi o lasciare introdurre persone o animali senza speciale autorizzazione nei recinti chiusi destinati alla produzione, trasformazione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica;

c) di manovrare od alterare comunque per qualsiasi motivo gli apparecchi e dispositivi che servono alla produzione, trasformazione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica, e di chiudere o interrompere i circuiti.

Art. 30. — Chiunque, compiendo uno dei fatti vietati dall'articolo precedente od in altro modo, fa sorgere il pericolo di un disastro è punito a mente dell'art. 312 del Codice penale.

Art. 31. — Per gli effetti della legge penale, salvo quanto dispone l'articolo precedente, gli impianti di produzione, di trasmissione e di distribuzione dell'energia elettrica destinati anche in parte a servizi pubblici ed il loro esercizio sono equiparati ai telegrafi ed al relativo esercizio.

Art. 32. — Ove non sia disposto altrimenti, le trasgressioni alle disposizioni della presente legge e del regolamento, che non costituiscano più grave reato, sono punite con la multa da lire 100 a lire 5000.

Sono applicabili anche per le violazioni della presente legge e del suo regolamento gli articoli 376, 377 e 378 della legge 20 marzo 1865, n. 2248 allegato F sulle opere pubbliche.

Disposizioni finali.

Art. 33. — Cessano di applicarsi la legge 7 giugno 1894, n. 232 ed il relativo regolamento, il regio decreto 17 dicembre 1922, n. 1723 e tutte le altre disposizioni contrarie e diverse da quelle stabilite con la presente legge.

Restano però in vigore le disposizioni speciali relative alla trasmissione dei segnali e della parola, nonché quelle sulla trazione ferroviaria elettrica, salvo in quanto espressamente provvedono sull'oggetto la presente legge ed il suo regolamento.

Art. 34. — Il Governo del Re è autorizzato ad emanare con reale decreto, sentito il Consiglio superiore dei Lavori Pubblici ed il Consiglio di Stato, il regolamento per l'applicazione della presente legge e tutte le disposizioni occorrenti per l'attuazione della medesima e per il suo coordinamento con le altre leggi dello Stato.

* *

Schema di regolamento per l'esecuzione della nuova legge proposta sulla trasmissione a distanza e sulla distribuzione dell'energia elettrica.

Art. 1. — I Comuni disciplinano e sorvegliano il servizio pubblico della distribuzione dell'energia elettrica nei centri abitati per assicurare la regolarità e la continuità della distribuzione stessa e per garantire da parte di ciascun fornitore parità di trattamento a tutti gli utenti e richiedenti, che si trovino nelle stesse condizioni.

Essi possono all'uopo emanare regolamenti speciali, che non sono esecutivi se non siano approvati dal Ministero dei Lavori Pubblici, sentito il Consiglio superiore. Il Ministero può anche predisporre regolamenti tipo per le varie categorie di Comuni. Restano però ad ogni modo ferme le disposizioni stabilite con convenzioni speciali.

I Comuni hanno anche la rappresentanza di collettività di utenti quando occorra tutelarne le ragioni nei confronti dei fornitori dell'energia elettrica.

Art. 2. — Le denunce degli impianti di produzione, trasmissione

e distribuzione dell'energia elettrica esistenti all'entrata in vigore della legge e di cui all'articolo 3 della medesima debbono essere fatte su moduli a stampa forniti dal Ministero dei Lavori Pubblici. In esse saranno indicate le principali caratteristiche degli impianti.

Il Ministero dei Lavori Pubblici compila e mantiene al corrente una carta col tracciato delle principali linee di trasmissione in scala non inferiore a 1:100,000.

Art. 3. — Chi ha bisogno di entrare nei fondi altrui per fare studi per la compilazione di un progetto di impianto conduttura elettrica, deve, al fine di ottenere l'occorrente autorizzazione, presentare domanda al Prefetto della Provincia nel cui territorio sono situati detti fondi, indicando:

a) il periodo di tempo durante il quale intende eseguire o far eseguire gli studi;

b) i fondi da attraversare;

c) i nomi delle persone che dovranno introdursi nei fondi per eseguire gli studi.

Nel decreto di autorizzazione, da rilasciarsi d'urgenza, sono indicati i nomi delle persone alle quali viene concessa la facoltà di introdursi nella privata proprietà e la durata dell'autorizzazione. Per i luoghi abitati, il decreto fissa pure il tempo e il modo in cui la facoltà può essere esercitata.

Art. 4. — Il diritto di imporre la servitù di elettrodotto derivante, quando non occorra il consenso o l'autorizzazione prescritti dagli articoli 7 e 20 della legge dal solo fatto di disporre dell'energia da trasmettere o distribuire non può, in caso di contestazione, essere esercitato senza un atto di riconoscimento del Prefetto della provincia.

Tale atto è rilasciato dal Prefetto dietro istanza dell'interessato corredata da documenti, che provino che l'istante ha la disponibilità dell'energia.

Art. 5. — Gli impianti, nei quali non sia necessario il consenso o l'autorizzazione prescritti dagli articoli 7 e 20 della legge . . . , possono essere eseguiti senza che occorra previamente l'adempimento di formalità, ma se ne deve fare notificazione al Prefetto della Provincia almeno venti giorni prima che siano iniziati i lavori.

La notifica è fatta su moduli del tipo prescritto dal Ministero dei Lavori Pubblici, in doppio originale, di cui uno rimane presso la Prefettura e l'altro è trasmesso al detto Ministero ai fini della statistica.

I successivi ampliamenti o cambiamenti delle condutture possono essere eseguiti senza che ne occorra la notificazione sempre che non modifichino la natura della conduttura originaria in guisa da farla rientrare fra quelle contemplate dagli articoli 7 e 20 della legge . . . , nel quale caso saranno considerati nuovi impianti.

Art. 6. — Le domande per l'impianto e l'esercizio di nuove condutture per trasmissione e distribuzione di energia elettrica, nei casi regolati dagli articoli 7 e 8 della legge . . . , debbono essere accompagnate da un progetto di massima col disegno dell'impianto, le indicazioni dei conduttori e dei loro sostegni e degli attraversamenti con ferrovie o tramvie, corsi d'acqua, linee telegrafiche o telefoniche, e con la designazione delle dette linee telegrafiche o telefoniche nei tratti in cui queste corrono in prossimità della progettata linea.

Nel progetto di massima devono essere indicate la natura della corrente, la frequenza, la differenza di potenziale tra due fili di linea, i sistemi di isolamento, la potenza massima da trasportare e le altre caratteristiche elettriche e meccaniche dell'impianto.

L'istante deve inoltre indicare il domicilio che ha eletto ed il termine entro il quale intende attuare l'impianto ed eventualmente se abbia necessità della dichiarazione di urgenza od indifferibilità ai sensi dell'art. 27 della detta legge.

La domanda con gli annessi disegni è indirizzata in un originale bollato e in quel numero di copie non bollate che potranno essere richieste:

a) al Prefetto della provincia nella quale si intende eseguire l'impianto;

b) al Ministero dei Lavori Pubblici, quando la linea di trasmissione interessa il territorio di più provincie.

Se la domanda è proposta da un'amministrazione dello Stato, compresa quella delle ferrovie, è in ogni caso rivolta al Ministero dei Lavori Pubblici.

I documenti tecnici debbono essere firmati da un ingegnere.

Art. 7. — Quando la domanda abbia per oggetto la distribuzione dell'energia elettrica, devono essere allegati alla medesima:

1) un piano generale di massima delle condutture aeree e delle sotterranee, con riguardo al presumibile sviluppo della rete di distribuzione;

2) una relazione illustrativa dell'impianto e del servizio che si intende effettuare.

Art. 8. — Nell'istruttoria prevista dall'art. 8 della legge . . . , le Amministrazioni pubbliche interessate sono chiamate ad esprimere il loro avviso sulla domanda. A questo fine, è loro assegnato il termine di 30 giorni ed è loro trasmessa anche una copia del progetto.

In caso di opposizione o di richieste di modificazioni sui cui non siasi addivenuto ad accordi, decide inappellabilmente il Ministero dei Lavori Pubblici, sentito il Consiglio superiore.

Esaurita l'istruttoria, il Prefetto o il Ministero, a seconda dei casi, dà con decreto il consenso per la attuazione dell'impianto.

Art. 9. — Nell'impianto e nell'esercizio delle condutture elettriche, l'utente è tenuto, sotto la sua responsabilità, ad adottare tutti

i provvedimenti diretti a tutelare l'incolumità delle persone e l'uso delle cose, che sono, a seconda dei casi, consigliati dalla scienza e dalla pratica e ad osservare inoltre le seguenti norme generali:

1° Nei riguardi dei conduttori aerei, occorre adempiere a tutte le prescrizioni ritenute adatte ad evitare la rottura di essi ed i pericoli che ne derivano;

2° I conduttori aerei esterni alle abitazioni debbono essere disposti in modo che non possano essere toccati da persone non adette al loro servizio, sia lungo le tesse che sugli appoggi.

Nei luoghi aperti, poi, essi non debbono essere collocati ad altezza inferiore a sei metri dal suolo, salvo quella maggiore altezza che nei casi speciali risultasse necessaria. L'autorità competente può consentire il collocamento di conduttori ad altezza minore di quella ora indicata solo per le ferrovie e tramvie elettriche, ed in quegli altri casi nei quali risultassero dimostrate sia l'assenza di pericoli, sia la necessità della minore altezza per il pratico impiego della conduttura nell'uso cui questa è destinata.

Sulle facciate delle case, i conduttori devono essere fuori della portata della mano di una persona che stia alla finestra o sul davanzale di essa o in un balcone o su di un terrazzo o sul tetto;

3° Nei pozzi o cunicoli delle miniere e di escavazioni analoghe, nelle gallerie delle ferrovie, tramvie e strade ordinarie, e ovunque le condizioni locali impediscano di soddisfare alle norme suddette, dovrà essere reso innocuo, con i mezzi più efficaci, il contatto dei conduttori;

4° I pali, le mensole e gli altri sostegni per conduttori, sui quali si abbiano potenziali pericolosi, devono essere muniti di tabella monitoria e di ripari atti ad ostacolare l'accesso ai conduttori stessi senza l'aiuto di scale mobili o di mezzi analoghi;

5° Adeguate disposizioni di sicurezza devono essere adottate dove vi sia pericolo di contatto fra i conduttori di energia ed i fili telegrafici e telefonici nel caso di rottura di questi o dei conduttori di energia;

6° Speciali disposizioni di difesa debbono parimenti essere adottate nei tratti in cui i conduttori di energia possano essere toccati dagli agenti telegrafici e telefonici in servizio.

Art. 10. — Nelle condutture elettriche di contatto delle ferrovie e delle tranvie elettriche, è ammesso di utilizzare come conduttore di ritorno il sistema delle rotaie.

Però queste debbono avere i giunti elettricamente perfetti e l'impianto deve soddisfare alle condizioni speciali, che saranno emanate in materia dal ministero dei lavori pubblici.

Art. 11. — Nei riguardi delle opere di interesse pubblico e dei fiumi, torrenti e canali, oltre alle norme stabilite nei due articoli precedenti ed alle speciali prescrizioni che, durante l'esecuzione dell'impianto e l'esercizio di esso, potranno essere dettate caso per caso dall'autorità competente sentite le amministrazioni interessate, debbono di regola essere osservate le disposizioni seguenti:

a) Per le linee telegrafiche e telefoniche:

Gli attraversamenti e gli avvicinamenti debbono soddisfare alle norme che, giusta l'articolo seguente, saranno emanate dal ministro dei lavori pubblici di concerto con quello delle poste e telegrafi per garantire gli impianti telegrafici e telefonici sia dai pericoli di contatti sia dai perturbamenti, di carattere permanente o accidentale, che possano essere prodotti negli impianti stessi.

E' vietato l'impianto di condutture elettriche sulle strade pubbliche e sulle arginature dei fiumi, torrenti e canali, sulle quali esistano o debbano essere impiantate linee telegrafiche e telefoniche destinate a pubblico servizio. Questo divieto può essere tolto previ accordi col ministero delle poste e dei telegrafi per concretare i provvedimenti più adatti a rendere possibile la coesistenza dei due impianti e meno onerosi per l'utente della conduttura elettrica.

b) Per le strade ferrate e le tramvie in sede propria:

1° Si deve evitare l'impianto delle condutture lungo le ferrovie sul suolo di proprietà delle stesse e attraverso i piazzali interni delle stazioni.

2° Le condutture elettriche aeree debbono attraversare le ferrovie ad angolo non minore di sessanta gradi e ad altezza non minore di otto metri sul piano del ferro, a meno che non si tratti di conduttori aerei per tramvie elettriche. In casi speciali l'obliquità dell'attraversamento può essere ridotta fino ad un minimo di quarantacinque gradi.

3° I sostegni delle condutture elettriche devono essere collocati a distanza tale dal binario che cadendo non possano ingombrarlo; e, dove tale condizioni non possa osservarsi, devono essere assicurati in modo che non ne sia possibile la caduta sul binario.

4° I cunicoli per le condutture sotterranee devono essere situati a profondità non minore di un metro misurata fra il piano di formazione e l'estradosso dei cunicoli stessi. Tali cunicoli devono essere disposti in modo che i conduttori possano essere visitati e riparati senza manomettere il piano stradale.

5° Nelle intersezioni delle ferrovie con conduttori elettrici sotterranei, potrà essere imposto all'utente di servirsi di manufatti che passano sotto di esse se siano adatti.

c) Per le vie e piazze pubbliche:

In ordine al passaggio per le vie e piazze pubbliche ed agli appoggi sulle facciate delle case, debbono essere osservate le norme stabilite dalle amministrazioni comunali e dalle altre autorità competenti.

Art. 12. — Oltre alle disposizioni di massima contenute nei tre articoli precedenti, gli utenti debbono nell'impianto e nell'esercizio

delle condutture elettriche osservare le norme tecniche, che saranno stabilite con decreto del ministero dei lavori pubblici, su parere del consiglio superiore, sentite le amministrazioni pubbliche interessate.

Art. 13. — Le domande per la costruzione e l'esercizio di grandi trasmissioni o di condutture per le quali sia stata richiesta la dichiarazione di pubblica utilità, sono presentate in doppio originale, di cui uno bollato, al Ministero dei lavori pubblici, che ne dà ricevuta indicando la data della presentazione. Per agevolare l'istruttoria, possono dal Ministero stesso essere chieste altre copie in carta libera della domanda e dei documenti. Nella domanda il richiedente deve indicare il proprio domicilio.

Alla medesima deve essere allegato il progetto contenente:

a) una relazione descrittiva del tracciato della linea e degli scopi ai quali deve servire, dell'entità dell'impianto, delle specie delle correnti e delle differenze di potenziale tra due fili di linea;

b) la planimetria su carte dello stato maggiore in scala non inferiore a 1:100,000;

c) i disegni dei sostegni, l'enunciazione dei criteri seguiti per il calcolo dei conduttori e per l'isolamento e la indicazione degli attraversamenti delle strade pubbliche, ferrovie e corsi d'acqua, delle linee telegrafiche e telefoniche da attraversare e correnti in prossimità della linea progettata e delle precauzioni progettate per evitare disturbi nel loro funzionamento;

d) la designazione delle altre linee, che entrino nel piano generale dell'opera.

I documenti tecnici debbono essere firmati da un ingegnere.

Art. 14. — Il Ministero dei lavori pubblici, quando riconosca che la domanda è corredata dai necessari documenti, ne ordina la pubblicazione mediante avviso nel foglio degli annunzi legali della provincia nel cui territorio si vuole impiantare la linea di grande trasmissione, con indicazione del nome del richiedente e dei dati principali dell'opera.

In tale ordinanza ministeriale, sono indicati l'ufficio o gli uffici del genio civile presso i quali le copie della domanda e del progetto saranno depositate ed i giorni nei quali saranno visibili al pubblico, i comuni ed i giorni nei quali l'ordinanza dovrà rimanere affissa nell'albo pretorio, ed il periodo di tempo, non inferiore a venti giorni nè superiore a quaranta, entro il quale potranno presentarsi le osservazioni e le opposizioni scritte da parte degli interessati, enti pubblici o privati.

Contemporaneamente alla ordinanza ministeriale, viene data, sempre a cura del ministero dei lavori pubblici, comunicazione della domanda e del progetto a quello delle poste e dei telegrafi, e ove occorra, alla direzione generale delle ferrovie dello Stato per il servizio di elettrificazione ed ai ministeri della guerra e della marina ed al Commissariato dell'aeronautica quando le linee elettriche progettate possano interessarli.

Le osservazioni scritte e le opposizioni dei suddetti ministeri ed uffici devono essere indirizzate al ministero dei lavori pubblici entro quaranta giorni dalla data della comunicazione.

Art. 15. — Gli uffici del genio civile, compiuta una sommaria istruttoria, anche con visita sopralluogo, restituiscono gli atti al ministero dei lavori pubblici col loro parere sulla convenienza del tracciato prescelto ed eventualmente con un verbale redatto dal funzionario del genio civile precedente nel quale, a richiesta degli interessati o rappresentanti intervenuti, sono iscritte le osservazioni e le opposizioni che non si siano potute risolvere sopralluogo. Il ministero, esaminate le osservazioni e le opposizioni delle pubbliche amministrazioni, udito, se del caso, il richiedente qualora reputasse necessario apportare modificazioni al progetto, decide l'accoglimento o la reiezione della domanda indicando le prescrizioni speciali da inserire nell'atto d'obbligo, ove lo reputi opportuno.

Il decreto di autorizzazione deve contenere tutti gli estremi del progetto di massima approvato. L'eventuale atto d'obbligo conterrà le prescrizioni speciali, che fosse necessario dettare nei casi in cui la grande trasmissione riguardi rilevanti interessi pubblici e possa essere compresa nel riscatto di cui all'art. 22 del Regio decreto-legge 9 ottobre 1919 n. 2161.

L'atto d'obbligo è sottoposto alla firma del richiedente, la quale viene poi autenticata dal funzionario all'uopo delegato.

Il decreto di autorizzazione è pubblicato nel foglio degli annunzi legali delle provincie interessate e nel bollettino ufficiale del ministero dei lavori pubblici. In esso viene dichiarata la pubblica utilità dell'opera ai sensi e per gli effetti della legge 25 giugno 1865 numero 2359.

Art. 16. — Sono a carico di chi chiede l'autorizzazione le spese occorrenti per l'istruttoria, il cui presuntivo importo deve essere depositato prima che questa si inizi presso gli uffici del genio civile incaricati della stessa, e nella misura dai medesimi stabilita.

Le spese effettivamente incontrate sono liquidate dagli ingegneri capi del genio civile.

Art. 17. — Pubblicato il decreto di autorizzazione l'interessato deve formare, a sua cura, prendendo per norma il progetto di massima approvato, il piano particolareggiato di esecuzione, nel quale saranno descritti i singoli terreni ed edifici di cui si ritiene necessaria l'espropriazione o su cui si vuole imporre la servitù, con tutte le indicazioni prescritte dagli articoli 16 e 24 della legge 25 giugno 1865 n. 2359, e ciò limitatamente ai proprietari coi quali non è stato possibile un amichevole accordo. Per compiere gli studi occorrenti sul terreno, è bastevole il decreto del prefetto di cui all'art. 2 del presente regolamento.

L'ufficio del genio civile provvede poi alla compilazione dello stato di consistenza dei fondi attraversati e degli immobili sui quali deve imporsi la servitù o che debbano essere espropriati, dandone preventivo avviso agli interessati direttamente od a mezzo del sindaco, sempre limitatamente a coloro che non abbiano concluso accordi preventivi.

Alle operazioni predette è applicabile l'articolo 8 della legge 25 giugno 1865 n. 239, modificato con la legge 18 dicembre 1879 numero 5188, restando sostituito l'ingegnere capo del genio civile al prefetto e sottoprefetto.

L'ufficio del genio civile, nello stabilire le somme da depositare provvisoriamente per garantire il pagamento delle indennità complessivamente dovute a tutti i proprietari che non abbiano accettata la indennità offerta, deve tenere presenti le norme del capo IV e particolarmente quelle degli articoli 45 e 46 della citata legge 25 giugno 1865, n. 2359, e quelle degli articoli 13, 14 e 15 della legge.....

Qualora la linea di trasmissione interessi più provincie, la determinazione delle somme da depositarsi è fatta con gli stessi criteri, previo accordo fra gli uffici del genio civile e gli interessati.

Il prefetto, ricevuta la relazione del genio civile, con l'indicazione delle somme da depositarsi provvisoriamente a garanzia, ordina, previo compimento di detto deposito, l'esecuzione immediata dei lavori.

Per le espropriazioni da compiersi nell'interesse delle ferrovie dello Stato, in luogo degli uffici del genio civile, provvedono i competenti uffici di detta amministrazione giusta le norme sinora vigenti.

Art. 18. — La vigilanza per l'esecuzione della legge..... e del presente regolamento, spetta al ministero dei lavori pubblici, che provvede ad essa d'accordo, ove occorra, con le altre amministrazioni pubbliche interessate.

* *

Relazione di minoranza al Consiglio Superiore dei LL. PP. sull'ultimo inciso dell'art. 1 della Legge e art. 1 del Regolamento.

In seduta del 14 Gennaio 1924 del C. S. il sottoscritto ebbe a richiedere che l'ultimo inciso dell'Art. 1 del Progetto di legge che, secondo il testo approvato dalla maggioranza della Commissione suonava:

«Resta ferma la competenza delle Autorità Comunali in ordine al servizio pubblico di somministrazione dell'energia elettrica nei centri abitati» venisse, giusta la tesi dal sottoscritto sostenuta in Commissione, modificato secondo la dizione:

«Nulla è innovato alla competenza delle Autorità Comunali in ordine ai servizi di somministrazione di energia elettrica nei centri abitati», dizione di cui è ovvia la sfumatura restrittiva in confronto della precedente.

Su inopinata proposta del Cons. D. Barone, venne invece a debolissima maggioranza (16 contro 13) approvato il testo radicalmente innovativo:

«Sono di competenza delle Autorità Comunali il disciplinamento e la sorveglianza del servizio di somministrazione dell'energia elettrica nei centri abitati, da esercitarsi secondo le norme del Regolamento».

Quale testo venne poi definitivamente formulato:

Art. 1.

(Omissis).

«Il servizio pubblico della distribuzione dell'energia elettrica nei centri abitati è soggetto al disciplinamento ed alla sorveglianza delle Autorità comunali, giusta le norme da stabilirsi col Regolamento. Contro i provvedimenti che adottano in materia le dette Autorità è ammesso in ogni caso il ricorso al Prefetto della Provincia, e contro le determinazioni del Prefetto è poi ammesso il ricorso al Ministero dei Lavori Pubblici che provvede sentito il Consiglio Superiore. Pei Comuni che sono capoluogo di provincia il ricorso è proponibile direttamente al Ministero.

«Nulla è innovato per quanto riflette l'esercizio dei servizi pubblici comunali alimentati dall'energia elettrica, l'eventuale gestione diretta di detti servizi da parte dei Comuni, nonché la gestione del servizio pubblico della distribuzione dell'energia elettrica nei centri abitati per concessione da parte dei Comuni od in via diretta dai medesimi»

ed integrato dalle disposizioni dall'Art. 1 del Progetto di Regolamento:

Art. 1.

«I Comuni disciplinano e sorvegliano il servizio pubblico della distribuzione dell'energia elettrica nei centri abitati per assicurare la regolarità e la continuità della distribuzione stessa e per garantire da parte di ciascun fornitore parità di trattamento a tutti gli utenti e richiedenti che si trovino nelle stesse condizioni.

«Essi possono all'uopo emanare regolamenti speciali, che non sono esecutivi se non siano approvati dal Ministero dei Lavori Pubblici, sentito il Consiglio Superiore.

«Il Ministero può anche predisporre regolamenti tipo per le varie categorie di comuni. Restano però ad ogni modo ferme le disposizioni stabilite con convenzioni speciali.

«I Comuni hanno anche la rappresentanza di collettività di utenti quando occorra tutelarne le ragioni nei confronti dei fornitori dell'energia elettrica».

Come relatore di minoranza (giusta deliberazione del C. S. su proposta del Cons. Mauro) ed in difesa della tesi sostenuta sia in seno alla Commissione che in seno al C. S. il sottoscritto sottopone le considerazioni che seguono.

**

Si argomenta in favore della tesi di maggioranza:

Moltissime Amministrazioni Comunali, e fra esse tutte quelle dei maggiori centri, già esercitano di fatto funzioni di sorveglianza e rappresentanza degli utenti per la somministrazione di energia elettrica nell'interno degli abitati, funzioni che non può negarsi rientrano fra le legittime e naturali attribuzioni di Enti per questo come per altri pubblici servizi.

Sembra quindi opportuno riconoscere e disciplinare questa situazione di fatto, specie per eliminare le contraddizioni di giurisprudenza nella interpretazione delle disposizioni della Legge del 1894 sostanzialmente conservate nel nuovo testo di Legge sull'elettrodotto.

Rispondiamo:

Il fatto che molti Comuni e fra essi i maggiori esercitano tali funzioni non prova nulla in favore della convenienza di disciplinare legislativamente la materia.

Se non soltanto molti, ma tutti i Comuni esercitassero tali funzioni, ciò non sarebbe che una riprova della inutilità di un ulteriore intervento legislativo, salvo naturalmente l'ipotesi di gravi continuati ed estesi disservizi, che noi neghiamo appellandoci ai risultati dei 5.000 circa Comuni elettrificati ed ai confronti con l'estero.

Nè d'altronde questa eccezione del disservizio ci è mai stata contestata se non nella forma ipotetica, tipica espressione dello spirito paternalistico che da qualche fatto sporadico, più o meno bene accertato, trae la prospezione paurosa di tutti i mali che potrebbero succedere, e crede suo compito impedirli meccanizzando gli ordinamenti, e complicandoli di controlli atti soltanto a spegnere e la libertà di azione e lo spirito di iniziativa degli Enti controllati, specie quando l'Ente a cui si vuole affidare il controllo non ha nè la capacità, nè gli organi adatti ad esercitarlo.

Il fatto invece che molti Comuni non esercitano tali funzioni di controllo e tuttavia i servizi di distribuzione dell'energia procedono benissimo, dovrebbe far riflettere al pericolo grave di turbare, per mera libidine di regolamentazione, situazioni organiche evolute ed evolventi in regime di relativa libertà.

**

Nè maggior valore ha l'eccezione della giurisprudenza contraddittoria, della quale è opportuna un'analisi sostanziale più che formale.

Che una giurisprudenza contraddittoria sia perciò stesso e sempre dannosa è asserzione gratuita in tutti quei casi in cui, come nel presente, la subbietta materia sia eterogenea, mutevole ed in fase di divenire. E tali sono appunto le condizioni dei centri abitati in cui si esplicano le distribuzioni di energia, centri eterogenei per dimensioni, per sviluppo industriale o culturale, per bisogni, altitudini e condizioni economiche.

Perciò non potrebbero norme uniformi essere sancite per così eterogenee entità, ed il volerne foggare di non uniformi per via di discriminazioni, porterebbe ad una casistica di regolamentazione soffocatrice di ogni iniziativa, casistica che per le mutazioni ambientali e l'evoluzione della tecnica si paleserebbe antiquata e superata in brevissimo lasso di tempo.

Sola ed unica plausibile soluzione non può dunque trovarsi che in un regime di larga libertà, e questo regime ci fu dato dalla Legge del 1894 che, consacrando il principio della servitù coattiva di elettrodotto, e concentrando nella Autorità Governativa ogni competenza in materia, sottrasse le Imprese Elettriche alle eventuali pretese emulative sia dei proprietari dei fondi attraversati che delle collettività comunali.

A detta Legge ed alla sua estensiva applicazione è dovuto il prodigioso sviluppo dell'energia elettrica in Italia durante l'ultimo trentennio.

**

La competenza dei Comuni in tema di servizi elettrici non era infatti nè prevista nè accennata nella legge del 1894, Legge intesa solo a creare una nuova forma di servitù; nè tale competenza fu oggetto di ulteriori provvedimenti legislativi, ove si eccettui la posteriore Legge di municipalizzazione dei pubblici servizi che classificò la distribuzione di energia elettrica fra i servizi che potevano essere assunti e geriti dall'Autorità Comunale.

Ma sotto la pressione della pubblica opinione reclamante una sempre maggior diffusione dell'energia elettrica e sotto l'impulso dello sviluppo industriale, una giurisprudenza estensiva della Legge si venne ben presto elaborando nel senso che, concedendosi una distribuzione di energia come un complesso di parziali trasmissioni, si applicavano alle trasmissioni singole e quindi al loro complesso le disposizioni della Legge del 1894, sottraendo ai Comuni ogni po-

tere in ordine alla distribuzione di energia effettuata da imprese private.

Questa Giurisprudenza che risulta da numerosi giudicati, e specialmente :

| | |
|-------------------------|----------------|
| Cassazione Firenze | 8 Maggio 1898 |
| Corte d'Appello Brescia | 27 Maggio 1901 |
| Cassazione Torino | 21 Maggio 1903 |
| Cassazione Firenze | Gennaio 1906 |

riscosse per circa un decennio (1898-1903) l'unanime consenso del Magistrato, ed a sua illustrazione crediamo utile riferire il sintetico dispositivo dell'ultima sentenza citata.

(Cassazione Firenze - Gennaio 1906).

« Per la legge del 1894, ispirata nei suoi principii fondamentali ad uno scopo eminentemente d'interesse generale nei riguardi dell'economia generale, la servitù da essa creata si estende tanto alla trasmissione quanto alla distribuzione dell'energia elettrica, e disciplina l'intera materia a tutti e per tutti gli effetti di fronte a chicchessia.

« Il legislatore per impedire che inconsulte, emulative, ingorde opposizioni si inframmettessero al compimento delle finalità da lui avute di mira, dispone che a rendere operativo in atto il diritto alla detta servitù sia, (secondo i casi) competente solo il Prefetto o il Ministro di agricoltura industria e commercio; tanto che a loro devono farsi tutte le giustificazioni di indole tecnica ed amministrativa.

« I Comuni, al pari degli altri Enti morali pubblici, i quali possono essere interessati nella rete e nell'impianto elettrico, non hanno quindi a dare alcuna autorizzazione, prestare alcun consenso, tanto meno fare concessione di sorta; ma solo possono essere consultati, ove occorra, dal Prefetto o dal Ministro, per le loro osservazioni, ed anche per le loro proposte in ordine alle modalità per l'esercizio della servitù, per quanto riguarda l'occupazione del sopra e sotto suolo comunale; anzi un loro previo accordo con chi intende produrre e distribuire energia elettrica è dalla Legge escluso.

Questa giurisprudenza estensiva ebbe in realtà durante quel periodo effetti benefici da un triplice punto di vista :

1° Infranse vincoli monopolistici nei quali erano irrette non poche Amministrazioni comunali, assai prima che la legislazione bellica ne facesse definitiva giustizia.

2° Attivò salutari concorrenze non soltanto nei minori aggregati urbani o rurali, ma anche nei centri maggiori, e l'esempio di Napoli informi.

3° Orientò le Imprese elettriche a concepire ed attuare sia le reti che le distribuzioni non già per singoli centri sporadici, ma come complessi regionali in armonia con la progredita tecnica delle correnti alternate.

★★

Non si può tuttavia non riconoscere che quella decennale giurisprudenza estensiva era forse andata troppo oltre nel sottrarre a tutti i Comuni, non esclusi i centri maggiori, ogni ingerenza nella distribuzione dell'energia, e la naturale reazione agitata in vivaci polemiche trovò esito nella sentenza 5 Luglio 1908 della Cassazione di Roma a Sezioni riunite, in causa Società Toscana contro Comune di Pisa, la quale in difformità della precedente giurisprudenza stabilì il principio :

« che mentre pel trasporto dell'energia elettrica dal luogo di produzione al luogo di consumo i Comuni, sul cui territorio le condutture passano, non hanno altra funzione che di regolare, agli effetti tecnici, l'occupazione del suolo pubblico e devono essi pure prestare osservanza al D. M. o prefettizio di consenso all'esecuzione dell'impianto, quando invece si tratti di distribuzione di energia in un determinato comune a scopo di illuminazione pubblica o privata, forza motrice e trazione, ecc., il Comune stesso abbia diritto di intervenire come Ente competente a concedere e disciplinare tale distribuzione in vista della sua natura di servizio pubblico, talchè non basti ai fini di quella distribuzione, il consenso prefettizio o ministeriale di esecuzione dell'impianto, ma debba lo stesso essere integrato da apposita concessione comunale ».

Questa sentenza è anche essa eccessiva — eccessiva in quanto vuole estendere a tutti i Comuni la facoltà di concedere, e questa facoltà non limita ai centri abitati e vi include la forza motrice e la trazione.

Nè dalla apparente contraddizione può farsi colpa al Magistrato, il quale è ovviamente suggestionato dal caso specifico sottoposto al suo giudizio (qui si trattava del Comune di Pisa) e non poteva, anche volendolo, discriminare le capacità e le attitudini dei Comuni, che la Legge gli prospettava e lo obbligava a considerare omogenei, dotati di eguali diritti e di presunta eguale capacità.

Questo spiega la contraddizione la quale è in realtà più apparente che reale e si risolve osservando che vi ha un limitato numero di Comuni ai quali può attagliarsi la decisione della Cassazione di Roma del luglio 1908, mentre ai rimanenti, che sono la grandissima maggioranza, meglio si attaglia la decisione della Cassazione di Firenze del gennaio 1906.

Vogliamo infine osservare che la successiva giurisprudenza si mantenne contraddittoria accostandosi più o meno all'una o all'altra delle

riferite sentenze secondo la qualità dei contendenti e delle subbiette questioni.

Ma il Ministero di A.I.C. si mantenne fedele ai concetti consacrati nella decennale giurisprudenza (1898-1908) e ne è prova la circolare 12 Settembre 1909 N. 29, che, riferendosi alle sentenze che avevano fissato quella giurisprudenza (e sono riportate in allegato alla circolare stessa), si esprime :

« Da qualche tempo però le decisioni delle Corti supreme di Roma (1), Torino e Firenze hanno assicurato alla Legge ed al Regolamento la interpretazione conforme ai concetti che ne avevano ispirato le disposizioni, e che meglio rispondono ad alti fini economici e sociali ed alla tutela dei grandi interessi pubblici e degli interessi privati.

« La vigilanza necessaria per ottenere la regolare esecuzione della Legge e del Regolamento in parola, ferma restando la responsabilità degli utenti delle condutture, è affidata dall'Articolo 19 del Reg. a questo Ministero, e per esso ai Prefetti che lo rappresentano nelle Provincie ».

Ed in altro Allegato alla circolare in parola, ove si elencano risposte a quesiti mossi dalle Prefetture, si legge fra l'altro :

« Il Prefetto non può negare il consenso all'impianto ed all'esercizio di un impianto elettrico, quando siano soddisfatte le condizioni volute dalla Legge, anche se il Comune in cui deve sorgere l'impianto vi si opponga perchè intende assumere ed ha assunto direttamente il servizio dell'illuminazione pubblica ».

Questo è l'ultimo atto prebellico della Autorità Governativa in materia, ed è nettamente contrario alla tesi della sentenza 5 luglio 1908 della Cassazione Romana.

★★

Prospettato così per sommi capi lo stato della giurisprudenza e dei provvedimenti interpretativi della Legge del 1894 e la loro contraddizione, vediamo ora quali siano stati gli effetti e le ripercussioni di tali contraddizioni nel campo reale della industria.

Pochi o nulli per quanto concerne le regioni e i comuni ove già era attuata od iniziata la elettrificazione; ed è ovvio che così dovesse essere. Già abbiamo osservato infatti che la contraddizione è più apparente che reale e si risolverebbe per discriminazione, la quale se è difficile (anzi secondo noi impossibile) regolamentare a priori, è invece un naturale ed organico risultato degli adattamenti consensuali o meno con cui necessariamente si realizzano imprese di comune vantaggio.

Tale discriminazione era dunque avvenuta nelle regioni (2) elettrificate, e ne è documento la diversità molteplice dei rapporti costituiti fra Comuni ed Imprese elettriche, onde qualsiasi contraddizione di giurisprudenza non poteva avere che tenue ripercussione od influenza.

Maggiori ne ebbe invece nella creazione successiva di nuove distribuzioni e la ebbe nel senso di spingere al riconoscimento di certe legittime facoltà nelle Autorità comunali, e di far prevalere nei rapporti con le medesime la forma di accordi contrattuali — già consueti del resto per quanto concerne la pubblica illuminazione che è spesso l'oggetto principale delle minori distribuzioni.

Il fatto poi che l'Autorità prefettizia, la quale esercita la funzione tutoria sui comuni, è la stessa Autorità a cui la Legge del 1894 ha demandato di concedere e sorvegliare l'esercizio della servitù di elettrodotto (e secondo l'interpretazione estensiva anche quello della distribuzione) influì notevolmente a risolvere le contraddizioni della giurisprudenza in materia.

Si è venuto così a costituire un regime di fatto nel quale prevale il concetto che le distribuzioni debbano di regola farsi d'accordo coi Comuni ai quali si riconoscono certe più o meno late ma non sempre ben precisate facoltà di ingerenza — esclusa però quella di concessioni monopolistiche — a base più spesso di accordi imperniati su contratti di fornitura per la pubblica illuminazione, a cui si innestano anche, ma non sempre o non contemporaneamente, accordi tariffari per la privata illuminazione e talvolta per la piccola forza motrice.

Questo stato di rapporti — che si riscontra appunto nelle regioni di più recente elettrificazione (3), regioni non dissimili da quelle che ancora restano da elettrificare — è dunque per la sua stessa imprecisione formale, straordinariamente favorevole alla continuazione di quel processo di adattamento empirico e multiforme, che ha permesso la rapida elettrificazione di tre quarti di Italia.

(1) Trascura volutamente la sentenza del luglio 1908.

(2) Si possono ritenere ad oggi elettrificati circa 5000 comuni contro circa 4000 che non lo sono, — ma la popolazione che può godere dell'energia elettrica ammonta ai tre quarti della totale, il che è ovvio ove si rifletta che anche nelle regioni dove scarseggia o manca la energia idroelettrica, i grandi centri sono tuttavia forniti di energia mediante impianti termici.

(3) Così per es. la Società Laziale (Sud-est di Roma) ha con quasi tutti i 126 centri serviti contratti per pubblica illuminazione ed a quelli con cui non li ha, fornisce energia a forfait, ha pure con moltissimi pattuito tariffe per illuminazione privata, ma solo con cinque, aventi qualche attività industriale (Arpino, Carpineto, Ceccano, Tivoli e Velletri) ha pattuito tariffe per piccola forza motrice. In parecchi comuni esercita l'industria a mezzo di subdistributori, generalmente antichi concessionari, ottima forma di transizione per costituire complessi regionali di miglior efficienza economica.

**

Conviene ora turbare questo fecondo processo, coartando entro rigidi schemi regolamentari le finora relativamente libere iniziative? Per chi si vuole legiferare?

Non certo per le regioni e comuni già elettrificati nei quali anzi l'Art. 1 del Regolamento dispone:

«Restano però ad ogni modo ferme le disposizioni stabilite «con convenzioni speciali».

Varranno tutt'al più i dispositivi dell'Art. 1 della legge e Art. 1 del Regolamento a preparare ed alimentare in quelle regioni un cronico vespaio di sterili litigi a base di scadenze o denunce di convenzioni, attraverso le quali in un numero imprecisato di decenni si estenderebbe anche ad essi la nuova legislazione.

Più logico certo sarebbe il dichiarare nulli e rescissi tutti gli esistenti vincoli contrattuali e far così rientrare nella Legge anche le regioni elettrificate anzi tempo e fuori di ogni regola e norma.

Si constatarebbe forse una volta di più il grado di maleficio della logica pura applicata alle cose umane, ma il preconconcetto della uniformità nell'ordine sarebbe soddisfatto.

Del resto *quod differtur non aufertur* ed è anche probabile che dopo qualche anno, constatandosi che una legge di carattere generale non è applicabile a tre quarti d'Italia, si proponga un'estensione completiva nel senso accennato mediante provvedimenti retroattivi di carattere non inusitato nella nostra legislazione.

Prescindendo da questa ipotesi, l'effetto delle nuove disposizioni di legge sulle regioni elettrificate sarebbe nullo in fatto ma dannoso e deprimente per il timore del peggio in un prossimo avvenire.

Si sarà dunque legiferato soltanto per le regioni non ancora elettrificate, un buon quarto d'Italia, esclusi naturalmente i centri maggiori.

Con quale risultato probabile?

Non esitiamo a rispondere: cattivo.

E' infatti notorio che le regioni d'Italia che restano da elettrificare sono nella loro media fra le meno evolute e le meno ricche e le meno provviste di forze idroelettriche, onde per esse occorrerebbe anche più larga facoltà di iniziativa e di adattamento alle contingenze dei singoli casi e maggior facilità di costituire organici complessi regionali.

A realizzare tali condizioni non crediamo provvedimento adatto quello di conferire ai Comuni facoltà di cui pochi saprebbero fare buon uso; e per impedire il malo uso inchiodare Comuni ed Imprese elettriche sul letto di Procuste di regolamenti-tipo cristallizzati nella approvazione di una superiore Autorità.

Noi deprechiamo adunque ogni provvedimento del genere come atto solo a paralizzare e ostacolare, e rivendichiamo la continuazione dell'attuale regime di libertà che ha permesso la meravigliosa elettrificazione di tre quarti d'Italia, e permetterà, ove non sia vulnerato, la forse più difficile elettrificazione della parte residua.

Insistiamo perciò che l'ultimo inciso del 1° Art. del Progetto di Legge sia formulato nella dizione:

«Nulla è innovato alla competenza delle Autorità comunali in ordine ai servizi di somministrazione di energia elettrica nei «centri abitati»

e che sia conseguentemente soppresso l'Art. 1° del Progetto di Regolamento.

*Il Rappresentante della A. E. I. E.
in seno al Cons. Sup. dei LL. PP.*

Ing. L. ALLIEVI

Roma, Marzo 1924.

**

Osservazioni dell'Associazione Nazionale Industrie Elettriche.

La legislazione attuale in materia di elettrodotto, si compone della legge fondamentale del 1894. Questa legge è stata, durante gli anni di guerra e successivi, integrata con disposizioni accessorie, come il riconoscimento della pubblica utilità delle linee di trasmissione provenienti da impianti di grande derivazione, i provvedimenti per abbreviare l'istruttoria e per accelerare la costruzione delle linee e la prescrizione da parte del Ministero delle Poste e Telegrafi di una approvazione preventiva di tutte le nuove condutture.

Di fronte a questo complesso di disposizioni, si presenta oggi il nuovo disegno di legge e sorge dunque la domanda quali siano gli inconvenienti della legislazione vigente a cui si è voluto ovviare.

Nessun grande inconveniente di certo può imputarsi ad una legge che a suo tempo è stata presa a modello anche da altri paesi e alla quale si deve in gran parte lo sviluppo assunto in Italia dall'industria elettrica.

Dato dunque che il complesso delle disposizioni vigenti volesse sottoporsi ad una nuova elaborazione, questa avrebbe potuto consistere in un coordinamento, a guisa di testo unico, della legislazione attuale, fissando l'attenzione su quei particolari che, per progresso di tempo e di tecnica, per più chiara visione della materia e per pratica acquisita, fossero apparsi perfezionabili nella sostanza o nella forma.

Ma questo non può dirsi sia stato fatto nello schema del nuovo disegno di legge. In luogo di migliorare ciò che forse poteva essere

migliorato, si sono volute apportare due innovazioni. La prima di tali innovazioni consiste in una classificazione delle trasmissioni in grandi e piccole e, nel caso delle grandi trasmissioni, abbandonando il concetto sinora seguito di considerare la trasmissione e la distribuzione dell'energia come un'industria libera, si è voluto assoggettarla ad una particolare ingerenza statale, intesa ad autorizzare o a negare la costruzione dei relativi impianti. La seconda innovazione consiste poi nel capovolgere lo stato attuale, per quanto riguarda la competenza della autorità governativa e delle Autorità comunali in materia di distribuzione dell'energia elettrica, introducendo una dannosa ingerenza dell'autorità comunale, che si presta ad interpretazioni ed applicazioni pericolosissime ed esorbitanti.

Sia l'una che l'altra di queste innovazioni, non possono che nuocere al futuro progresso della nostra industria elettrica.

E' noto che colla legge del 7 giugno 1894, accanto alle servitù prediali già esistenti, è stata creata una nuova servitù, in forza della quale «ogni proprietario è tenuto a dar passaggio per i suoi fondi alle condutture elettriche».

Già prima di allora l'imposizione di servitù era possibile nel caso di «pubblica utilità». Colla legge del 1894, l'imposizione di servitù veniva però estesa anche al caso di utilità privata.

Nel 1916, col decreto luogotenenziale n. 57 del 29 gennaio, veniva stabilito che il decreto prefettizio di concessione o autorizzazione, avesse valore di dichiarazione di «pubblica utilità» (art. 12).

Nella legge Pantano del 9 ottobre 1919, n. 2161 che sostituiva la precedente legge Bonomi e nel regolamento 14 agosto 1920, n. 1285, si precisa che «la costruzione delle linee di trasmissione dell'energia proveniente da impianti idroelettrici esistenti, e quella delle linee per il collegamento di detti impianti, possono essere dichiarate di pubblica utilità con decreto reale, su proposta del Ministero dei Lavori Pubblici e su conforme parere del Consiglio Superiore delle Acque».

Nel caso di pubblica utilità, la procedura nei riguardi delle imposizioni di servitù è abbreviata e resa in casi speciali assai rapida mercé l'applicazione della legge 25 giugno 1865, n. 2359, concernente l'espropriazione per causa di pubblica utilità.

Da questo complesso di disposizioni maturate nel tempo, a mano a mano che cresceva l'importanza delle trasmissioni elettriche, la facoltà concessa ai costruttori di linee di trasmissione e di distribuzione, e la procedura che essi devono seguire, risultano chiaramente.

La legge fondamentale del 1894 si riferisce alle condutture in genere anche di sola «utilità privata».

Se interviene la dichiarazione di utilità pubblica, a termini dell'articolo 25 della legge Pantano, allora, a fianco della legge del 1894, si applica anche la legge fondamentale del 1865 concernente l'espropriazione per causa di pubblica utilità.

Se infine è riconosciuto all'esecuzione dei lavori il carattere di urgenza e indifferibilità, allora vale il procedimento speditivo ammeso dalla detta legge del 1865 per i casi di urgenza, salvi sempre i diritti dei proprietari per la valutazione della giusta indennità che loro spetta a termini dell'art. 6 della legge del 1894.

Vediamo quali sono le modificazioni introdotte a questi concetti dal nuovo schema di disegno di legge.

L'art. 20 dello schema di legge definisce «grandi trasmissioni» quelle in cui la tensione normale di esercizio è uguale o superiore a 40 mila volt e soggiunge: «Per tali trasmissioni è necessaria una preventiva autorizzazione». Ottenuto il decreto di autorizzazione a costruire un impianto di grande trasmissione, quel decreto, a termini dell'art. 24, ha efficacia di dichiarazione di pubblica utilità, ed allora il Genio Civile, compilato lo stato di consistenza dei fondi attraversati, i cui proprietari non abbiano accettato l'indennità offerta ed ottenuto il deposito di una somma adeguata per garantire il pagamento delle indennità dovute ai proprietari dei fondi serventi, promuove l'ordinanza per l'immediata esecuzione del lavoro.

Senonchè, a termini dell'art. 22 dello schema, il Ministro, compiuta l'istruttoria relativa alla domanda di impianto di una «grande trasmissione» può far luogo all'autorizzazione, ed anche può invece respingere l'istanza.

In tal caso, poichè come precisa anche il secondo comma dell'art. 6 dello schema, il diritto di passaggio deriva dal decreto di autorizzazione, la grande trasmissione alla quale sia negata l'autorizzazione (che, ove concessa avrebbe conferito alla trasmissione stessa il carattere di pubblica utilità) non può costruirsi sotto il regime della servitù di elettrodotto, sancito dalla legge del 1894 anche per il semplice caso della utilità privata; e cioè, la grande trasmissione viene in tal caso ad essere semplicemente resa impossibile.

Pertanto, quando trattasi di una trasmissione a tensione di 40 mila volt o superiore, il nuovo schema subordina il diritto di imporre la servitù all'ottenimento di una autorizzazione che può essere negata.

La servitù di elettrodotto, secondo i concetti della legge del 1894, viene dunque mantenuta integra soltanto per le condutture a tensione inferiore a 40 mila volt, come risulta dall'art. 6 dello schema.

Anche per le condutture che non siano di grande trasmissione, il nuovo schema, a somiglianza dell'art. 5 del vecchio regolamento 1895, richiede il «previo consenso» dell'Autorità competente, ma per queste condutture l'art. 8 dello schema, come già l'art. 8 del vecchio regolamento, stabilisce che l'Autorità competente «dà il consenso, per l'attuazione dell'impianto» allorchè ha sentito le amministrazioni pubbliche interessate e ha compiuto una opportuna istruttoria.

Ciò premesso, i punti che conviene fare oggetto di discussione sono i seguenti:

1) se allo stato attuale della tecnica e agli effetti della servitù di elettrodotto, sia opportuna una classificazione delle condutture elet-

triche, ed in caso affermativo a quali criteri debba ispirarsi tale classificazione.

2) quali differenziazioni debbano esservi fra una categoria e l'altra, per quanto ha riferimento all'ingerenza statale sulle condutture elettriche e all'autorità dello Stato nel consentire o nell'impedire la costruzione delle condutture stesse.

Sta di fatto che col progredire della tecnica, tende a stabilirsi nel campo delle condutture di trasmissione, una suddivisione in condutture di maggiore e minore importanza, le prime destinate ai grandi trasporti, ossia destinate a superare forti distanze con potenze considerevoli, le seconde destinate a trasmettere e a ripartire nell'interno di zone più ristrette, dei quantitativi di energia di minore entità. Il criterio però della *tensione*, e cioè il criterio adottato nello schema in esame per differenziare le grandi dalle piccole trasmissioni, è certamente di assai dubbia opportunità. Migliore potrebbe essere forse il criterio della potenza trasmessa, qualora fosse possibile definire con sufficiente precisione la potenza di una conduttura. Ma invece, allo stato attuale, una divisione *netta* fra le grandi e le piccole trasmissioni non è possibile. Per essere veramente consona alla tecnica moderna della trasmissione dell'energia, una distinzione fra condutture di maggiore e di minore importanza, dovrebbe basarsi sugli scopi delle condutture da costruire, considerando cioè come condutture di maggiore importanza quelle che collegano centri importanti di produzione e di consumo.

E' giusto il criterio di facilitare la esecuzione delle trasmissioni di maggiore importanza, riconoscendo a queste il carattere di pubblica utilità ed eventualmente quello di urgenza e indifferibilità dei relativi lavori, criterio che è appunto è insito nelle leggi Bonomi e Pantano, e infatti una conduttura di grande importanza assume tanto più facilmente un carattere di interesse pubblico.

Ma la differenziazione stabilita dal nuovo schema si ispira ad altri criteri. Una grande trasmissione (e cioè, per definizione, una trasmissione a tensione maggiore di 40 mila volt), o viene consentita dal Ministero dei Lavori Pubblici, e in tal caso può essere costruita fruendo dei vantaggi che le sono conferiti dal riconoscimento della sua pubblica utilità, o altrimenti viene proibita e non può costruirsi in nessun modo, perchè non è possibile per tale conduttura il puro e semplice regime della servitù di elettrodotto. A meno che, in caso di reiezione del progetto, il richiedente non si decidesse a diminuire la tensione del trasporto e a scendere al di sotto dei 40 mila volt, per rientrare così in quel campo, nel quale lo Stato potrà bensì negargli il riconoscimento di pubblica utilità, ma non potrà però proibirgli la costruzione della conduttura.

Concludendo, sembra che la legge sull'elettrodotto del 1894 e le disposizioni successive, sebbene non siano uscite di getto dalla mente del legislatore, ma siano invece il frutto di provvedimenti gradualmente emanati a mano a mano che la tecnica progrediva, costituiscano tuttavia un complesso che risponde abbastanza bene ai bisogni dell'industria elettrica.

Un coordinamento di tali provvedimenti potrà certamente essere utile per rendere più agevole la materia sia nei riguardi tecnici che nei riguardi giuridici. Per contro sarebbe dannosa una inversione dei criteri sino ad oggi seguiti.

Sino ad oggi infatti la tendenza è stata quella di facilitare le trasmissioni di maggiore importanza, riconoscendo a tali trasmissioni il carattere di pubblica utilità. La nuova tendenza vorrebbe invece essere quella di subordinare la costruzione di tali trasmissioni a una autorizzazione statale che può essere negata.

Nè si vede invero di quali peccati la grande trasmissione si sia resa colpevole nei riguardi dell'interesse del pubblico e dello Stato perchè questo, in luogo di facilitarne lo sviluppo, come sinora ha fatto, permettendo al nostro paese di figurare onorevolmente fra le nazioni più progredite in materia di elettricità, abbia invece a porre vincoli e restrizioni, dai quali non potranno derivare se non un ritmo più lento e una diminuita attività.

In altre parole e in sintesi, anche per le trasmissioni a tensione maggiore di 40 mila volt le disposizioni attualmente vigenti (art. 5 e 8 del regolamento del 1895) si sono dimostrate in pratica più che bastevoli ai fini di tutela e di sicurezza avuti di mira dal legislatore; e non hanno dato luogo ad alcun inconveniente. Non si vede, quindi, alcuna necessità di un nuovo sistema.

In particolare, il nuovo sistema proposto, o in pratica si attuerebbe attraverso ai medesimi criteri fin qui adottati, e allora diventerebbe inutile, risolvendosi soltanto in una inutile complicazione burocratica, stimolo a vessatorie opposizioni, e fonte di dannosi indugi; oppure, parte dal presupposto che, per le grandi trasmissioni, si devono adottare criteri diversi e più restrittivi di quelli applicati sin qui, e allora è doppiamente erroneo e dannoso: sia perchè, in contrasto con tutta l'esperienza del passato, porterebbe un grave intralcio allo sviluppo dell'industria; sia perchè, oltre a ciò, si fonda anche su una distinzione tecnicamente inaccettabile.

L'altra questione che occorre fare oggetto di esame è quella riguardante la competenza dei comuni in materia di elettrodotto.

Nel sistema generale, e nelle speciali disposizioni della legge del 1894, e del relativo regolamento, è esclusa qualsiasi ingerenza delle Amministrazioni comunali nella *concessione* degli impianti elettrici e nel relativo *esercizio*. La servitù nasce dalla concessione governativa; il Governo solo è competente ad accordare l'impianto, anche nelle strade comunali, e il compito delle Amministrazioni locali è ristretto alla emanazione delle opportune norme *esecutive*, per quanto concerne il suolo comunale, norme che esse non possono rifiutarsi di dettare.

Tale è l'interpretazione che, come è noto, si è sempre affermata nella giurisprudenza in molte occasioni.

La giurisprudenza ha anche definitivamente ripudiato l'esile argomento che si pretendeva di ricavare, in contrario, dall'art. 27 della legge 29 marzo 1903, n. 103, sulla municipalizzazione dei pubblici servizi, in quanto dispone che «i Comuni, che intendano *concedere* «all'industria privata qualcuno dei servizi indicati nell'art. 1, debbono «sempre, nel relativo contratto di concessione, riserbarsi la facoltà «del riscatto, con tali condizioni e termini che non sieno, per i Comuni medesimi, più onerosi di quelli contenuti nel precedente articolo». Basta, infatti, a confutare perentoriamente questa obiezione il semplice rilievo che l'art. 1, così richiamato dall'art. 27, elenca una ventina di servizi, dei quali quattro, e cioè trasporti funebri, macellazione, mercati e affissioni, possono essere assunti *anche con diritto di privativa*, mentre per gli altri (ivi compresa l'illuminazione pubblica e privata e la produzione e distribuzione di forza motrice) la privativa *non è concessa*. L'art. 27 non può dunque riferirsi che ai servizi della prima categoria; il che tanto più deve dirsi, perchè è noto come scopo essenziale della legge in esame sia stato proprio quello (antitetico con l'illegale interpretazione qui discussa) di dare ai Comuni la possibilità di agire da calmieri, esercitando i servizi più importanti *in concorrenza* con le iniziative private.

Ora il sistema così vigente viene radicalmente sconvolto dalle nuove progettate disposizioni.

Infatti, nei nuovi schemi di legge e di regolamento, la questione dei Comuni è contemplata dall'art. 1 della legge, ove è detto: «Il servizio pubblico della distribuzione dell'energia elettrica nei centri abitati, è *soggetto al disciplinamento ed alla sorveglianza delle Autorità comunali*, giusta le norme da stabilirsi col regolamento. Contro i provvedimenti che adottano in materia le dette Autorità, è ammesso in ogni caso il ricorso al Prefetto della provincia, e contro le determinazioni del Prefetto è poi ammesso il ricorso al Ministero dei Lavori Pubblici che provvede, sentito il Consiglio Superiore. Per i Comuni che sono capoluogo di provincia, il ricorso è proponibile direttamente al Ministero. Nulla è innovato per quanto riflette l'esercizio dei servizi pubblici comunali alimentati dall'energia elettrica, l'eventuale gestione diretta di detti servizi da parte dei Comuni, nonchè la gestione del servizio pubblico della distribuzione dell'energia elettrica nei centri abitati per concessione da parte dei Comuni od in via diretta dai medesimi».

L'art. 1 del regolamento soggiunge: «I Comuni *disciplinano e sorvegliano il servizio pubblico della distribuzione di energia elettrica nei centri abitati* per assicurare la regolarità e la continuità della distribuzione stessa e per garantire da parte di ciascun fornitore parità di trattamento a tutti gli utenti e richiedenti che si trovano nelle stesse condizioni. Essi possono all'uopo emanare regolamenti speciali, che non sono esecutivi se non siano approvati dal Ministero dei lavori pubblici, sentito il Consiglio Superiore. Il Ministero può anche predisporre regolamenti tipo per le varie categorie di Comuni. Restano però ad ogni modo ferme le disposizioni stabilite con convenzioni speciali. I Comuni hanno anche la rappresentanza di collettività di utenti, quando occorra tutelarne le ragioni nei confronti dei fornitori dell'energia elettrica».

Come si vede, vi è un essenziale divario fra queste disposizioni e quelle contenute nella legge del 1894. Dalla nessuna ingerenza attribuita dalla legge del 1894 alle Amministrazioni comunali, si arriva qui ad affidare ai Comuni addirittura il *disciplinamento e la sorveglianza del servizio pubblico della distribuzione dell'energia nei centri abitati*, non solo per garantirne la regolarità e la continuità, ma anche per assicurare «da parte di ciascun fornitore parità di trattamento a tutti gli utenti e richiedenti che si trovano nelle stesse condizioni». Ferme le disposizioni stabilite con convenzioni particolari, dovrebbe essere possibile l'emanazione di «regolamenti speciali» da parte dei Comuni, mentre a sua volta anche «il Ministero» può «predisporre» regolamenti tipo.

Infine la rappresentanza delle azioni di collettività di utenti che abbiano da essere tutelati nei confronti dei fornitori di energia elettrica è affidata ai Comuni.

Con ciò si sovverte la legge del 1894, che, emanata nei primi tempi di sviluppo delle industrie elettriche, è stata volutamente restrittiva nei riguardi della ingerenza delle autorità comunali, di cui ha stabilito la completa subordinazione alle autorità governative, Prefetto o Ministero. Una meno rigida tutela giuridica della nuova servitù che si voleva creare, la avrebbe probabilmente frustrata al suo inizio. L'autorità indicata dall'art. 6 del regolamento, e cioè la Prefettura o il Ministero, sente, *soltanto ove occorra* (art. 8 del regolamento) le Amministrazioni pubbliche interessate. E' vero che, quando si tratti di *distribuzione* nell'interno di un centro abitato, la questione assume un aspetto più complesso di quello offerto dal più semplice caso della trasmissione, nè può negarsi che al Comune spetti la sorveglianza delle pubbliche vie e il disciplinamento della coesistenza delle diverse utenze del pubblico suolo.

Ma a ciò provvedono già sufficientemente le norme vigenti; e quindi, pur ammessa la competenza delle Autorità comunali per tutto quanto si riferisce alla tutela della strada nei riguardi delle esigenze sia della viabilità che dell'estetica, fa duopo però mantenere inalterato e superiore il potere che la legge del 1894 ha concesso al Prefetto e al Ministero.

Estenderla ulteriormente sarebbe addirittura *frustrare* lo scopo della legge, e paralizzare lo sviluppo dell'industria.

Il regime delle concessioni relative a servizi pubblici comunali

può essere duplice. Vi è il regime a base di protezione, regime seguito in alcuni paesi; ed allora tale protezione si esplica non solo a favore degli utenti di cui fissa il diritto di ottenere i servizi a determinati prezzi, ma anche a favore del concessionario, al quale viene garantita una condizione di monopolio. Vi è d'altro lato il regime della concorrenza, secondo il quale al concessionario non viene garantita l'esclusività, anzi al contrario la concorrenza o allo stato potenziale o allo stato reale, può intervenire o interviene di fatto a maggiore garanzia, nei confronti degli utenti, degli obblighi assunti dal concessionario in virtù della concessione.

Il regime che sino ad oggi è stato seguito in Italia, è appunto il regime della concorrenza. Vi è di più: la legge sulla municipalizzazione dei pubblici servizi ha dato sino dal 1903, la facoltà ai Comuni di assumere con determinate modalità, la costruzione e l'esercizio diretto degli impianti elettrici, e in tal modo ha mirato appunto a tenere in atto il suddetto regime di concorrenza anche in quelle industrie nelle quali la concorrenza stessa può talora meno facilmente esplicarsi.

Ma dato questo stato di fatto, ossia questa facoltà di diretto intervento dell'Amministrazione comunale nell'esercizio dell'industria elettrica, è tanto più necessario che la competenza dell'autorità stessa debba mantenersi limitata e subordinata.

I citati articoli della legge e del regolamento progettati, con la loro innocua apparenza, si risolvono invece, sostanzialmente, in un vero e proprio diritto di veto che ogni Comune avrà diritto di opporre al concessionario.

Riconosciute ai Comuni quelle facoltà di disciplinamento, il disaccordo al riguardo col concessionario si tradurrà in una proibizione dell'impianto; e il concessionario che oggi, ottenuta la concessione, ha il diritto di collocare le sue reti, salve le modalità esecutive suaccennate, si troverà esposto alle velleità di decine e centinaia di Comuni, ciascuno dei quali desideroso di disciplinare, e fermo nel proposito di subordinare al disciplinamento, quale da esso concepito e voluto, il permesso dell'impianto.

Tutto ciò può portare a conseguenze disastrose e ad una vera paralisi; tanto più che non si può pensare a distinguere la trasmissione dalla distribuzione.

Il fondamento della industria elettrica in Italia è tale che la distribuzione da noi, assai più che in altri paesi ove la disponibilità del carbone ha reso possibili le centrali locali, è il risultato, anzi il fine istesso della trasmissione. Trasmissione e distribuzione hanno in Italia uno stretto legame economico, anche se per ragioni tecniche sono talora disimpegnate da aziende distinte. La generazione «in situ» e la distribuzione locale non sono da noi possibili. Occorre dunque che anche per la distribuzione siano mantenuti i concetti finora attuati, e che hanno reso possibile il magnifico sviluppo dell'industria elettrica che tutti conosciamo.

Oltre al vizio fondamentale, che è nel principio dell'intervento, si deve poi ricordare l'impossibilità pratica della sua esecuzione. La nuova legge, nel conferire ai Comuni così vaste attribuzioni, quali sono quelle contemplate dal primo articolo della legge e del regolamento, non ha considerato se i Comuni in genere possano disporre delle attitudini e dei mezzi necessari all'esercizio della potestà che veniva loro assegnata. L'Autorità governativa, attraverso i suoi organi territoriali politici, le Prefetture, i tecnici, i Geni Civili, è in grado di intervenire nelle questioni che si presentano in materia di trasmissione e di distribuzione, ed occorrendo anche nelle correlative questioni di carattere economico (si ricordi che anche le varie Commissioni arbitrali, stabilite dai recenti decreti in materia di tariffe, sovrapprezzi, ecc., sono di nomina governativa); per contro non si può dissimularsi che la capacità specifica mancherebbe alla quasi totalità dei Comuni. Soltanto potrebbero fare eccezione i grandi Comuni, cioè quelli che più facilmente possono attuare l'esercizio diretto previsto dalla legge sulle municipalizzazioni, e ai quali dunque tanto più devono negarsi i poteri discrezionali in materia di distribuzione, dato che non è giusto cumulare in uno stesso ente la duplice attribuzione di parte e di giudice.

Concludendo, dunque, il disciplinamento del servizio della distribuzione non spetta ai Comuni.

Tale servizio può dai Comuni essere assunto direttamente colle modalità previste dalla apposita legge, ma senza diritto di privativa, e perciò deve il servizio stesso essere libero anche al privato imprenditore, ove siano rispettate le condizioni volute dalla legge del 1894. La concessione comunale non può riguardare il servizio in sé, ma soltanto un opportuno disciplinamento delle varie utenze del pubblico suolo, colà ove tale disciplinamento sia necessario, come appunto può avvenire nei centri abitati; restando però ferma in ogni caso la supremazia dell'autorità governativa. Un diverso orientamento della legislazione in materia, non potrebbe mancare di nuocere gravemente all'industria elettrica italiana.

Le considerazioni svolte danno luogo alle seguenti:

CONCLUSIONI

a) nei riguardi della suddivisione delle trasmissioni in grandi e piccole e della autorizzazione relativa alle grandi trasmissioni:

— il diritto di elettrodotto sancito dalla legge 1894, non deve comunque essere menomato;

— una divisione delle condutture in grandi e piccole, e tanto più una divisione basata unicamente sul concetto della tensione, è da ritenersi inopportuna;

— anche qualora si ritenga di procedere ad una divisione, questa

deve essere basata non sulla tensione, ma su concetti più consoni alla tecnica moderna dalla trasmissione dell'energia, e soprattutto sugli scopi delle condutture da costruirsi;

— a tutte le condutture di maggiore importanza, come sono quelle che collegano centri importanti di produzione e di consumo, fermo sempre il concetto della servitù di elettrodotto, deve anche esser riconosciuto il carattere di pubblica utilità, nonché il carattere di urgenza e indifferibilità dei lavori, sempreché esse soddisfino ai necessari requisiti tecnici, e ciò allo scopo di facilitare e promuovere la costruzione di tali condutture;

— deve in ogni caso sopprimersi il concetto della specifica autorizzazione ministeriale, di cui agli articoli 6 e 20 e seguenti della progettata legge.

b) nei riguardi della competenza dei Comuni in materia di elettrodotto:

— la preminenza che, in materia di elettrodotto, la legge del 1894 ha concesso ai Prefetti e al Ministero, per rispetto alle Autorità comunali, deve essere mantenuta ferma; poichè l'esercizio del necessario potere dell'autorità governativa, costituisce la tutela giuridica della servitù di elettrodotto;

— alle autorità comunali deve riconoscersi la competenza di intervenire, limitatamente alle questioni attinenti alla tutela delle strade, per quanto si riferisce alle giuste esigenze che nei nuclei abitati presentano l'edilizia, la viabilità e l'estetica, salvo però il diritto di ricorso all'autorità governativa ed all'uopo le autorità comunali stesse potranno pubblicare degli opportuni regolamenti, nei limiti di tale loro competenza;

— deve essere esclusa ogni ingerenza delle predette autorità comunali nell'esercizio delle aziende elettriche, eccettuato naturalmente il caso dell'assunzione diretta dei servizi elettrici contemplato dalla apposita legge.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXVIII RIUNIONE DELL'A.E.I.

VENEZIA - 30 Settembre-6 Ottobre 1923

Verbale della 6ª seduta

Venezia - 5 ottobre 1923 - ore 10,30.

Del Buono: Stamattina teniamo l'ultima riunione del Congresso in cui si discutono memorie, nel pomeriggio si terrà la discussione sugli ordini del giorno e l'Assemblea generale.

Clementi: L'argomento delle frodi è scabroso e ordinariamente lo si tace perchè non giungano indicazioni utili ai frodatori. Dato l'uditorio, qui non è il caso di temere questo, e del resto il rimedio al male è assai facile ad applicarsi.

I contatori incriminati hanno il difetto di avere una o due fasi sprovviste di bobine amperometriche, ed è quindi evidente che sottraendo energia soltanto da queste fasi il contatore non registra. Con opportuni artifici si arriva anche a far marciare indietro il contatore, diminuendo così il consumo già registrato.

Questo genere di frodi non può praticamente essere colpito, e quindi ritengo necessario sostituire ai contatori incriminati quelli così detti a quattro fili, muniti di tre bobine amperometriche che possono funzionare anche senza il filo neutro derivandolo da una stella di resistenze ohmiche. Data la notevole spesa che si incontrerebbe nella sostituzione di gran numero di contatori a due amperometriche propongo in via transitoria di applicare al contatore difettoso un contatore monofase di controllo eccitato col neutro e inserito nella fase dirò così inerte. Dagli schemi risulta che l'utente è con ciò obbligato a pagare tutta l'energia consumata, oppure una quantità maggiore a titolo di penale riferendosi a una clausola di carico equilibrato inserita nel contratto.

Naturalmente i contatori di cui ora si parla, potranno sempre essere utilmente impiegati in tutti quei casi ove non sono a temersi frodi.

Campos: La comunicazione dell'Ing. Clementi se non contiene, a mio parere, osservazioni che possano riuscire nuove a chi ha avuto occasione di occuparsi un po' in dettaglio delle questioni riguardanti i contatori, e in particolar modo ai costruttori degli stessi, può invece riuscire utile per la propaganda desiderabile contro l'impiego di un tipo che già attualmente è sempre meno adottato appunto in ragione delle facili inesattezze e dei pericoli di frode che presenta. Mi riferisco al tipo semplice per circuiti trifasi equilibrati; il quale d'altra parte, se ancora viene mantenuto dai Costruttori per ragioni economiche e perchè talora richiesto, non lo è più dalle migliori Case costruttrici nella forma considerata dalla Comunicazione, cioè ad una sola spirale amperometrica, bensì in quella ad inserzione sia diretta,

sia con trasformatori su due fasi amperometriche, il che attenua già notevolmente alcuni degli inconvenienti segnalati. E quanto a tale tipo, economico bensì, ma sconsigliabile, basterà aggiungere che da talune norme esso è veramente non considerato nelle prescrizioni, talune norme esso è volutamente non considerato nelle prescrizioni.

Quanto al contatore doppio per circuiti non equilibrati a tre fili, esso indica in modo teoricamente esatto per qualunque squilibrio e senza timore di frodi, soltanto quando i fili siano effettivamente tre cioè non vi sia nello stesso impianto un neutro accessibile e quando esternamente allo stesso tutte le fasi siano bene isolate. Se in tali condizioni esso presenta il vantaggio di dare con una unica lettura l'energia misurata, vantaggio lieve in un impianto forza, esso per contro per i tipi ad induzione (a cui si riferisce la comunicazione) può essere vantaggiosamente sostituito, sia dal punto di vista della precisione, sia da quello economico, da due contatori monofasi. Questa disposizione, che come è noto consente una valutazione del $\cos \phi$ in modo spesso praticamente sufficiente, è assai diffusa nei nostri impianti, sebbene all'estero qualcuno abbia ancora recentemente creduto di poterla considerare come nuova.

Ancor migliore e sempre consigliabile anche per gli impianti a tre fili, quando la valutazione del $\cos \phi$ non sia necessaria, senza presentare una spesa superiore a quella dei contatori ad induzione doppi, è l'impiego di tre contatori semplici inseriti colle voltmetriche a stella, la disposizione stessa cioè che è poi indispensabile negli impianti a quattro fili. Questa consente condizioni di funzionamento più uniformi, sia per il carico, sia per il $\cos \phi$ individuale dei tre contatori semplici rispetto a quello dei 2 che costituiscono il contatore doppio, facilitando l'esattezza della indicazione complessiva. Nel caso di carico stipulato equilibrato, consente inoltre quei rilievi riguardanti l'eventuale squilibrio che risultano invece impossibili sia col contatore doppio da solo, sia anche col contatore triplo. E a tale proposito, mentre mi associo alle considerazioni fatte dall'Ing. Clementi sull'argomento dello squilibrio e trovo utili talora delle forme di stipulazione analoghe a quella da lui adottata, osservo che il tipo di contatore a tre bobine amperometriche, che nelle sue conclusioni vorrebbe sostituito agli altri, non risponde affatto a tale scopo, non permettendo il rilievo dello squilibrio. Quanto all'aggiunta di un contatore di controllo monofase ad uno di tipo doppio, essa raggiunge bensì questo scopo, ma (come si rileva dalla Comunicazione stessa) non può evidentemente considerarsi che come una disposizione che permette di utilizzare dei contatori doppi già esistenti, adattandoli alle nuove condizioni.

Quando poi in un impianto di una certa importanza si desiderino due installazioni di contatori, di riserva o controllo l'una all'altra, il modo in generale più opportuno (a mio parere) per ottenere ciò, è di impiegare un gruppo di tre contatori monofasi collegati a stella e uno di due pure monofasi collegati a V. Si ottiene così, senza una maggiore spesa nei contatori, la massima esattezza raggiungibile coi tipi ad induzione, il confronto tra le indicazioni complessive dei due gruppi, la verifica del $\cos \phi$ medio e quella degli eventuali squilibri.

Queste deduzioni potrebbero naturalmente modificarsi, quando in luogo dei tipi di contatore ad induzione ci si riferisse a quelli elettrodinamici a pendolo, i quali ancor oggi costituiscono quanto di meglio si abbia per le misurazioni di notevoli quantità di energia; per le quali può ammettersi una spesa certamente maggiore, compensata però da un funzionamento altrettanto sicuro e notevolmente più esatto di quello degli attuali contatori ad induzione.

Del Buono dà la parola al presentatore della seconda memoria.

Usigli: Nella breve memoria presentata col collega Campos è descritto un nuovo apparecchio trasmettitore di registrazioni o di comandi a distanza. Il funzionamento di tale apparecchio è analogo a quello del frequenzimetro a relai della C. G. S. e nelle tavole sono indicati gli schemi dell'uno e dell'altro; il principio su cui è fondato il nuovo strumento consiste essenzialmente nella esatta riproduzione automatica, in un apparecchio ricevitore, mediante un organo mobile (per es., il nucleo di una induttanza variabile) delle successive istantanee posizioni di un organo analogo comandato dall'apparecchio trasmettitore. Basta a tale scopo disporre di una linea a due fili, collegante le due parti del dispositivo, e l'alimentazione della stessa può farsi così a corrente alternata come a corrente continua, senza che l'esattezza delle trasmissioni sia menomata dalle eventuali variazioni di tensione e di frequenza dell'alimentazione.

L'apparecchio si presta alla trasmissione a distanza di misure di livello d'acqua, pressioni, ecc., e alla riproduzione di diagrammi d'un registratore qualsiasi, come pure ad ottenere comandi a distanza.

Del Buono ringrazia e trova interessante la disposizione adottata.

Rebora: Perché gli spostamenti dei sistemi siano identici occorre che non sia sensibile l'effetto della linea.

Usigli: Nella taratura dell'apparecchio si può sempre tenere esattamente conto dell'influenza della linea.

Del Buono: Rosnati si è scusato di non poter intervenire alla seduta, e dà quindi la parola al collega Puccioni.

Puccioni: I canoni stabiliti nei disciplinari di concessione dei nuovi impianti idroelettrici sono in generale calcolati in base ad una portata media presunta, con riserva però di modificarli secondo il risultato di un determinato numero di anni di osservazioni. Di qui la necessità di apparecchi di misura della portata derivata. Ma la misura della portata derivata, oltre che per gli scopi fiscali, ha utilità anche per la raccolta di dati statistici per lo studio di nuovi impianti e soprattutto per il controllo dell'esercizio idraulico dell'impianto. Infatti, ad esempio, dalla variazione della portata di un canale con eguale livello si può verificare l'eventuale alterazione avvenuta negli attriti

e confrontando tra di loro le portate e le potenze prodotte dalle macchine si possono seguire le variazioni di rendimento delle macchine stesse prodotte da usura delle palette. Nel caso di canali alimentati dal bacino, o di canali che alimentino un bacino, da cui poi parta la condotta forzata, dal confronto tra i volumi affluenti e defluenti ed i livelli raggiunti nel bacino si può verificare il fenomeno di eventuali interrimenti o perdite.

Per la misura della portata esistono già noti apparecchi da inserire sulle condotte forzate, basati sul principio della variazione di pressione nelle strozzature in funzione della velocità e quindi, per un tubo, in funzione della portata. Sono però molto costosi e bisogna installarne uno per ogni condotta e inoltre misurano la portata utilizzata e non quella derivata che risulta dalla somma della utilizzata più la sfiorata. Nel caso dei canali la portata si deduce ordinariamente dal livello, ciò che dà luogo ad errori a causa della variazione col tempo degli attriti e a causa dell'effetto di rigurgiti o chiamate. Gli stramazzi si possono impiegare solo nel caso di piccoli canali ed inoltre danno notevole perdita di carico.

L'apparecchio che presento non richiede opere speciali nel canale e non dà perdite di carico; esso rileva separatamente sezione e velocità del filone e ciò a mezzo di una palette che rileva tale velocità e di un galleggiante che rileva la sezione liquida. Esso è munito come si vede dalla figura che presento di un registratore il quale registra il prodotto di tali due quantità fra loro e per un coefficiente pari al rapporto tra velocità media e velocità del filone, prodotto che evidentemente è uguale alla portata.

La palette è disposta in modo da avere una sensibilità quasi uniforme alle varie velocità. La palette rileva la velocità nella regione della sezione in cui si ha la velocità massima e ciò perchè esiste un rapporto determinato e generalmente quasi costante tra la velocità massima e la media. Tale rapporto risulta secondo Bazin dalla formula

$$\frac{v_m}{v_{max}} = \frac{1}{1 + 14\sqrt{a + bR}}$$

ed è quindi dipendente dalla natura delle sponde del canale e funzione del raggio medio R e quindi del livello. In generale però la variazione è molto piccola (non oltre l'1 o 2 % al massimo) e quindi non vale la pena di tenerne conto.

Nel registratore si hanno due spostamenti uno proporzionale alla sezione, l'altro alla velocità media, che viene dedotta dalla massima moltiplicando questa per l'anzidetto rapporto. Da tali spostamenti si ha uno spostamento risultante proporzionale alla portata che viene registrato da una penna. Vi è poi un dispositivo integratore. Quando occorra, si applica un artificio che tien conto nella variazione di costante dell'apparecchio col livello data dalla variazione del rapporto fra velocità media e massima.

Nella sala ho portato un apparecchio destinato all'impianto del Tanagro della Società Meridionale, che potrà essere osservato da quanti si interessano della cosa.

Del Buono: Ringrazio della comunicazione e auguro a Puccioni che il suo apparecchio si diffonda. Qualcuno però dubita specialmente nel caso di forti variazioni di livello che il rapporto tra velocità misurata e velocità media sia costante.

Puccioni: Non è infatti assolutamente costante, ma nella maggior parte dei casi la variazione è così piccola da potersi ritenere tale. Ciò risulta dal resto anche dalla formula di Bazin. In prove fatte a Castel Madama ho verificato ad esempio che le variazioni sono trascurabili anche con variazioni di livello da uno a due.

Del Buono: Temo che l'errore possa essere notevole specialmente quando si hanno moti vorticosi.

Puccioni: Se nella prova si riscontrano errori dati da questa causa (in generale si tratta del 3 %) vi è il modo di correggerli nell'apparecchio. Infatti, come ho già detto, l'apparecchio comprende un dispositivo che permette di far variare col livello, in modo determinato e da stabilirsi in base a rilievi nel canale, il rapporto nel canale viene ridotta la velocità per dedurne la velocità media.

Del Valle: L'apparecchio è azionato da un unico e determinato flettico liquido; mi sembra quindi che in esso manchi il concetto di integrazione. Durante le misure in un canale eseguite in vari profili trasversali alla sezione di esso, è facile constatare come varia la velocità media e la superficiale in uno stesso punto del profilo. Ciò deriva dagli ostacoli sul fondo che disturbano i fletti liquidi coi rigurgiti che producono. Mi sembra quindi necessario che l'apparecchio esegua una integrazione rapida lungo il profilo di misura.

Puccioni: Naturalmente il canale nel punto d'applicazione dell'apparecchio deve essere regolare, senza brusche variazioni di direzione e pulito da corpi estranei del fondo. Nelle misure fatte col mulinello si constano le oscillazioni perchè il metodo richiede un tempo piuttosto lungo per ogni misura mentre col mio apparecchio le misure sono istantanee. In un canale regolare una volta trovato il filone di velocità massima il rapporto si mantiene costante per un medesimo livello, comunque varii una velocità e varia solo leggermente col variare del livello, il che viene corretto dal dispositivo che ho accennato. Si aggiunga che il filone non è un punto ma abbraccia una certa regione della sezione, così pure la palette ha una certa estensione. Quindi gli eventuali serpeggiamenti del filone non impediscono che questo investa sempre la palette.

De Marchi: La parte meccanica è assai ingegnosa, ma osservo che, in un canale regolare, e fino a che il movimento è uniforme, quando si ha il livello si ha la portata. L'organo mobile occorre quando si hanno variazioni di pendenza dovute ad azioni di rigurgito: però,

allora interviene una notevole alterazione nella distribuzione della velocità lungo la verticale e quindi la paletta non si trova più nella posizione giusta. Mi sembra quindi che occorra una curva di taratura dell'apparecchio per ogni livello: da ciò una complicazione che diminuisce l'utilità pratica dell'istrumento. Occorre poi una protezione dell'organo mobile, e quest'ultimo si altera facilmente essendo immerso nell'acqua. Il vantaggio dei contatori Venturi è che non hanno parti mobili a contatto col liquido; vi sono anche dei tipi adattabili ai canali aperti, formati da una semplice strozzatura, e molto usati in America nei canali d'irrigazione.

Puccioni: I disturbi dovuti ai rigurgiti si eliminano mettendo l'apparecchio in un punto sufficientemente lontano da quello dove questo fenomeno viene provocato. Quanto alla protezione dell'organo mobile risulta sufficiente quella disposta nell'apparecchio, come ho potuto provare in un apparecchio funzionante a Castel Madama da ormai circa sei anni.

De Marchi: Nei punti dove non si producono rigurgiti, e quindi il moto è sempre uniforme, basta un semplice indicatore di livello.

Puccioni: Il livello non ha una relazione costante con la portata.

De Marchi: Questa relazione non esiste solo nel caso in cui vi siano rigurgiti.

Puccioni: Anche nel caso che non vi siano rigurgiti la relazione non è costante causa il variare degli attriti col tempo. Occorre scegliere la posizione dell'apparecchio in modo sì che non sia troppo vicino al punto dove i rigurgiti e le chiamate vengono provocati per evitare distorsioni locali dei filetti, ma tale posizione può essere perfettamente compresa nella zona dove il rigurgito e la chiamata si risentono, ciò che anzi è in generale più comodo per essere vicini alla Centrale e quindi alla vasca di carico. Per esempio a Castel Madama l'apparecchio si trova a circa 200 metri a monte della vasca di carico in un punto continuamente soggetto a rigurgiti e chiamate verificanti alla vasca stessa, ma tale distanza è sufficiente per non avere alterazioni nella distribuzione della velocità.

De Marchi: Allora bisogna tarare l'apparecchio sul posto.

Puccioni: No, è sufficiente solo determinare sul posto il modo di variare col livello del rapporto fra la velocità media e la velocità massima colpendo la paletta. Per tutto il rimanente l'apparecchio è già tarato preventivamente.

Del Buono: Dò la parola al collega Peretti che ha fatto una relazione per conto del Ministero dei Lavori Pubblici sulla statistica della produzione dell'energia elettrica.

Peretti: Espone il metodo seguito dal Ministero per raccogliere i dati della statistica della produzione che vengono forniti su appositi moduli mensili mentre annualmente, con altri moduli forniti alle Ditte e da queste compilati si aggiorna la statistica degli impianti e della relativa potenza installata.

Gli elementi della produzione forniti dalle Ditte possono ritenersi esatti e quindi attendibili. Non è così di quelli relativi a scambi di energia fra Ditte e Ditte. La non esattezza di questi dati è dimostrata dal fatto che non solo si è rilevato in molti casi la non corrispondenza delle cifre esposte dalla Ditta cedente e da quella ricevente, mal talvolta si è persino riscontrato che la Ditta ricevente segnali quantitativi superiori a quelli denunciati come ad essa ceduti da altre Ditte.

Poiché lo scopo di questa statistica non ha alcuna relazione con criteri fiscali, ma è solo quello di dare agli organi del Governo ed al pubblico interessato una completa visione del modo in cui viene distribuita l'energia e delle esigenze in base alle quali possono o debbano essere facilitati o incoraggiati piuttosto taluni che altri impianti idrici o termici di produzione normale o di integrazione, il relatore raccomanda vivamente ai produttori e distributori di energia di compilare anche in questo campo con la massima esattezza i dati statistici richiesti.

Illustrando le diverse parti della sua relazione il relatore accenna specialmente alla importanza di questo lavoro statistico del Ministero dei Lavori Pubblici che, pure essendo limitato alle poche centrali di produzione di maggiore importanza (circa il 5 % sul numero totale riconosciuto dal Ministero delle Finanze) raccoglie gli elementi relativi a circa il 90 % della produzione conteggiata dal Ministero delle Finanze.

Riassume i dati relativi alla diminuzione di produzione idroelettrica nell'Alta Italia (mezzo miliardo di kWh) per il periodo invernale di eccezionale deficienza idrica 1921-22 illustrando l'importante concorso dato dalle centrali termiche di integrazione in parte riattivate, in parte improvvisate che hanno coperto più di due terzi della deficienza producendo circa il triplo dell'energia fornita dagli impianti termici nell'invernata precedente.

Infine il relatore segnala il conteggio da lui fatto per determinare l'effetto di economia di energia elettrica che può derivare dalla adozione dell'ora legale anticipata nel periodo estivo; e dimostra che tale economia, riducendosi a meno dell'uno per mille del consumo totale annuo è talmente irrisoria da non giustificare tutti gli inconvenienti ed i fastidi provocati dal provvedimento oramai, giustamente, abbandonato nel nostro Paese.

Del Buono: Ringraziando l'oratore d'aver portato la parola del Ministero dei Lavori Pubblici e dell'Ufficio statistica delle acque, spera che ciò avverrà tutti gli anni ai nostri Congressi.

Rebora: Desidero conoscere come viene calcolata la potenza installata in base ai kW.

Peretti: I dati vengono forniti dalle Ditte a mezzo di speciali moduli in cui sono indicati in kW la potenza delle macchine generatrici e in kVA quella dei trasformatori.

Rebora: Ai produttori si chiedono i kW o i kVA? Come si compie la riduzione degli uni negli altri? Si tratta di un punto di grande incertezza.

Peretti: I dati si riferiscono alle potenze installate.

Rebora: I dati vengono forniti per Regioni circa la produzione, ma mancano quelli di utilizzazione, e certamente avvengono qui grandi spostamenti.

Peretti: Trovo giustissima l'osservazione ed è per questo che ho rivolto la preghiera ai produttori di fornire notizie degli spostamenti.

Rebora: Il Ministero delle Armi e Munizioni aveva già fatto un'opera simile fin dal 1918.

De Marchi: il riconoscimento di quest'opera è già stato fatto ripetutamente in precedenti scritti, e per questo che non venne ora ripetuto. In quell'occasione si era anche parlato dell'opera svolta da Rebora.

De Marchi: La mia nota è un complemento di quella presentata dal collega Peretti in cui si riferiva sulla statistica del 1922 compilata sotto la sua direzione. La mia ricerca ha per scopo di porre in mostra la relazione esistente tra la produzione di energia elettrica e le precipitazioni atmosferiche. Dai dati rilevati durante la grande magra avevo potuto constatare un certo parallelismo tra produzione e precipitazione. Ho separato in gruppi distinti le centrali della Valle del Po, quelle dell'Appennino Settentrionale e quelle dell'Appennino Centrale e Meridionale. Il bacino del Po e quelli dell'Appennino Settentrionale differiscono dagli altri, essendo in gran parte bacini impermeabili, mentre nell'Italia Centrale i bacini utilizzati sono permeabili. Nel Mezzogiorno l'industria idroelettrica non è ancora ben sviluppata e sottostà alle iniziative individuali. Nella Valle Padana si producono circa 700 mila kW in 200 Centrali, in maniera che i guasti accidentali influiscono poco sull'andamento della produzione. Per l'entrata in funzione di nuove centrali la produzione tende progressivamente ad aumentare e quindi nello stabilire il rapporto colle precipitazioni bisogna tener conto di questo fatto. Tracciamo così, da un lato il diagramma della produzione, e dall'altro il diagramma delle precipitazioni si nota un parallelismo molto notevole, specialmente nel bacino del Po, data la sua impermeabilità. Ciò è importante perchè permette, fra altro, di prevedere la produzione in base alle precipitazioni del trimestre precedente, e quindi si possono fare previsioni sulla produzione termica necessaria per compensare le deficienze.

Nell'Appennino Centrale, data la permeabilità dei terreni non interviene alcuna definita corrispondenza perchè interviene il complicato fenomeno delle sorgenti.

Nell'Italia Meridionale, invece, per l'esistenza di bacini impermeabili il parallelismo ricompare.

Del Valle: Le osservazioni menzionate si connettono colla regolazione dei bacini e con la loro integrazione mediante centrali termiche. La statistica ora riportata è nata durante le condizioni anormali del 1921-22, che le effemeridi del Po raccolte a Pontelagoscuro mostrano di grande eccezionalità. Non è quindi forse equo basare il calcolo della regolazione dei bacini in relazione a fenomeni eccezionali, perchè talvolta conviene in certi periodi affrontare dei rischi piuttosto che immobilizzare un grande capitale che non serva normalmente. Tali investimenti vanno impostati in relazione all'ordine di criticità degli eventi.

Del Buono dà la parola a Panbianco.

Panbianco: Le applicazioni dell'elettricità alla medicina e chirurgia vanno assumendo sempre maggiore importanza. Sorvolando sulle correnti galvaniche, faradiche e ad alta frequenza mi occuperò più che altro della radiologia. Nei tubi Röntgen a gas, il fascio catodico è prodotto dall'afflusso di ioni positivi. I raggi catodici poi battendo sull'anticatodo danno luogo ai raggi X. Per il funzionamento di questi tubi si stanno abbandonando le vecchie bobine, per usare in loro vece dei trasformatori ad alta tensione con un commutatore sincrono che raddrizza la scarica. In questi ultimi anni poi si è molto diffuso il tubo Coolidge a catodo incandescente, basato su un principio analogo a quello delle valvole usate in radiotelegrafia. Per l'alimentazione di questi tubi si usano ora dei trasformatori con speciali selettori d'onda e condensatori, in modo da alimentarli con una corrente ad alta tensione praticamente continua.

Del Buono: Prima di chiudere le discussioni del Congresso invito i partecipanti che eventualmente non avessero ancora potuto fare le loro relazioni a voler prendere la parola.

Non domandando nessuno la parola tolgo la seduta.

✱

Verbale della seduta di chiusura pomeridiana e Riassunto del Congresso

Venezia - 5 ottobre 1923.

Presidente: Prega l'Ing. Ferraris di leggere l'ordine del giorno per le applicazioni elettro-agricole, presentato dalla Commissione designata alla fine della terza seduta.

Ferraris: Legge l'ordine del giorno compilato dalla Commissione da lui presieduta:

Ordine del giorno:

« Il Congresso dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, constatato con soddisfazione come il vitale problema delle applicazioni dell'elettricità alle bonifiche, alle irrigazioni e all'agricoltura in genere,

abbia trovato per la prima volta l'utile collaborazione di elettricisti, agricoltori, bonificatori, irrigatori, costruttori di macchine, distributori di energia ed esercenti di applicazioni elettro-agricole, esprime l'augurio che la Presidenza generale dell'Associazione elettrotecnica prenda gli opportuni accordi colle altre associazioni tecniche ed agricole cui il problema interessi per dare vita efficace ad una Commissione di studi che riunisca gli esponenti delle principali categorie di persone precedentemente accennate allo scopo di perseguire l'opera di collaborazione così felicemente iniziata.

a) per estendere la cognizione dell'applicazione elettrica alla agricoltura fra quanti possono avervi interesse;

b) per seguirne e facilitarne i perfezionamenti;

c) per ottenere quando lo richieda la convenienza di ricerche sperimentali, il concorso tecnico e pecuniario di enti pubblici e privati, per mantenere il contatto coi poteri pubblici in questo vitale argomento, per gettare finalmente la prima base di un futuro Istituto di consultazione tecnico-elettrico-agricolo nel complesso problema qui considerato.

«Avendo poi il Congresso esaminato in una esauriente discussione lo stato attuale della legislazione, i possibili sviluppi delle applicazioni elettro-agricole ed il potente concorso che già oggi esse possono offrire alla invocata intensificazione della produzione agraria specie nel mezzogiorno d'Italia.

«Fa voti:

1) che venga riveduta e coordinata tutta la legislazione, riguardante le bonifiche, le irrigazioni, le ricerche di acqua, la lotta antimalarica, la colonizzazione interna, ecc., tenendo presenti tutte le necessità che l'energia elettrica può offrire in modo da rendere i provvedimenti adeguati allo scopo, estendendoli a tutte le regioni d'Italia, ed equiparando le provvidenze per le bonifiche d'irrigazione e quelle di prosciugamento a tutto ciò a favore di qualsiasi ente capace di attuarle;

2) che tali provvidenze vengano opportunamente integrate da sollecite facilitazioni di credito;

3) che venga disposto lo studio razionale e completo delle acque sotterranee là dove occorra, provvedendo alla relativa legislazione».

Presidente: Apre la discussione sull'Ordine del giorno, prima di sottoporlo alla votazione dell'Assemblea generale.

Silva: È sembrato a taluni che la nostra Associazione, che ha carattere tecnico e scientifico, non dovesse prendere posizione in questioni che hanno carattere economico. Leggendo l'ordine del giorno egli ha avuto l'impressione che nel capoverso secondo, dove si parla di provvedimenti finanziari, la nostra Associazione non venga a prendere nella questione dibattuta la posizione che meglio le compete.

Ferraris: In qualità di Presidente della Commissione che ha elaborato l'ordine del giorno si stupisce della osservazione fatta dall'Ing. Silva. Il problema al quale giustamente si è tanta interessata la nostra Associazione nel Congresso attuale è un problema di elettro-cultura, che rappresenta ormai una questione di carattere nazionale. È dunque compito perfettamente in armonia col carattere dell'Associazione Elettrotecnica occuparsi della soluzione di questo problema.

L'amico Silva sa bene che tutti i problemi tecnici hanno anche un lato economico e che senza tener conto anche di questo, nessuna accolta di scienziati può tradurre in pratica una idea di indole tecnica.

La nostra Associazione è tecnica, ma essa può e deve entrare nella dovuta forma ad occuparsi del lato finanziario dei problemi che la interessano, e però l'Ing. Silva, leggendo l'ordine del giorno, vedrà che la Commissione nel redigerlo si è tenuta ai termini più generali, stabilendo la necessità dei sussidi.

Avendo partecipato alle discussioni tenutesi sull'argomento e avendo collaborato alla redazione dell'ordine del giorno i Colleghi non avrebbero bisogno di chiarimenti relativi al testo stesso, tuttavia egli s'indugia a darne perchè tutti siano convinti che esso non menoma affatto l'indipendenza della nostra Associazione. La Commissione si è preoccupata anzitutto di far rilevare l'accordo ed il senso di colleganza che uniscono le varie categorie d'interessati al problema elettro-agricolo, mettendo da parte ogni tendenza particolare. Questo risulta dalla prima parte dell'ordine del giorno, nella quale si è evitato di proposito di entrare in dettagli che, pure avendo importanza grandissima, non potevano essere specificati, mentre era anche opportuno che taluni, perchè prematuri, restassero non enunciati. Nel complesso però si è voluto affermare che gli elementi costitutivi del problema elettro-agricolo sono tutti degni di studio, e che la nostra Associazione, la quale è sempre stata e sarà indipendente da qualsiasi inettresse, è la sede opportuna di esame di questo problema.

Nella seconda parte dell'ordine del giorno si trova in principio una constatazione di quello che si è fatto ed una presa di possesso per quello che si farà; a questo fa seguito l'esposizione sintetica al governo di quello che la nostra Associazione, come ente tecnico, crede di potere suggerire a riguardo del problema specifico di cui si occupa.

Si stabilisce quindi il primo concetto che i provvedimenti devono essere adeguati allo scopo, estendendoli a tutte le province d'Italia ed a favore di qualsiasi ente capace di usufruirne.

In secondo luogo si dice che le bonifiche di irrigazione devono essere equiparate a quelle di prosciugamento: si stabilisce la necessità di concedere sussidi qualunque sia l'ente che si metta in condizione di averne diritto, e procedendo in modo che non succeda quello che in tema di sussidi si verifica oggi per gli agricoltori e per gli imprenditori di impianti elettrici.

Infine si afferma la necessità dello studio razionale delle acque sotterranee e della legislazione relativa alla loro utilizzazione.

Ritiene in definitiva che l'ordine del giorno compendì quello che nelle discussioni relative alla elettro-agricoltura è stato detto dai Colleghi.

Silva: Egli aveva domandato di interloquire perchè fosse eliminato un dubbio che era sorto in taluni, ma a lui sembra che il dubbio permanga in merito alla interpretazione da dare al testo del primo capoverso del voto che si è formulato e che riguarda la legislazione auspicata.

Ferraris: Replica ancora affermando che la dicitura del primo capoverso del costo formulato è in perfetta armonia col compito dell'A. E. I. quando si consideri che il problema elettro-agricolo è un problema d'interesse nazionale e che il Congresso attuale costituisce le sede più adatta per precisare le necessità inerenti al problema stesso.

Civita: Spiega che i sussidi sono oggi stabiliti con criteri diversi, e da essi sono escluse le Imprese elettriche non proprietarie dei terreni, e però egli è del parere che il testo dell'ordine del giorno possa votarsi integralmente, e che sia precisamente nelle funzioni dell'A. E. I. quello di segnalare al Governo le manchevolezze delle attuali prescrizioni legislative.

Presidente: Il nostro Sodalizio ha la fortuna di avere ormai 5000 e soci e di comprendere tutte le personalità autorevoli della tecnica e dell'agricoltura: come tale un voto che da esso emani ha il carattere di una grande collettività. Egli pensa pertanto che non si debbano mettere limitazioni ad un ordine del giorno esaurientemente discusso nei suoi elementi promotori. Vogliamo che la nostra Associazione incrementi sempre più il suo prestigio e la sua autorità, e questo è stato replicatamente espresso in Consiglio.

Mette pertanto in votazione la proposta di sottoporre integralmente al voto dell'Assemblea generale il testo dell'ordine del giorno presentato dal Prof. Ferraris a nome della Commissione da lui presieduta.

La proposta è approvata all'unanimità.

Ferraris: Esprime il desiderio della Commissione suddetta che l'ordine del giorno sia accompagnato da un memorandum esplicativo dei punti principali di esso. Sarà bene che il tutto sia presentato da una rappresentanza dell'A. E. I. all'uopo delegata, la quale potrà dare al Governo i chiarimenti del caso.

Presidente: Accetta quanto il Prof. Ferraris ha proposto e con lo stesso si propone di presentare di persona a S. E. Corbino il testo dell'ordine del giorno in unione anche a qualcuno dei colleghi che ha fatto parte della Commissione per la elaborazione del medesimo.

Gli ingegneri Bonomi, Clerici, Semenza, Belluzzo e Silva vorrebbero sottoporre al voto del Congresso un ordine del giorno relativo al problema della illuminazione. Il Presidente nel darne lettura sottopone la proposta al giudizio dei Congressisti.

Revessi: Ritiene che sarebbe opportuno si facessero altre comunicazioni in merito a questo argomento che poco è stato discusso, mentre presenta uno speciale interesse ed è di grande utilità. È del parere che la presentazione di un ordine del giorno non è conveniente quando esso non rappresenta la sintesi di una discussione esauriente e non mira a fare intervenire nella questione dei pubblici poteri, e i colleghi proponenti desiderano promuovere studi e discussioni in seno alle Sezioni dell'A. E. I. per interessarle al problema della illuminazione, i Presidenti delle Sezioni stesse ne prendano atto e la proposta sia interpretata come una raccomandazione che parte dal Congresso.

Peretti: È anche del parere che si accetti come raccomandazione e non come ordine del giorno la proposta di promuovere lo studio dei problemi inerenti alla illuminazione presso le varie Sezioni dell'A. E. I., dato che l'argomento non è stato convenientemente studiato e discusso.

Luraschi: Crede di sapere che si costituirà una Commissione Nazionale per lo studio di questo problema, ed esprime il voto che tale Comitato si costituisca subito e dia tutto il suo interessamento alla tecnica della illuminazione. Gradirebbe sapere qualche cosa di preciso al riguardo.

Semenza: Spiega che per lo studio dei problemi inerenti alla tecnica dell'illuminazione si è costituito già da parecchi anni un Comitato col concorso dei membri di parecchie Nazioni, avente struttura simile a quella della Commissione Elettrotecnica Internazionale. In ogni Nazione c'è poi il Comitato Nazionale ed in Italia esso si costituisce con l'intervento dell'A. E. I., dell'A. E. I. E. e dell'Associazione Industrie Gas ed Acqua. Questo Comitato ha lavorato ed ha dato preziosi contributi nella Commissione Internazionale — per merito specialmente del Prof. Bordini. Ma in questa Commissione ora c'è una... crisi, perchè si vuole ingrandire il suo campo di azione ed estendere la costituzione stessa dell'Ente per rendere più proficua la sua attività. Perciò si è formato un nuovo Istituto, del quale fanno parte alcuni commissari dell'A. E. I., dell'A. E. I. E. e di altre associazioni interessate, il quale si propone di studiare i problemi inerenti al riscaldamento oltre a quelli che riguardano l'illuminazione.

Alcune amministrazioni di Società hanno dato la loro adesione e stabilito il contributo finanziario che essi corrisponderanno.

Il Congresso stabilisce che si consideri come raccomandazione alla Presidenza dell'A. E. I. la proposta dei Colleghi Semenza, Belluzzo, Bonomi, Clerici e Silva di promuovere l'interessamento delle Sezioni dell'A. E. I. allo studio delle questioni inerenti alla illuminazione e al riscaldamento.

Presidente: È lieto di poter ricordare la simpatica cortesia con cui nella giornata di ieri il Prof. Lori ha ricevuto gran parte dei Congressisti nella Scuola Ingegneri di Padova, per cui tiene molto a tributargli i più vivi ringraziamenti.

Il Prof. Vallauri ebbe a presentare un complesso di memorie del più alto interesse in tema di radiotelegrafia, e però vuole tributare a lui ed ai suoi valenti collaboratori della R. Marina un voto di plauso e vivi ringraziamenti. L'esposizione interessante di queste memorie e la discussione che ne seguì fecero rilevare tutta l'importanza di carattere nazionale che la radiotelegrafia ha fatto in Italia, e portarono a formulare vari desiderata.

È stata discussa la questione che interessa gli impianti di produzione e distribuzione dell'energia elettrica, i quali si avvantaggerebbero nel loro esercizio se avessero assicurato le comunicazioni radiotelegrafiche, ed il Prof. Lombardi, Presidente della Commissione per la Radiotelegrafia e Telefonia, ha presentato il seguente ordine del giorno:

«L'Associazione Elettrotecnica Italiana, considerando le difficoltà che ancora oggi incontrano le imprese elettriche per assicurare nei loro impianti le comunicazioni indispensabili al servizio; riconoscendo la possibilità e la urgenza di risolvere il problema mediante il sussidio delle radio comunicazioni, e tenuto conto che con opportune disposizioni si potrà contenerne in misura conveniente la interferenza con gli altri servizi radio, fa voto che il Governo prenda in benevola considerazione le esigenze degli impianti elettrici nel riguardo delle comunicazioni senza fili, e adotti le più sollecite e favorevoli decisioni in merito alle relative domande di concessione».

Del Buono: Prima d'aprire la discussione sull'ordine del giorno proposto per la r. t., credo utile comunicare un telegramma in merito del Ministro Cesarò.

Preg. Comm. Carletti,

Congresso Elettrotecnici - Palazzo Loredan - Venezia.

«Autorizzo la S. V. a comunicare imminente nomina Commissione costituita secondo Sua proposta onde preparare progetto di regolamento uso onde guidate per comunicazioni - *Ministro Cesarò*».

Carletti: Per ciò che riguarda le comunicazioni senza filo il Ministero ha fatto molto perché si sono emessi cinque decreti sulle concessioni r. t. Inoltre recentemente si è approvato uno schema di legge per le concessioni r. t. ai privati. Questo schema è stato approvato e manca solo una formalità per la sanzione. Si è usato il riguardo al Sindacato costruttori di sottoporlo al suo giudizio per le eventuali modificazioni. Ciò ha portato ad un ritardo, ma ora i rappresentanti il Sindacato, sollecitati, comunicheranno le loro osservazioni fra tre o quattro giorni così che lo schema potrà entrare ben presto in vigore. In questo regolamento non sono previste le applicazioni per le onde convogliate. Verrà nominata una Commissione per formulare il regolamento in materia e saranno chiamati a farne parte due rappresentanti dell'A. E. I. La Commissione potrà dare uno schema in un tempo brevissimo, ed allora le applicazioni, se il sistema risulta pratico, potranno essere fatte.

Civita: Si duole che sia stato interpellato il Sindacato costruttori, ma non la A. E. I. e l'Associazione Esercenti Imprese Elettriche che da molto tempo fanno prove in questo campo e che debbono poter usare le onde libere.

Carletti: Le onde libere hanno già il loro regolamento.

Civita: Fatto senza interpellare gli industriali interessati.

Campos: Gli intervenuti ieri si son mostrati solidali col collega Semenza che desiderava un ordine del giorno più vibrato.

Manfredi: Riguardo alle comunicazioni del Comm. Carletti, osserva che gli Esercenti Industrie Elettriche hanno già avuto altre volte promesse di Decreti per concessioni r. t. da emanarsi in pochi giorni, rimaste poi senza risultato. Allo stato attuale della tecnica, malgrado i vantaggi delle comunicazioni ad onde convogliate, il sistema è tutt'altro che perfetto ed in certi casi le comunicazioni si rendono impossibili. Meglio delle onde guidate, servirebbero forse le onde libere; ad ogni modo, bisogna togliere le pastoie allo sviluppo delle loro applicazioni. L'ordine del giorno proposto, buono nella sostanza, è troppo all'acqua di rose. Bisogna sollecitare in modo vivo il permesso delle applicazioni r. t. agli Esercenti Industrie Elettriche.

Circa l'uso delle onde guidate si è sempre detto e creduto che non occorressero speciali autorizzazioni e si sono fatte esperienze, su tratti dove già erano concesse le comunicazioni cogli ordinari sistemi di telefonia, senza richieste di concessioni.

Invita a prendere atto delle Comunicazioni Carletti, facendole risultare nell'o. d. g. e sollecitando il Ministero nel modo più vivo.

Solari: Premetto di parlare come socio dell'A. E. I. e non come rappresentante. Anche il Senatore Marconi non crede occorran concessioni speciali per le onde guidate. Questo sistema è adottato all'estero già da lungo tempo, e la Marconi non ha mancato di dare notizie e di fare esperienze in Lombardia in proposito. Sono lieto di constatare che altri italiani si siano occupati dell'argomento, e francamente non capisco come si parli di necessità di concessioni. Purtroppo però tecnicamente il problema non è risolto perché l'impresa elettrica deve avere le comunicazioni assicurate qualunque guasto accada in linea. All'inizio quando si è parlato di r. t. gli esercenti hanno messo condizioni non risolvibili in modo economico. Di qui e non dalla tanto discussa convenzione Marconi sono venuti gli ostacoli. La convenzione è però ora caduta. Si sta parlando di collegamenti radiotelefonici di centrali idroelettriche; ma ritengo che interessi anche parlare di un più vasto problema della radiotelegrafia, cioè quello della

radiotelegrafia a grande distanza. Rinresce che attualmente le notizie e la musica ci arrivino da Londra e da Parigi, e non sia la voce italiana ad andare all'estero, benché da noi già da quattro anni si siano fatte prove magnifiche. Interessa molto, oltre che per gli impianti delle centrali, avere anche il permesso per le radio comunicazioni circolari e per i grandi servizi radiotelegrafici. Si noti che parlo come socio dell'A. E. I. e non come interessato; ma pur troppo da noi si sono presi impegni per dare circa 40 milioni all'anno a una impresa privata che installa un cavo. Se per l'indipendenza delle nostre comunicazioni si fa un tale sacrificio, quale sacrificio si deve fare per evitare l'ingerenza dello straniero nelle radio comunicazioni? Bisogna che anche l'Italia non rimanga indietro in questo importantissimo campo.

Solari: L'ordine del giorno Lombardi tende non solo ad avere i permessi, ma anche le spiegazioni in proposito, e quindi ringrazio il Ministro ed il Comm. Carletti della pronta risposta. Credo quindi che l'ordine del giorno Lombardi dopo la comunicazione Carletti, e tenuto conto delle osservazioni di Civita, possa essere formulato in modo da sollecitare nel modo più rapido l'invio di istruzioni per le domande delle concessioni.

Lombardi: Credevo che l'ordine del giorno presentato fosse chiaro. In Italia vi è un Comitato di r. t. scientifica, più importante della nostra Commissione, che deve occuparsi della questione industriale. Fu già pubblicato il decreto che permette le concessioni di r. t., e parecchi industriali hanno avuto facilmente permessi per le onde convogliate. Dati questi precedenti, credo che nell'ordine del giorno vi sia quanto occorre, perché in esso, si invita a favorire l'accoglimento di domande di concessione.

Perego: Le onde convogliate seguono la sorte delle onde libere, e la loro applicazione non è affatto meno buona nei casi occorrenti alle imprese elettriche. Purtroppo parecchi che in un primo tempo avevano fatto installazioni non hanno avuto il decreto che ne permettesse l'uso.

Semenza: Appoggio l'ordine del giorno Lombardi e credo convenga votarlo anche dopo le comunicazioni Carletti.

Del Valle: Padre Alfani per un ricevitore radiotelegrafico è obbligato a pagare 800 lire ciò che non è giusto, trattandosi di scopi scientifici.

Carletti: Le tasse proposte dallo schema non sono forti, e gli stabilimenti scientifici ne sono esentati.

Del Buono: Leggo integralmente l'ordine del giorno:

«L'Associazione Elettrotecnica Italiana:

Considerando le difficoltà che ancora oggi incontrano le imprese elettriche nell'assicurare fra i loro impianti le comunicazioni indispensabili per la regolarità dell'esercizio;

riconosciuta l'importanza che, per la risoluzione di tale problema, può assumere, oltre al sistema delle onde convogliate, anche quello delle onde elettromagnetiche senza filo, il quale in altri Paesi ha già all'uopo una larga diffusione.

tenuto presente il vantaggio che una vasta sperimentazione di esso potrà apportare, introducendovi ulteriori perfezionamenti, e circoscrivendone, mediante opportune disposizioni, la interferenza con gli altri servizi di radiocomunicazione;

esprime il voto che

il Governo riconosca la legittimità della nuova richiesta da parte delle Aziende elettriche, e adotti in merito alle domande di concessione per servizi interni di radiocomunicazione, le più sollecite e favorevoli decisioni».

Carletti: Prego di votare l'ordine del giorno senza modifiche. Ripeto che per regolare i servizi radiotelegrafici non solo sono stati emessi cinque decreti, ma è stato anche approvato uno schema di regolamento cui manca solo la approvazione della Corte dei Conti, e che è stato ritardato nella registrazione solo dietro richieste del Sindacato costruttori. Appena uscito il regolamento si daranno le concessioni. Si è anche fatto uno schema di convenzione per la concessione ai privati di radio stazioni circolari e si sta per entrare in trattative per nuovi importanti servizi. Trovo quindi inutile far risaltare le mie dichiarazioni nell'ordine del giorno, tanto più che fra brevissimo tempo vi sarà anche il regolamento per le onde convogliate.

Luraschi: Solari ha messo anche davanti una questione nazionale, e mi sembra che questa debba essere affermata nell'ordine del giorno, e cioè che si esprima il voto che la nostra industria possa affermarsi nel campo industriale.

Morbiducci: La discussione si è concentrata solo sull'impiego della r. t. nelle aziende elettriche. Vi è però la questione più importante, già trattata dal Comandante Pession, dell'industrializzazione della r. t. Bisogna che il Governo come ha dato il suo appoggio alla grande industria dei cavi, sostenga anche la formazione di grandi stazioni radiotelegrafiche. Con grandi stazioni radiotelegrafiche, il Governo potrebbe disimpegnare parte del servizio di comunicazioni diplomatiche e commerciali, con i paesi del continente e fuori continente.

I progressi tecnici conseguiti nel campo della r. t. sono tali da dare affidamento di un ottimo servizio di radiocomunicazioni: questo è stato dimostrato per tutto il periodo di guerra, ed in modo più convincente nel dopo guerra. È dimostrato che il servizio r. t. risulta conveniente nei confronti del servizio telegrafico con cavi, sia per paesi vicini che per paesi lontani. Altri paesi nel campo r. t. hanno fatto dei passi notevoli. Da noi qualche cosa si è fatto per l'attività dimostrata dalla R. Marina in tale campo; bisogna fare di più perché il Paese ha molto bisogno della r. t.

In questi giorni le Banche Italiane raccolgono i capitali per l'installazione di un cavo con le Americhe del Sud, tale installazione vien

affidata ad una Società alla quale lo Stato ha garantito un minimo di parole sufficienti per l'esercizio di tale industria; tale minimo di parole col traffico attuale, e l'efficienza del cavo, significa che tutto il servizio con l'America Latina verrà affidato al cavo. Non intendo di entrare in merito a tale problema, ma vedrei ben volentieri, per l'amore che ho per la radiotelegrafia, che, come si è fatto molto per i cavi, si facesse qualcosa di più per la radiotelegrafia, la quale ha pregi considerevoli, utili all'economia nazionale. L'egregio consocio Prof. Vallauri ha ieri, con lucide parole ben illustrato come debba e possa regolarsi un grande centro radiotelegrafico. egli ha dato dati di costo ben determinati per l'esercizio di tale industria; l'egregio consocio Sig. Marchese Solari ha testè accennato al problema della r. t. nell'economia nazionale. In considerazione che l'egregio Sig. Ing. Comm. Carletti è presente in quest'aula, io domando all'egr. signor Presidente se non sia il caso di prendere in esame l'argomento e formulare poi i voti dell'assemblea per tale importante problema.

Del Buono: Questa è una questione generale che esce dal campo in discussione. Occorre prima votare l'ordine del giorno.

Semenza: Gli ultimi oratori si sono allontanati dall'argomento perchè l'ordine del giorno non è stato posto in votazione.

Pedrin: Carletti ha affermato che il ritardo dipende solo dal Sindacato costruttori; non si potrebbe allora sottoporre loschema alle osservazioni dell'A. E. I. prima che venga reso decreto?

Civita: Credo anch'io nell'utilità che l'A. E. I. prenda visione del regolamento; questo si potrebbe affermare nell'ordine del giorno.

Luraschi: Dichiaro di approvare l'ordine del giorno solo a patto che poi si discuta anche la questione generale.

Del Buono: mette in votazione l'ordine del giorno, che viene approvato.

Del Buono: Dato che non si è ancora in sede d'Assemblea generale la Presidenza crede opportuno di affermare che si recherà personalmente assieme a qualche collega autorevole dal Ministro per comunicargli lo stato attuale della questione.

Invito i colleghi che dovessero ancora fare qualche comunicazione a domandar la parola prima che si inizi l'Assemblea generale.

Semenza: Dalla discussione ora tenuta è risultato il rincrescimento della nostra Associazione di non essere stata consultata in questa questione. Dobbiamo ringraziare Carletti d'aver comunicato che nella nuova Commissione sarà rappresentata anche l'A. E. I. Rincresco però il constatare che ciò non è stato fatto prima. Raccomando di nuovo alla Presidenza di pregare il Ministro di rivolgersi sempre alla A. E. I. come ad un organo consultivo.

Del Buono a nome della Presidenza accetta.

Carletti: Benchè l'Associazione non sia stata consultata come Ente pure tutti i partecipanti ai lavori ne erano soci. Le questioni radiotelegrafiche si collegano a questioni molto delicate che non possono essere rese pubbliche. Per quello che riguarda le applicazioni alle industrie elettriche l'A. E. I. verrà consultata.

Del Buono prende atto, e non domandando nessuno la parola chiude la discussione.

* *

ASSEMBLEA GENERALE DELL'A. E. I.

5 ottobre 1923 - Venezia.

Presiede il Presidente Generale, Comm. Ing. Ulisse Del Buono, assistito dai Vice Presidenti e dal Segretario Generale.

Il Presidente dichiara aperta la seduta dell'Assemblea Generale dei Soci per svolgere il seguente

Ordine del Giorno:

- 1° — Comunicazioni della Presidenza;
- 2° — Assegnazione Premio Jona;
- 3° — Modifiche Statuto e Regolamento;
- 4° — Presentazione e approvazione Bilanci;
- 5° — Eventuali e diverse.

1. - Comunicazioni della Presidenza.

Il Presidente appena aperta la seduta annunzia la costituzione ufficiale della sezione Sarda dell'A. E. I. già ratificata dal Consiglio Generale, formulando un voto di plauso per i colleghi che si sono vivamente interessati alla sua creazione.

L'Assemblea risponde con un cordiale applauso all'invito del Presidente.

Relazione dei lavori del triennio 1921-23.

Presidente: Ultimati i lavori del terzo Congresso annuale e dovendo rassegnare a fine d'anno il mandato conferitomi ritengo opportuno riassumere ai Colleghi l'opera della Presidenza durante il triennio 1921-1923.

Numero dei Soci.

Oltre all'aumento di una Sezione debbo compiacermi che il numero dei soci durante il triennio è aumentato considerevolmente perchè da 3200, quale era nel 1921, si è oggi elevato a circa 5000. Tale confronto di cifre è abbastanza eloquente per dimostrare la floridezza del nostro Sodalizio e l'ascensione costante che è segnata dal suo ritmo di vita.

*

Nel primo Consiglio Generale da me presieduto nell'Aprile 1921 a Roma avevo abbozzate le linee direttive che mi proponevo di seguire nell'attività dell'A. E. I. durante il triennio e come primi obiettivi rendere più fattiva la vita delle Sezioni, attivare inoltre fra esse e la Presidenza un contatto più continuo e cordiale; disciplinare le Riunioni annuali onde i programmi dei lavori da svolgere e le discussioni su di essi impostate non costituissero un complesso di dissertazioni accademiche, ma entrassero nel campo pratico dell'elettrotecnica, trattando argomenti di indole generale ed interessanti da vicino i problemi dell'industria nazionale, attivare le relazioni con i diversi Sodalizi tecnici nazionali ed esteri, e di mantenersi in rapporti continui con le Autorità governative, onde affermare e valorizzare la competenza e l'autorità dell'A. E. I.

Ho il piacere di constatare che gli sforzi della Presidenza per conseguire questi proponimenti sono in gran parte riusciti, per quanto circostanze varie non abbiano permesso la completa attuazione del programma tracciato:

1) **Provvedimenti per le Sezioni:** La Commissione per i lavori delle Sezioni si è dimostrata efficace e necessaria al coordinamento e all'incremento delle attività singole delle Sezioni. I Presidenti di queste, riunendosi per esaminare argomenti e problemi d'interesse comune hanno potuto concordare dei criteri direttivi e deliberare sulle azioni concordi da svolgere.

2) **Provvedimenti per le Riunioni annuali:** Essi si riassumono nella istituzione della Commissione per le Riunioni la quale, composta della Presidenza dell'Associazione e dal Comitato di Redazione del Giornale, ha avuto il compito di preparare l'organizzazione tecnica delle nostre riunioni fissando i temi da discutere e coordinandoli per preparare efficacemente la discussione. Un provvedimento che si è dimostrato efficace ai fini del rendimento dei lavori del Congresso è stato quello di sopprimere la lettura integrale delle Comunicazioni le quali, precedentemente stampate e distribuite sono state brevemente riassunte dagli Autori singoli e messe in discussione per gruppi.

3) **Soci corrispondenti all'estero:** La istituzione di questa categoria di soci ha avuto lo scopo di fare propaganda all'estero per il nostro Sodalizio, di tenerci in collegamento continuo con le Associazioni tecniche consorelle e di procurare soci in altre Nazioni. Tale istituzione è stata provvidenziale per i rapporti con i sodalizi tecnici esteri, ed ha cominciato a dare notevoli risultati, ma ai fini di divulgare maggiormente fuori d'Italia l'attività e l'autorità dell'A. E. I. occorre aggiungere un sistema di propaganda più efficace e più diretto.

Comitato Idrotecnico.

Per intensificare i lavori collettivi della nostra Associazione e per allargare il suo campo d'azione ho ritenuto opportuno di istituire il Comitato Idrotecnico per lo studio delle varie questioni attinenti alla costruzione ed all'esercizio degli Impianti Idroelettrici che sono elementi così utili per il nostro Paese. I lavori di questo Comitato sono noti a tutti i colleghi attraverso le relazioni che sono state pubblicate, specialmente importanti quelli presentati alla Riunione di Milano alla quale furono per la prima volta trattati ampiamente questioni di idraulica pura ed applicata.

Pubblicazione impianti.

Per ben diffondere in Italia ed all'Estero la conoscenza dei nostri Impianti ho voluto che la nostra Associazione intraprendesse la pubblicazione impianti, la quale si è tradotta in pratica con successo. Infatti tali pubblicazioni sono state bene accolte da professionisti ed aziende industriali. I due primi numeri pubblicati saranno presto seguiti da altri che verranno maggiormente diffusi anche all'estero oltre che in Italia ove occorre fare conoscere al gran pubblico l'attività degli elettrotecnici ed i grandiosi impianti costruiti e che si continuano a costruire per dotare il nostro Paese di quantità sempre più ingenti di energia elettrica.

Statistica.

Durante il triennio si è continuato il lavoro della Statistica degli impianti, perfezionando il complesso dell'opera malgrado le difficoltà che continuamente s'incontrano per ottenere i dati richiesti. Si è condotta a termine così la seconda edizione del primo volume che comprende anche i Comuni delle terre redente.

Norme.

A cura della Commissione delle Norme e del Comitato Elettrotecnico Italiano è stato intenso il lavoro svolto per elaborare le Norme relative agli impianti, alle macchine, agli isolatori ed agli olii isolanti, delle quali parte sono già pubblicate. Le Commissioni appositamente nominate continuano il lavoro per l'aggiornamento delle norme stesse e per la elaborazione di altre.

Il Comitato Idrotecnico elabora intanto le norme relative alle condotte forzate.

Giornale.

Il nostro periodico tecnico «L'Elettrotecnica» ha sensibilmente migliorata quest'anno tanto la veste tipografica che la qualità della carta. Inoltre la diffusione di tale giornale che aumenta sempre ed il gettito della réclame consentono di trarre i migliori auspici sull'autorità e sulla solidità che il nostro organo ufficiale viene acquistando. Di ciò va dato ampio elogio al Comitato di Redazione che cura con vivo interesse ed amore questa pubblicazione.

Notevole è anche stata l'attività ufficiale della nostra Associazione durante il triennio. Avvenimenti di particolare importanza sono stati:

Onoranze a Galileo Ferraris.

Costituirono una manifestazione di sentita devozione e di vibrante entusiasmo per il Grande Maestro. Delle onoranze che a Lui furono tributate a Torino nel 1921 tutti gli intervenuti alla cerimonia, compresi alcuni colleghi stranieri, serberanno gradita memoria. Fu pubblicato anche in tale occasione un numero unico sull'opera di Galileo Ferraris.

XXV Anniversario dell'A. E. I.

Altra cerimonia cara a tutti noi e che valse a cementare i vincoli di simpatica solidarietà fra i colleghi fu la celebrazione del XXV Anniversario della nostra Associazione festeggiata l'anno scorso a Milano.

Oltre a queste due importanti manifestazioni della attività sociale, debbo ricordare:

Il Congresso di Udine in cooperazione con la Pro Montibus.

La Conferenza di Parigi «des Grands Reseaux» alla quale partecipammo con successo nel 1921 e alla cui seconda sessione parteciperemo alla fine del prossimo novembre. L'Union des Syndicats de l'Electricité che organizza tale conferenza internazionale ha voluto cortesemente rimandare la riunione a dopo il Congresso dell'A. E. I. onde assicurare l'intervento dei delegati italiani.

Nell'aprile del 1924 parteciperemo anche ufficialmente alla Conferenza internazionale che si terrà a Londra.

Debbo soffermare l'attenzione dei Colleghi sulle nostre Riunioni annuali che hanno assunto in questi tre anni un vero e proprio carattere di Congressi.

I colleghi sanno essi stessi come sono stati organizzati e quali risultati hanno avuto i tre Congressi annuali del triennio: Palermo, Milano, Venezia.

Auguro che queste Riunioni annuali siano sempre più interessanti e fruttifere e valgano ad unire i soci con quello spirito di fraterna collaborazione che costituisce la base del prestigio e dell'autorità del nostro Sodalizio.

Mando le espressioni di vivo rimpianto e di affettuoso ricordo per i colleghi Ascoli, Colombo, Saldini e tutti gli altri venuti a mancare alla grande Famiglia Elettrotecnica Italiana.

Premio Jona.

Durante il mio triennio ho avuto l'onore di dover iniziare il conferimento dei premi Jona, prelevati sul reddito del fondo lasciato dall'illustre e compianto collega. Il 1° premio Jona fu assegnato al Prof. Lombardi: sono lieto di comunicare ai Colleghi che la seconda assegnazione del Premio Jona è stata decisa proprio in questi giorni dall'apposita Commissione, ed esso è stato aggiudicato ai Colleghi Barbagelata ed Emanueli, ai quali porgo i miei più vivi rallegramenti.

(L'Assemblea accoglie con un applauso tale notizia).

Cambiamento del Segretario Generale.

Ricordo con vivo rincrescimento le condizioni attuali di salute del Segretario Generale Ing. Bianchi, del quale ebbi solo per qualche mese la collaborazione più cordiale, e formulo a nome dell'Assemblea l'augurio più sincero per la di lui salute che vuole gli giunga insieme alle espressioni di viva gratitudine che tutta l'A. E. I. gli deve.

Ringrazio cordialmente l'Ing. Comboni che ha sostituito l'Ing. Bianchi nelle mansioni di Segretario Generale, e l'Ing. Grillo, Segretario alla Presidenza, per la collaborazione attiva e diligente che gli hanno dato.

(L'Assemblea si associa plaudente a questi ringraziamenti e saluti del Presidente).

Riassunti così brevemente l'attività e le iniziative dell'A. E. I. durante il mio triennio di carica, devo soltanto aggiungere che è stata preoccupazione costante quella di mettere l'Associazione a contatto con gli Enti governativi onde farne apprezzare l'autorità e la competenza. Tale opera, date le condizioni della vita politica nazionale ha sortito segnalati successi poichè la nostra Associazione è stata chiamata a far parte ufficialmente di Commissioni ed altri Consessi Governativi nell'ultimo anno decorso, e ricordo con compiacimento come l'A. E. I., a differenza di altri autorevoli sodalizi tecnici che sono rimasti esclusi, sia stata chiamata ufficialmente a far parte del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Anche i rapporti con gli altri Ministeri tecnici sono dei più cordiali e continui, quindi ritengo di potere assicurare che il consolidamento del prestigio dell'Associazione nei riguardi delle Autorità di Governo è bene avviato.

Sono lieto di potere affermare che rassegnando il mandato affidatomi dai Colleghi ho la certezza che il Sodalizio è in ascesa sicura e continua. Devo dichiarare che la mia coscienza mi rimprovera molte deficienze e molti errori, ma non mi rimprovera di aver trascurato alcun che di quanto era nei limiti delle mie forze per rispondere alla fiducia dei Colleghi, che costituisce mio onore e vanto, ed alla loro benevolenza che è il mio premio. Ringrazio della cordiale collaborazione prestatami gli amici del Consiglio Generale ed i Colleghi tutti, formulando i voti migliori per l'avvenire dell'A. E. I.

(Un caloroso prolungato applauso saluta il Presidente Comm. Del Buono).

Netti: Gli applausi che hanno salutato la fine della relazione del nostro Presidente lo dispensano da qualsiasi commento. Egli voleva

solo farsi interprete dei sentimenti dei Colleghi e suoi, esprimendo all'amico Del Buono i più vivi ringraziamenti per quanto ha fatto nei tre anni della sua Presidenza a vantaggio dell'A. E. I.

Gli sia concesso solo un ricordo:

Tre anni or sono nella sala dell'Hotel Continental a Roma si riunivano alcuni colleghi per discutere in merito alla scelta del nuovo Presidente. Alla fine della discussione ricorda che il Prof. Lombardi ebbe a dire testualmente: «Ma prendete Del Buono, sarà un buon presidente di più».

È lieto di poter rilevare oggi, alla fine del triennio, come il Prof. Lombardi avesse ragione. Augura che anche per l'avvenire si verifichi la stessa cosa. (Applausi).

Silva: Ringrazia il Presidente a nome della nuova Sezione Sarda ed i Colleghi tutti per la simpatica accoglienza fatta alla costituzione di essa Sezione.

Al ringraziamento deve unire il rincrescimento di non potere invitare i Colleghi a visitare numerosi la Sardegna e gli impianti elettrici che in essa si costruiscono, perchè si oppongono difficoltà logistiche. Andando in pochi alla volta i visitatori saranno sempre i benvenuti e potranno vedere quello che ad essi interesserà, accolti con fraterno entusiasmo.

Presidente: Ringrazia l'Ing. Silva e la Sezione Sarda per tale invito a nome dei soci tutti.

Presenta un pro-memoria che il Socio Colonnello Bardelloni ha diretto alla Presidenza, raccomandandolo all'attenzione della stessa e dell'Assemblea:

«Nell'intento di disciplinare l'organizzazione di scuole preliminari di istituzione telegrafica e radiotelegrafica che stanno sorgendo «numeroso nel nostro Paese — ma delle quali poche soltanto sembra «diano affidamento di serietà e di praticità di risultati — come pure «per fornire a quelle più meritevoli già sorte, e ad altre che converrebbe istituire in centri importanti del Regno che ne manchino, un «valido appoggio morale pel quale le Amministrazioni militari ad ogni «reclutamento annuale abbiano garanzia di ottenere da quelle scuole «elementi e solidamente preparati ai principi della teoria e della «pratica degli apparati telegrafici e radiotelegrafici, il Ministero della «Guerra ha rivolto preghiera alla Presidenza della nostra Associazione di volere prestare il suo valido appoggio in merito, mettendo «a contributo, all'uopo, l'opera locale delle sue varie Sezioni secondo «norme e programmi da stabilire di comune accordo.

«La Presidenza ha già accolto favorevolmente l'invito e tiene «a darne comunicazione all'assemblea Generale dei Soci, convinta «che quelli di essi i quali in relazione agli accordi che saranno per «stabilirsi in merito al più presto con le Autorità militari, verranno «chiamati a prestare l'opera loro, saranno ben lieti di concorrere all'attuazione di provvedimenti che tendono ad assicurare le basi dell'istruzione tecnica dei nostri soldati, chiamati a disimpegnare servizi così importanti e delicati quali quelli telegrafici e radiotelegrafici».

Dichiara che la Presidenza prende atto di questo pro-memoria e si riserva di decidere in merito. (L'Assemblea approva).

Presidente: Informa di avere presentato nella seduta ultima del Consiglio Generale alcune modificazioni e aggiunte allo Statuto sociale che sono state approvate e saranno sottoposte al referendum dei Soci.

L'Assemblea approva che le modifiche siano sottoposte al referendum.

Luraschi: A riguardo del riassunto delle memorie presentate quando si devono discutere nelle sedute del Congresso prega che i dieci minuti scrupolosamente osservati dal Presidente, che si è rilevato un ottimo cronometrista, siano portati a quindici.

Presidente: Si terrà conto di questa raccomandazione nel futuro Congresso.

Presenta i bilanci dell'A. E. I.:

Consuntivo dell'esercizio 1922;

L'Assestamento del 1923;

Preventivo del 1924.

Essendo già conosciuti questi bilanci dalla maggior parte dei presenti l'Assemblea decide che siano dati per letti e li approva senz'altro.

Presidente: Presenta il bilancio 1923 del giornale *L'Elettrotecnica* ed in considerazione dei risultati di esso propone ai Colleghi che per il 1924 sia abolito il sussidio dato al giornale per sottoscrizione privata. L'Assemblea approva.

Il Presidente ringrazia e toglie la seduta.

Per la regolamentazione delle radiotrasmissioni.

In seguito a richiesta della Sezione di Napoli e ad un Ordine del Giorno della Sezione di Palermo di protesta per la denuncia alla Autorità Giudiziaria di Palermo di alcuni detentori di apparecchi riceventi radiotelefonici, il Presidente Generale inviava il seguente telegramma:

«Ministero comunicazioni,

ROMA.

Sorprende e addolora questa Associazione che studiosi e appassionati Radio vengano da troppo zelanti funzionari impediti loro attività nel paese che più di ogni altro ha diritto di giovare del messaggio aereo stop. Prego codesto Ministero assicurarmi che pubblicazione Regolamento relativo Decreto numero millesessantasette av-

verrà senza indugio per tranquillare Soci questa Associazione denunciati Autorità per uso stazioni riceventi.

Sartori - Presidente Generale
Associazione Elettrotecnica Italiana ».

Ad esso veniva così risposto :

« Risposta Telegramma 26 corr. Assicuro V. S. che regolamento comunicazioni senza filo già trasmesso Consiglio Stato per prescritto parere.
Dir. Gen. Angelini.

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

Venerdì, 6 giugno, il Presidente Generale, Ing. Prof. Sartori ripeté presso questa sezione la comunicazione che aveva già tenuto alla Sezione di Bologna sul « Motore asincrono autocompensato ».

Prendendo lo spunto dagli ultimi tipi di questi motori comparsi all'estero il Prof. Sartori ricorda come egli fin dal 1922 avesse presentato una memoria sull'argomento alla Riunione di Milano. Riferisce quindi dei suoi studi ulteriori i quali, ampliando e perfezionando il primitivo concetto, portarono alla costruzione di un motore asincrono autocompensato, analogo a quelli comparsi all'estero, il quale presenta caratteristiche di coppia massima e quindi si sovraccaricabilità superiori a quelle dei motori normali e lavora con un fattore di potenza dell'ordine di 0,9 già ad un carico eguale al 20 per cento del carico normale.

Tutto ciò si è potuto ottenere sacrificando ben poco alla semplicità costruttiva del motore trifase a induzione. L'oratore mostra infine alcune curve caratteristiche rilevate su di un motore di questo tipo che è in funzione presso il Laboratorio Elettrotecnico della Scuola degli Ingegneri di Bologna.

Al termine dell'interessante comunicazione al Prof. Sartori venne tributato un caldo applauso dall'uditorio numeroso che aveva seguito attento la lucida esposizione.

*

Domenica 8 giugno ebbe luogo la progettata visita agli impianti della Società Idroelettrica dell'Ozola colla partecipazione di un'ottantina di soci.

Partiti al mattino per Parma in ferrovia i gitanti proseguirono con automobili lungo la Valle dell'Enza, inoltrandosi quindi attraverso i contrafforti appenninici.

A Castelnuovo Monti la comitiva fece una prima tappa per consumare la colazione offerta con signorile ospitalità dalla Società dell'Ozola. Riprese quindi la corsa fino a Borella dove lasciò i veicoli e, guidata dai tecnici della Società, scese alla centrale di Predare. La centrale è visitata in tutti i suoi dettagli, ed i colleghi mostrano di interessarsi alle caratteristiche peculiari dell'impianto alle quali accennammo nel dare l'annuncio della gita.

Dalla centrale la visita prosegue al bacino di Ligonchio dove sono esaminate le opere di presa e la centrale di Ligonchio che utilizza il primo salto delle derivazioni dal Rossendola e dal rio Re.

Si ridiscende quindi a Borella dove i gitanti hanno la gradita sorpresa di trovare improvvisate, all'ombra di annosi castani, tavole imbandite con un sontuoso rinfresco che fanno strano contrasto coll'aspetto inospite dei luoghi.

L'organizzazione predisposta dalla Società dell'Ozola con criteri di grande larghezza e con cura minuziosa di ogni dettaglio è oggetto di ammirazione e di caldi elogi da parte dei presenti.

Dopo un breve ristoro la comitiva risale sulle automobili e ritornando lungo il percorso del mattino, rientra a Milano.

*

SEZIONE DI BOLOGNA.

Giovedì, 29 maggio, il Prof. Giuseppe Sartori, ha tenuto davanti ad un affollato uditorio una comunicazione sul tema : « Motore asincrono autocompensato ».

Dopo aver osservato che alla Fiera di Lipsia di quest'anno alcune ditte hanno esposto un tipo di motore trifase che per le sue caratteristiche speciali ha trovata larga eco nella stampa tecnica estera, il conferenziere comunica come già da un paio d'anni quella costruzione è stata valorizzata qui in Italia come conseguenza naturale e spontanea del motore autosincrono da lui fatto conoscere ai soci delle Associazioni.

Dopo aver illustrato sia dal lato descrittivo che teorico il motore, invita i presenti ad assistere alle prove pratiche che con l'ausilio di apparecchi di misura poterono essere fatte nel Laboratorio di Elettrotecnica della R. Scuola Ingegneri.

La comunicazione che sarà riprodotta per esteso in uno dei prossimi numeri dell'« Elettrotecnica », fu seguita da tutti i presenti, col massimo interesse e applaudita alla fine vivamente. Le prove dimostrarono come il motore possa lavorare praticamente a fattore di potenza unitario a tutti i carichi.

Errata-corrige.

Comunicato pubblicato a pag. 398 del N. 17 (15 Giugno 1924).

Nel quart'ultimo comma, in luogo di :

..... non tutela la *modifica* delle tariffe stesse,
leggasi :

..... non tutela la *modicità* delle tariffe stesse.

Personale

Con recente delibera dell'Assemblea della Società Elettrica dell'Italia Centrale — sede in Firenze — l'Ing. Ignazio Prinetti è stato nominato Amministratore Delegato.

Necrologio

Dr. Ing. h. c. G. E. L. BROWN



Il 2 maggio si spegneva a Montagnola (Cantone Ticino) l'eminento tecnico Charles E. L. Brown.

Nacque a Winterthur nel 1863; suo padre già godeva fama di ottimo ingegnere, inventore della macchina a vapore colla distribuzione a valvole. Non ancora ventitreenne, Brown dirigeva il reparto elettrotecnico della Oerlikon, dedicandosi dapprima alla costruzione di macchine a corrente continua; il maggior successo lo ebbe in seguito alla adozione di scanalature negli indotti, fino allora lisci, per porvi gli avvolgimenti. Riuscì così a costruire le dinamo da 6000 e da 12000 amp. per la Aluminium di Neuhausen, munite, le ultime, di avvolgimento multiplo serie-parallelo, rimaste per lunghi anni di dimensioni insuperate. Coll'ausilio della sua meravigliosa intuizione, egli aveva sin d'allora risolto il problema della commutazione; facendo lavorare le sue macchine a saturazione elevata e con poche spire fra le lamelle del collettore, Brown non conobbe mai difficoltà di commutazione.

Si interessò attivamente degli studi ed esperimenti di Ferraris e di Tesla, dedicandosi particolarmente al perfezionamento delle macchine a campo rotante; assieme a Dolivo-Dobrovolski inventò l'avvolgimento polifase a bobine uniformemente distribuite, nella forma in cui ancora oggi lo si usa; ridotta così alquanto la dispersione magnetica, la maggiore difficoltà — il valore della coppia di avviamento — fu eliminata. Ancora oggi si conservano gli alternatori e i trasformatori 86/25000 volt del grandioso impianto installato in occasione dell'esposizione di Francoforte nel 1891 e che trasportava la energia su di una distanza di 175 km per mezzo di corrente trifase. Questi trasformatori furono i primi a bagno d'olio aventi bobine doppio-centriche.

Creata la Brown Boveri di Baden, Brown si occupò di impianti generatori e del trasporto della energia, intuendo lo sviluppo della industria elettrica e l'importanza che questa avrebbe ben presto assunta. Fin dal 1896 egli costruì degli alternatori a 8000 V e nel 1898 quelli di Paderno d'Adda a 14500 V.

Nel campo della trazione elettrica sviluppò intensamente il sistema trifase, installando nel 1894 i trams di Lugano; poco dopo la classica Berthoud-Thoune, la ferrovia della Jungfrau, ecc. Molti degli apparecchi allora costruiti si trovano in servizio ancora oggi.

Con l'acquisto dei brevetti Parsons, Brown rivolse, circa nel 1900, la sua attenzione al perfezionamento delle turbine a vapore e soprattutto allo studio delle turbo-generatrici. I problemi inerenti le turbo-dinamo erano stati allora di facile risoluzione, mentre gravi difficoltà si opponevano alla costruzione di turbo-alternatori potenti. Fu Brown che, sostituendo all'induttore a poli salienti il tipo cilindrico a scanalature, segnò la via da seguire per la costruzione di queste macchine.

Anche gli apparecchi elettrici furono oggetto degli studi di Brown che creò, fra l'altro, l'interruzione multipla, eseguita per la prima volta negli interruttori dell'impianto di Paderno d'Adda.

Lo scomparso, che rimase a capo della Brown Boveri sino al 1911, è una delle figure più caratteristiche nel campo dell'elettrotecnica, forse uno dei pionieri di questa scienza, all'incremento della quale contribuì potentemente nel periodo che corre da Ferraris a oggi.

Nel 1912 l'Istituto Tecnico Superiore di Karlsruhe gli conferì il titolo di Dottore honoris causa nelle Scienze Tecniche.

Digitized by Google

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

E' GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Le grandezze periodiche.

Sarebbe veramente superfluo illustrare la importanza dello studio delle funzioni *periodiche* proprio in un giornale di elettrotecnica. Ma tutti ricordiamo quel certo senso di dubbio che ci ha colti durante gli studi quando abbiamo dovuto constatare che nelle trattazioni analitiche « funzione periodica » finiva con l'essere praticamente sinonimo di « funzione sinusoidale », ciò che conferiva alle trattazioni stesse un carattere d'approssimazione che non era sempre possibile valutare quantitativamente. Restava, naturalmente, il... conforto di sapere che, in casi più complessi, un teorema scoperto da Fourier avrebbe permesso la decomposizione della grandezza periodica in funzioni sinusoidali semplici, ciò che faceva sperare che in questi casi la trattazione sarebbe riuscita più laboriosa, certo, ma non molto più difficile. In realtà, il numero delle funzioni sinusoidali componenti che occorre adoperare per rappresentare un fenomeno periodico è generalmente *infinito*; sicchè, prendere la via della decomposizione in serie di Fourier significa implicitamente, ancora una volta, rassegnarsi ad uno studio approssimato per la ovvia necessità di considerare un numero finito di termini della serie; anzi, un numero di termini necessariamente piccolo. Ora, si presentano all'atto pratico due gruppi principali di casi.

Nel primo di essi, esiste veramente nel fenomeno più di una ragione di periodicità di tipo normale, oltre quella fondamentale; sicchè, la ricerca dello sviluppo del fenomeno complesso in serie di Fourier ha, quasi sempre, un reale significato fisico, quello della ricerca dei fenomeni elementari. Ed allora, l'intuizione fa prevedere che basterà la considerazione di pochissimi degli infiniti termini della serie — quelli, cioè, che corrispondono ai fenomeni elementari realmente esistenti — per rappresentare il fenomeno complesso con grande approssimazione. Casi di questo genere si presentano spesso, ad es., quando si cerca di rappresentare la forza elettromotrice d'un alternatore: non occorrono agli elettrotecnici maggiori spiegazioni.

Ma in un gran numero di altri casi, la periodicità è dovuta alla sovrapposizione di varie cause qualcuna delle quali si presenta solo ad intervalli; cioè, alla sovrapposizione di fenomeni i quali sono (in parte almeno) di natura *discontinua*. Un caso tipico frequente è quello dell'andamento della corrente in un circuito nel quale si produca un fenomeno del genere dell'arco, col suo periodico innerscarsi ad ogni alternazione. Rimarrà allora sempre la possibilità teorica di rappresentare il fenomeno con una serie di termini sinusoidali, ciascuno dei quali è *continuo*; ma il cercar di rappresentare le discontinuità del fenomeno vero mediante i compensi che possono avvenire fra gli innumerevoli termini, continui, di una serie, ci appare poco più che un artificio analitico puro e semplice, poco aderente alla realtà dei fatti. Ed in questi casi, è necessaria la considerazione di un numero assai notevole di termini della serie per ottenere una approssimazione accettabile: ciò che significa che la possibilità di rappresentare il fenomeno con una serie di Fourier perde molto della sua importanza effettiva.

Non sono mancati, naturalmente, i tentativi per ottenere una rappresentazione più soddisfacente delle funzioni periodiche di carattere non continuo, e queste ricerche sono state sempre attentamente seguite dalla stampa elettrotecnica ⁽¹⁾; ma il primo passo veramente importante verso la soluzione ci sembra quello che compie adesso uno dei nostri valorosi soci, l'Ing. L. LABOCCETTA, di Roma, il quale, affrontando in pieno il problema della rappresentazione analitica in forma finita delle

funzioni periodiche irregolari, mostra come esso possa avere una soluzione generalmente soddisfacente mercè l'impiego di mezzi analitici i quali, a torto, erano sin qui stati usati solo nel dominio delle matematiche pure. Ora, non sembra irragionevole sperare che una maggiore aderenza fra certi fenomeni e le corrispondenti trattazioni analitiche possa prossimamente raggiungersi per una via di questo genere; siamo perciò sicuri dell'interessamento che l'articolo desterà in una larga cerchia di lettori, tanto più che frequenti richiami fisici mostrano ad ogni passo l'applicabilità concreta dell'originale metodo di rappresentazione additato dal Labocchetta.

Comando a distanza degli interruttori per l'illuminazione pubblica.

Da quando, coll'estendersi delle città e delle reti, non è più stato economicamente possibile far partire tutti i circuiti delle lampade pubbliche — anche se alimentate in serie — da un unico centro, si è presentato il problema del controllo a distanza di tali circuiti. Il problema, relativamente semplice finchè si tratta di distribuzione in serie, è stato da tempo risolto in modi diversi, più o meno ingegnosi, e basterà ricordare, fra i primi, quello studiato dall'Ing. Fano per la città di Roma. Ben più grave è il compito quando le lampade pubbliche sono alimentate in derivazione dalla rete comune ed è noto che ancora oggi in qualche città nostra anche di notevole importanza, si segue il sistema molto semplicista se non altrettanto razionale, di lasciare accese giorno e notte le lampade pubbliche. Tale fatto può dare l'idea delle difficoltà tecniche ed economiche del problema, e conferisce notevole interesse allo scritto odierno dell'Ing. LANA il quale illustra come il problema stesso sia stato risolto a Ferrara. Si è colà ricorso ad un dispositivo il quale ha una lontana analogia col relais a frequenza descritto dal Biagini nella Riunione di Milano del 1922; ma che sembra sottrarsi agli appunti a quello rivolti. In sostanza il funzionamento degli interruttori locali delle singole lampade (o gruppi di lampade) è ottenuto inviando sulla rete una breve serie di impulsi di tensione, di frequenza ed entità tali da non disturbare gli altri apparecchi di utilizzazione alimentati. Ci sembra utile, nell'interesse generale, di richiamare sullo scritto di Lana, l'attenzione degli esercenti che si trovano di fronte allo stesso problema.

La "World Power Conference",

I giornali politici hanno dato notizia della solenne cerimonia inaugurale della prima Conferenza dell'energia mondiale coll'intervento di S. A. il Principe di Galles. Ci piace qui rilevare il fatto che, per i quattro discorsi di risposta al principe, uno per continente, fu riserbato al rappresentante dell'Italia, l'Ing. Guido Semenza, l'onore di parlare a nome di tutte le nazioni Europee.

LA REDAZIONE.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

(1) Si veggia, ad es., questo Giornale, 1919, pag. 326 (T. Lalesco).

□ UN METODO PER LA RAPPRESENTAZIONE ANALITICA SOTTO FORMA FINITA DELLE FUNZIONI PERIODICHE POLIGONALI O COMUNQUE IRREGOLARI

LETTERIO LABOCETTA

Partendo dal caso ideale di una spira che ruota con velocità angolare costante in un campo magnetico uniforme, si giunge alla conclusione che gli elementi variabili della corrente così generata, espressi in funzione del tempo o dell'angolo descritto, sono fedelmente rappresentati da un diagramma sinusoidale. Poi, per semplicità di cose, questo diagramma viene posto a base dello studio anche degli altri fenomeni periodici elettromagnetici che hanno luogo nei generatori e nei motori elettrici, benchè in essi le condizioni ideali supposte non si verifichino più esattamente ed una sinusoide pura non rappresenti più fedelmente l'andamento del fenomeno studiato.

Basta infatti riflettere che, anche prescindendo da ogni altra causa perturbatrice, una spira la quale, ad esempio, scorra con velocità costante fra una serie di coppie di poli affacciati, generanti un campo uniforme normale al piano di essa, si trova in condizioni differenti secondo che è completamente compresa fra due poli opposti, è solo in parte compresa fra due poli o trovasi completamente fuori di essi. Si comprende che in tali casi non vi è più una legge unica capace di rappresentare l'andamento degli elementi variabili in tutto un periodo completo, ma vi saranno leggi diverse corrispondenti a diverse porzioni dell'onda.

Nascono così, come è noto, dei diagrammi costituiti da una successione di archi di linee diverse e che sono detti « angolosi » perchè presentano la particolarità di possedere di solito due tangenti distinte in tutti i punti dove cambia la legge secondo cui varia l'elemento rappresentato, e dove perciò s'intersecano, formando generalmente un angolo di grandezza finita, i due archi delle linee rappresentative delle due leggi. Se queste leggi sono lineari il diagramma angoloso diventa un diagramma « poligonale » nel quale, oltre agli « scarti angolari » nei vertici, corrispondenti alla variazione brusca della pendenza dei lati successivi, sono da tenere presenti i « salti » bruschi dei valori della funzione rappresentati dai lati verticali del diagramma, paralleli all'asse delle y , e i periodi di « arresto » o di « riposo », cioè gli intervalli nei quali il valore della funzione si mantiene costante, rappresentati dai lati orizzontali, paralleli all'asse delle x .

Ordinariamente i tratti verticali del diagramma vengono omissi ed esso nel suo tracciato presenta al loro posto altrettante discontinuità.

Il diagramma di un'onda, angoloso o poligonale, costituito da più segmenti, rappresentanti ognuno una funzione diversa, non si presta ad essere facilmente espresso in forma analitica coi metodi ordinari. E' vero infatti che se si indicano con

$$(1) \quad f_1(xy) = 0, f_2(xy) = 0, \dots f_n(xy) = 0$$

le equazioni delle linee alle quali appartengono i diversi segmenti del diagramma compresi negli intervalli

$$0x_1, x_1 x_2, \dots x_{n-1} 2\pi$$

l'espressione

$$(11) \quad f_1(xy) f_2(xy) \dots f_n(xy) = 0$$

rappresenta una figura complessa della quale il diagramma fa parte, ma questa figura, oltre le porzioni utili delle funzioni adoperate, che realmente appartengono al diagramma, comprende anche le residue parti dei diagrammi rappresentativi delle funzioni, parti che sono estranee al problema e che intralcerrebbero grandemente lo studio delle questioni in esame.

*

Il problema della rappresentazione analitica di funzioni periodiche, ogni periodo delle quali è costituito da un diagramma angoloso o poligonale del tipo anzidetto è stato però già da gran tempo risoluto da Fourier, al quale appunto si deve il metodo finora generalmente in uso per lo sviluppo in serie delle funzioni di questa specie.

Il metodo di sviluppo in serie di Fourier è fondato, come è noto, sul fatto che una serie trigonometrica della forma

$$(III) \quad \frac{1}{2} a_0 + (a_1 \cos x + b_1 \sin x) + (a_2 \cos 2x + b_2 \sin 2x) + \dots$$

i cui termini sono costituiti dai coseni e dai seni dei successivi multipli $x, 2x, 3x, \dots mx, \dots$ della variabile x moltiplicati per coefficienti costanti $a_0, a_1, a_2, \dots a_m, \dots b_1, b_2, \dots b_m, \dots$, quando converge rappresenta una funzione periodica della variabile x avente 2π per periodo, oppure, più generalmente, avente per periodo c se in luogo di x si pone $\frac{2\pi}{c} x$ scrivendo

$$(IV) \quad \frac{1}{2} a_0 + (a_1 \cos \frac{2\pi}{c} x + b_1 \sin \frac{2\pi}{c} x) + (a_2 \cos \frac{4\pi}{c} x + b_2 \sin \frac{4\pi}{c} x) + \dots$$

combinato, questo fatto, con la proprietà che se i coefficienti costanti si scelgono in modo da soddisfare alle relazioni

$$(V) \quad a_m = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(x) \cos mx dx \quad b_m = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(x) \sin mx dx$$

dove $f(x)$ è una funzione arbitrariamente data, ma soddisfacente a certe condizioni di integrabilità e di continuità nell'intervallo $0 2\pi$, la serie rappresenta una funzione periodica che in ogni periodo è costituita da quella parte della funzione $f(x)$ che corrisponde all'intervallo $0 2\pi$.

Il caso della rappresentazione delle funzioni poligonali è il più semplice di quelli di questo genere che possono presentarsi, poichè la funzione $f(x)$ è, per tutti gli intervalli di un periodo, sempre lineare della forma $f(x) = h$ per i lati della poligonale che sono paralleli all'asse delle x e della forma $f(x) = h + kx$ per i lati che sono inclinati rispetto ai due assi.

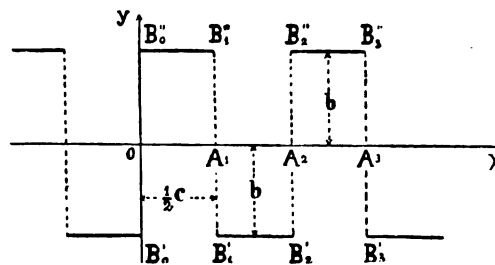


Fig. I.

Così, per esempio per il diagramma della fig. I costituito da tanti segmenti $B'1, B'2, B'3, \dots B'1, B'2, B'3, B'4, \dots$ di lunghezza $\frac{1}{2} c$ disposti parallelamente all'asse delle x alla distanza b dall'uno e dall'altro lato di esso, si ha

$$(VI) \quad f(x) = \frac{4b}{\pi} \left(\sin 2\pi \frac{x}{c} + \frac{1}{3} \sin 6\pi \frac{x}{c} + \frac{1}{5} \sin 10\pi \frac{x}{c} + \dots \right)$$

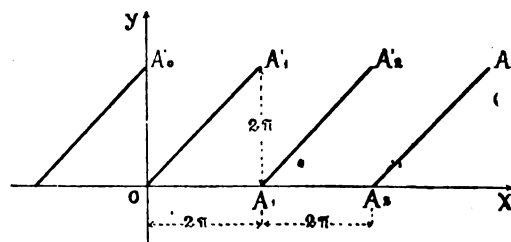


Fig. II.

Per il diagramma della fig. II costituito da una serie di tratti $OA'1, A'1 A'2, \dots$ inclinati a 45° partenti dai punti dell'asse delle x aventi per ascissa i multipli di 2π , si ha

$$(VII) \quad f(x) = \pi - 2 \left(\frac{\sin x}{1} + \frac{\sin 2x}{2} + \frac{\sin 3x}{3} + \dots \right)$$

Per il diagramma della fig. III costituito da segmenti $OB'1, B'1 B'2, \dots$ egualmente inclinati nell'uno e nell'altro senso, che intersecano l'asse delle x nei punti O_1, A_1, A_2, \dots le cui ascisse sono multipli di $\frac{1}{2} c$ e compresi in una striscia di larghezza

2b bisecata dall'asse delle x, si ha

$$(VIII) \quad f(x) = \frac{8b}{\pi^2} \left(\sin 2\pi \frac{x}{c} - \frac{1}{9} \sin 6\pi \frac{x}{c} + \frac{1}{25} \sin 10\pi \frac{x}{c} - \dots \right)$$

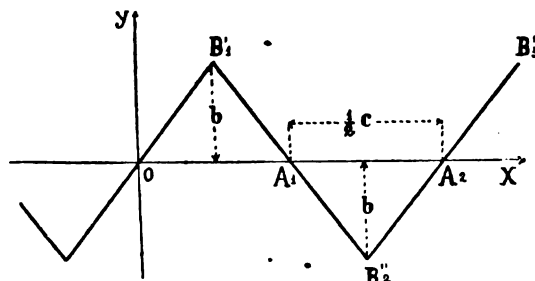


Fig. III.

Infine per il diagramma della fig. IV costituito da una successione di onde trapezoidali $OB''_1, B'_1, B'_2, A_2, \dots$ comprese nella striscia di larghezza 2b bisecata dall'asse delle x ed aventi la base maggiore di lunghezza $\frac{1}{2}c$ e la base minore di lunghezza $\frac{1}{2}c - 2a$ si ha

$$(IX) \quad f(x) = \frac{2bc}{a^2\pi} \left\{ \sin 2\pi \frac{a}{c} \sin 2\pi \frac{x}{c} + \frac{1}{9} \sin 6\pi \frac{a}{c} \sin 6\pi \frac{x}{c} + \frac{1}{25} \sin 10\pi \frac{a}{c} \sin 10\pi \frac{x}{c} + \dots \right\}$$

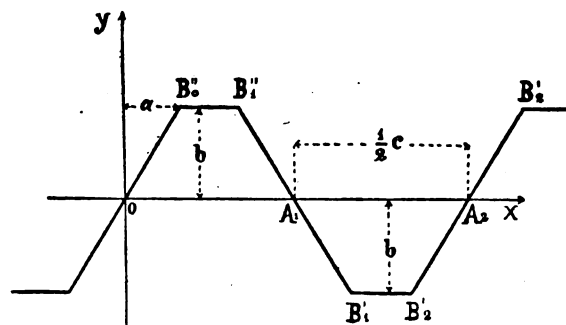


Fig. IV.

In considerazione della frequenza con la quale si presentano delle funzioni di questo tipo, particolarmente nelle questioni di elettrotecnica, già da un pezzo gli sviluppi corrispondenti alle forme più semplici di esse si trovano riportati nei manuali e nei formulari ⁽¹⁾ ed anche nei trattati di elettrotecnica non viene più omesso di dare una idea del metodo per lo sviluppo in serie delle funzioni poligonali ⁽²⁾.

*

Recentemente il Pr. Tr. Lalesco dell'Università di Bucarest, in uno scritto dal titolo « Sur les fonctions polygones périodiques » comparso nella « Revue Générale d'Electricité » dell'11 gennaio 1919 ⁽³⁾ ha richiamato l'attenzione sul fatto che il metodo di sviluppo in serie di Fourier è applicabile generalmente con la stessa facilità non solo nel caso delle forme più semplici di funzioni periodiche poligonali innanzi menzionate, ma anche in quello di funzioni poligonali comunque complesse, poichè, queste, come già è stato osservato, risultano sempre dalla combinazione dei due elementi fondamentali: segmenti paralleli all'asse delle x e segmenti inclinati ai due assi.

In quel suo scritto egli dà la forma del termine generale

$$(X) \quad S_n = \frac{1}{\pi} \sum_{k=0}^r \sigma_k \frac{\sin n(x - x_k)}{n}$$

della serie rappresentante una funzione a « salti », costituita cioè esclusivamente di segmenti rettilinei di « riposo » od « ar-

resto » paralleli all'asse delle x, come mostra il diagramma della fig V, il quale nei punti di ascissa $0, x_1, x_2, \dots, x_{r-1}, 2\pi$ presenta i salti $\sigma_0, \sigma_1, \dots, \sigma_r$ da contare positivamente dove la funzione cresce e negativamente dove la funzione decresce, e la forma del termine generale

$$(XI) \quad T_n = \frac{1}{\pi} \sum_{k=0}^r \tau_k \frac{\cos n(x - x_k)}{n^2}$$

di una funzione poligonale senza salti, come mostra la fig. VI, la quale nei vertici di ascissa $0, x_1, \dots, x_{r-1}, 2\pi$ presenta gli « scarti » angolari $\tau_0, \tau_1, \dots, \tau_r$.

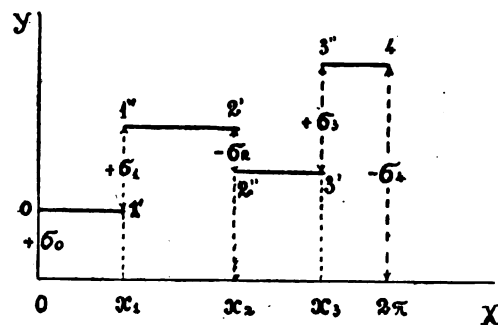


Fig. V.

Nel caso di una funzione poligonale qualunque, comprendente insieme salti e scarti angolari, il termine generale della serie risulta costituito da due somme di termini

$$(XII) \quad \Sigma S_n + \Sigma T_n$$

i quali si ottengono percorrendo il perimetro della poligonale e scrivendo per ogni segmento verticale che si incontra un termine della forma

$$(XIII) \quad \frac{\sigma_k}{\pi} \frac{\sin n(x - x_k)}{n}$$

caratterizzato dal valore σ_k del salto e dal valore x_k della ascissa ad esso corrispondente, e per ogni variazione d'inclinazione un termine della forma

$$(XIV) \quad \frac{\tau_k}{\pi} \frac{\cos n(x - x_k)}{n^2}$$

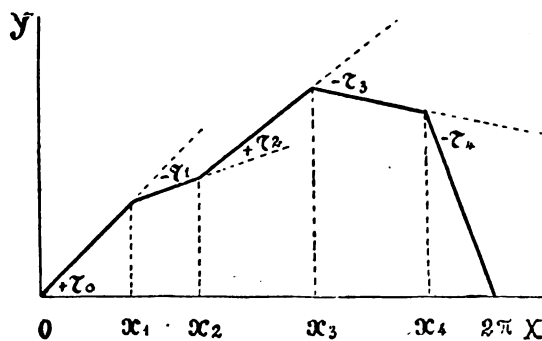


Fig. VI.

caratterizzato dal valore τ_k dello scarto angolare e dalla ascissa x_k del vertice.

Bisogna tuttavia tener presente in questo procedimento che nel calcolo degli scarti angolari non si tien conto dei segmenti verticali interposti ⁽⁴⁾.

⁽⁴⁾ Ciò perchè lo sviluppo in serie di Fourier non rappresenta effettivamente la funzione periodica se non nei punti in cui essa è continua, ad esempio nei soli tratti pieni $01', 1'2', 2'3', 3'4'$ della fig. V. Nei punti invece, come x_1, x_2, \dots nei quali essa è discontinua, presentando una discontinuità ordinaria, lo sviluppo dà il valore $\frac{1}{2} [f(x+0) + f(x-0)]$ fornisce cioè un punto isolato che ha per ordinata la media dei valori della funzione a destra ed a sinistra di esso. Così per il diagramma della fig. 2 alle ascisse $\frac{1}{2}c, c, \frac{3}{2}c, \dots$ corrispondono punti di ordinata 0, punti dell'asse OX, e nel diagramma della fig. 2 alle ascisse $0, 2\pi, 4\pi, \dots$ corrispondono punti di ordinata π . I segmenti verticali non sono analiticamente rappresentabili adoperando lo sviluppo di Fourier e si intendono sempre omissi.

⁽¹⁾ Per esempio nel « Taschenbuch für Mathematiker und Physiker 2. Jahrgang - G. B. Teubner, Leipzig, 1911, a p. 150-151 sono riportati, insieme ad alcuni altri, gli sviluppi corrispondenti ai diagrammi delle Figg. I-IV.

⁽²⁾ Si veggia ad esempio: L. LOMBARDI « Principii scientifici di elettrotecnica » 2ª ediz. R. Pironti, Napoli 1922, a p. 394-96.

⁽³⁾ Dello scritto del Lalesco è stato dato anche un breve cenno nell'«Elettrotecnica»; 5 giugno 1919 p. 325.

*

Dopo ciò il problema della rappresentazione analitica delle funzioni poligonali periodiche potrebbe sembrare risoluto nel modo più generale. Vi è però qualche osservazione da fare. Anzitutto le serie non sono di agevole maneggio, ed è perciò che ai metodi di sviluppo in serie dei valori di una funzione non si ricorre ordinariamente se si abbia modo di metter la funzione sotto forma finita. Poi le serie non danno che dei valori approssimati e, quantunque sia possibile di calcolare la grandezza dell'errore che si commette arrestando lo sviluppo ad un termine qualsiasi, pure non può non sembrare strana la necessità di tali procedimenti per ricavare il valore dell'ordinata di un punto di segmento rettilineo nel mentre tale ordinata è immediatamente esprimibile, con una semplice proporzione, in funzione delle coordinate degli estremi del segmento stesso.

A dare una idea delle differenze intercedenti fra una funzione poligonale reale e la funzione rappresentata dal cor-

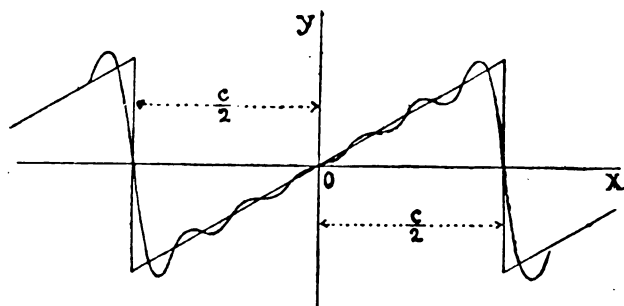


Fig. VII.

rispondente sviluppo in serie può servire la fig. 7 nella quale sono mostrati sovrapposti il diagramma poligonale rappresentabile con la serie

$$(XV) \quad f(x) = \frac{cm}{\pi} \sin \frac{2\pi}{c} x - \frac{1}{2} \sin \frac{4\pi}{c} x + \frac{1}{3} \sin \frac{6\pi}{c} x - \dots$$

e la curva che si ottiene servendosi per il calcolo di esso dei primi sei termini di questa serie ⁽⁵⁾.

Nel presente scritto mi propongo di mostrare come non sia necessario ricorrere agli sviluppi in serie per avere una rappresentazione analitica delle funzioni periodiche del tipo menzionato, ma che una funzione angolosa o poligonale qualsiasi, costituita cioè in ogni onda da una poligonale continua, la quale può comprendere anche segmenti rettilinei paralleli tanto all'asse delle ascisse quanto a quello delle ordinate, cioè verticali, ed archi di curve diverse raccordati o pur no fra di loro, è sempre rappresentabile analiticamente sotto forma di una somma di un numero finito di termini, uguale, al massimo, al numero di segmenti di cui ciascuna onda è composta.

Per giungere a tale risultato bisogna ricorrere all'uso di funzioni discontinue uscendo fuori dal campo delle funzioni continue finora quasi esclusivamente usate nella rappresentazione analitica delle leggi e fenomeni fisici. Tale estensione si presenta però naturale quando, non volendo restar costretti entro quegli intervalli nei quali, o esplicitamente o implicitamente, si intende di solito che debba esser limitata la validità di una legge, si desidera di un fenomeno, ottenere una rappresentazione valida per un campo della variabile indefinitamente esteso. Generalmente si trova allora che nei diversi intervalli del campo nel quale è compresa la variabile valgono leggi diverse.

La rappresentazione dei più semplici ed ovvii fenomeni offre esempi di questa specie. Un raggio di luce, che attraversa obliquamente la superficie di separazione di due mezzi diversamente rifrangenti devia, ed occorrono due equazioni diverse per rappresentare le due porzioni del percorso nell'uno e nell'altro mezzo. Una sfera elastica che ne incontra un'altra nel suo percorso perde di velocità, od anche inverte il senso del suo movimento, ed occorrono due distinte equazioni per rappresentarne il moto prima e dopo dell'urto. Il potenziale di un punto materiale che si muova partendo dal centro di una sfera solida varia con legge diversa nei due

intervalli dal centro alla superficie della sfera e dalla superficie della sfera all'infinito. La temperatura di un corpo inizialmente solido varia, in funzione della quantità di calore ad esso somministrata, secondo una certa legge fino alla temperatura di fusione, poi resta stazionaria fino al completamento della fusione stessa, subisce cioè uno di quei periodi che abbiamo chiamato di riposo o di arresto, e poi varia di nuovo quando il corpo trovasi tutto allo stato liquido, per arrestarsi nuovamente al cominciare dell'ebollizione e così via.

Si ricorre in pratica, per rappresentare questi fenomeni discontinui alla scissione di ognuno di essi in tante parti separate per quanti sono gli intervalli nei quali vale una stessa legge. L'impiego di funzioni discontinue permette, in ogni caso, di costruire una espressione analitica unica atta a rappresentare il fenomeno in tutto l'intero campo della variabile. ⁽⁶⁾

Di questo metodo di rappresentazione mostro, nel presente scritto, l'applicazione al caso particolare delle funzioni poligonali periodiche servendomi, come funzioni discontinue, della funzione $E(x)$, intero di x , di Legendre e delle altre due funzioni ad essa strettamente connesse $Fr(x)$, frazione di x , e $Cm(x)$, complemento di x nonché della funzione $sgn(x)$, segno di x .

La funzione $E(x)$, importantissima nella teoria dei numeri, non ha avuto finora, per quanto a me sia noto, applicazioni pratiche nel campo della fisica e tanto meno della tecnica. Anzi si può dire che l'uso di essa sia rimasto confinato alla trattazione di questioni puramente analitiche e, se io non erro, uno dei primi a farne menzione in un corso elementare di analisi destinato all'insegnamento tecnico, ed a mostrare l'interesse che presenta la considerazione di essa è stato il Prof. E. Cesàro ⁽⁷⁾. Io debbo appunto, e mi è grato menzionarlo qui, al ricordo dei cenni sulle proprietà di queste funzioni udite nel frequentare le lezioni all'Università di Napoli nel 1892, l'idea di applicarle al trattamento delle questioni del genere sopra indicato.

Da quel tempo l'uso di queste funzioni nei corsi di analisi per gli ingegneri ⁽⁸⁾ si è gradatamente esteso ed in un recente trattato di calcolo ⁽⁹⁾ viene fin dal primo capitolo messa in evidenza la loro importanza e ne son fatte poi frequenti e sistematiche applicazioni. Tuttavia la loro conoscenza non è ancora molto diffusa all'infuori degli studiosi di matematica pura.

Perciò in quanto segue richiamerò dapprima le loro definizioni ⁽¹⁰⁾ indicando le operazioni e trasformazioni alle

⁽⁵⁾ Rimando il lettore che desideri maggiori particolari intorno alla rappresentazione in forma finita delle funzioni discontinue, tanto non periodiche quanto periodiche, alle mie tre note pubblicate nei Rendiconti della R. Accademia dei Lincei:

«Sulla rappresentazione analitica in forma finita di diagrammi costituiti da una successione di archi di linee diverse» R. C. Vol. XXXI, fasc. 29, seduta 19, VI, 1922.

«Sulla rappresentazione analitica in forma finita delle funzioni i cui diagrammi sono costituiti da uno o più archi di curve di natura qualsiasi periodicamente ripetuti» R. C. Vol. XXXII fasc. 8°. Seduta 22, IV, 1923.

«Sulla rappresentazione in forma finita delle funzioni doppiamente o triplamente periodiche aventi nei rettangoli, o nei parallelepipedi, fondamentali forme assegnate ad arbitrio» R. C. Vol. XXXII, fasc. 12°. Seduta 17 giugno 1923.

e quanto alla rappresentazione delle funzioni non periodiche essa è più diffusamente trattata nell'altro mio scritto: «Sulla rappresentazione analitica dei fenomeni fisici discontinui». Il Nuovo Cimento Vol. XXV, 1923, pp. 231-256.

In fine delle applicazioni di questi metodi al trattamento di alcune questioni di meccanica sono indicate nel mio scritto «Sulla esprimibilità mediante equazioni di taluni vincoli finora rappresentati in meccanica con disuguaglianze o limitazioni». Politecnico n. 11-12, 1923.

⁽⁷⁾ Veggasi: Ernesto Cesàro «Elementi di calcolo infinitesimale», 2ª edizione, Lorenzo Alvano, Napoli 1905, nei capitoli sulle «Teorie Fondamentali».

⁽⁸⁾ Negli «Esercizi e note critiche di calcolo infinitesimale» di Ernesto Pascal, U. Hoepli, Milano, 1895 è spesso considerata la funzione $E(x)$, si veggano gli esercizi 21, 49, 50, 96.

⁽⁹⁾ TOMMASO BUGGIO: «Calcolo differenziale con applicazioni geometriche». Vol. I, S. Lattes & C., Torino, 1921, Cap. I, par. 7.

⁽¹⁰⁾ Il lettore che desiderasse maggiori notizie su queste funzioni potrà consultare: ERNESTO PASCAL «Repertorio di Matematiche Superiori». U. Hoepli, Milano, 1898, Vol. I. Analisi p. 557 dove è data anche una breve bibliografia dei lavori fino allora pubblicati sulla funzione $E(x)$, oppure G. PEANO «Formulario Mathematico» Editio V. Fratelli Bocca, Torino 1908.

Per la funzione $E(x)$, intero di x , p. 102, 115, 119, 127, 352.

Per la funzione $sgn x$, segno di x , p. 94, 146, 219, 352, 361.

Per la funzione βx , mantissa di x , p. 103, 219, 352.

⁽⁵⁾ La fig. VII è tolta da L. Kiepert «Grundriss der Integral-Rechnung» Helwingsche Verlagsbuchhandlung Hannover 1920, Vol. I, p. 396, fig. 118, dove sono dati altri esempi del genere coi calcoli numerici relativi.

quali occorre assoggettarle per l'applicazione di esse agli scopi particolari del presente scritto. Indicherò quindi il modo di formare con esse le equazioni dei diagrammi poligonali e poi di quelli angolosi comprendenti archi di curve dei tipi di più frequente occorrenza, chiudendo con un cenno sullo smorzamento e la derivazione ed integrazione di queste funzioni.

I.

Le funzioni numeriche I_x , $Fr x$, $Cm x$, le loro inverse e la funzione $sgn x$.

1. - *Intiero di x .* — Nella teoria dei numeri si indica col simbolo $E(x)$, di Legendre, il massimo intiero contenuto in x , che si suppone essere un numero reale, ed in questo simbolo la lettera E è l'iniziale della parola francese «entier». Altri simboli adoperati a rappresentare la stessa funzione sono $I(x)$, scritto anche $I_{max}(x)$ e $[x]$, nel primo dei quali la lettera I è l'iniziale della parola italiana «intiero» o, se si vuole, della parola latina «inter», nel mentre il terzo, dovuto a Gauss, è un simbolo del tutto arbitrario.

In luogo dei due primi simboli si scrive anche più semplicemente Ex ed I_x , come si suole fare per le altre funzioni sen, cos, ecc., riservando l'uso della parentesi al caso in cui il numero è dato da una espressione che debba essere precisamente delimitata per evitare equivoci.

In quanto segue sarà sempre fatto uso della notazione I_x .

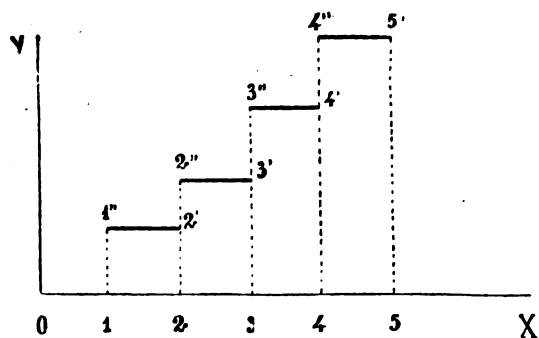


Fig. 1.

La funzione numerica

$$(1) \quad y = I_x$$

è eminentemente discontinua: infatti essa si mantiene costante in ogni intervallo $0-1$, $1-2$, $2-3$,... compreso fra due numeri interi successivi e varia poi bruscamente, in ogni punto che ha per ascissa un numero intiero, l'ordinata aumentando ogni volta di una unità. Il suo diagramma, fig. 1, è costituito da una serie di tratti rettilinei orizzontali 01 , $1'2'$, $2'3'$,... di lunghezza uno, con i loro estremi di sinistra tutti sulla bisettrice dell'angolo YOX degli assi.

Si noti che, quantunque nella rappresentazione grafica ad ogni ascissa intera $1, 2, 3$,... sembrano corrispondere due diverse ordinate $2'$, $2''$,... in realtà ciò non è e ad ogni ascissa corrisponde una sola ordinata, perchè la funzione è discontinua a sinistra dei detti punti, cioè il punto rappresentativo di essa sul piano partendo da $0, 1''$, $2''$,... si avvicina indefinitamente a $1, 2'$, $3'$,... ma per i valori interi $1, 2, 3$,... dell'ascissa la funzione prende il valore $1''$, $2''$,... Perciò correttamente bisogna dire che la funzione è costante negli intervalli $0-1$, $1-2$,...⁽¹⁾ e non, senz'altro, negli intervalli 01 , 12 ,... senza distinguere quale sia l'estremo che debbesi considerare come appartenente all'intervallo e quale come non facente parte di esso, distinzione questa che importa assai tener presente in molti casi.

Al variare di x fra 0 e $+\infty$, assumendo tutti i valori reali positivi, la funzione y assume tutti i valori interi positivi a partire dallo zero.

Segue da quanto precede che la funzione

$$(2) \quad y = (-1)^{I_x}$$

(1) Si fa qui uso della notazione con la quale si indica con un trattino verticale posto accanto ad esso l'estremo che fa parte dell'intervallo, e così quando la variabile x è compresa in un intervallo i cui estremi sono a e b si scriverà $a \sim b$ per dire che x non assume nessuno dei due valori estremi, si scriverà $a - b$ per dire che l'estremo a è un valore di x e infine $a \sim b$ per dire che b è un valore di x e infine $a \sim b$ per dire che entrambi gli estremi fanno parte dell'intervallo, sono cioè valori di x .

il cui esponente è alternativamente pari e dispari, rappresenta, fig. 2, una serie di tratti rettilinei di lunghezza uno, disposti alternativamente, alla stessa distanza uno, al disopra e al disotto dell'asse OX al quale sono paralleli. E precisamente trovansi al disopra i segmenti di posto dispari $01'$, $2'3'$, $4'5'$,... e al disotto i segmenti di posto pari $1''2''$, $3''4''$, $5''6''$,...

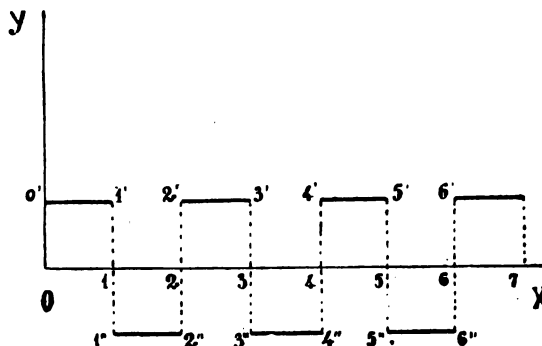


Fig. 2.

Questa funzione è anch'essa discontinua a sinistra dei punti di ascissa intera, cioè essa è costante negli intervalli $0-1$, $1-2$, $2-3$,... e nei punti di ascissa $1, 2, 3$,... prende rispettivamente i valori $1''$, $2'$,... compiendo un salto brusco $1'1''$, $2''2'$,...

Per invertire il posto dei segmenti, facendo passare alla parte superiore quelli di posto pari ed alla parte inferiore quelli di posto dispari, basta scrivere

$$(3) \quad y = (-1)^{I(x+1)}$$

In entrambe le funzioni (2), (3) i segmenti hanno tutti la stessa lunghezza uno, il periodo essendo due, e distano ugualmente, per l'unità di lunghezza, dall'asse OX . Ma più generalmente, scrivendo

$$(4) \quad y = a + b(-1)^{I\left(\frac{x}{c}\right)}$$

si ha una funzione analoga nella quale, fig. 3, i segmenti hanno la lunghezza c , stanno su due rette parallele all'asse

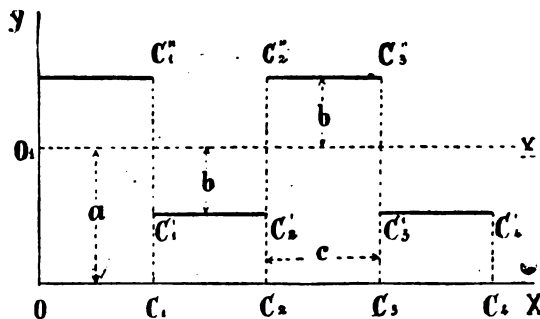


Fig. 3.

OX e distanti di $2b$ fra di loro e la mediana della striscia compresa fra queste due rette dista di a dall'asse OX . In particolare se $b = a$ una delle serie di segmenti trovasi sull'asse OX .

2. *Frazione di x .* — Strettamente connessa colla precedente I_x è la funzione $Fr x$ che si legge «frazione di x » ed esprime la parte frazionaria μ della variabile x , cioè l'eccesso di x sul massimo intiero in essa contenuto

$$(5) \quad \mu = x - I_x$$

cosicchè sussiste la relazione

$$(6) \quad \mu = Fr x = x - I_x$$

Come si scorge l'introduzione di questa funzione permette di abbreviare la scrittura della differenza $x - I_x$; essa è ordinariamente indicata con la notazione Mx e denominata «mantissa di x », questo nome derivato dal significato che la parola mantissa ha già nelle tavole dei logaritmi nelle quali indica appunto la parte frazionaria, espressa in decimali, del logaritmo di un numero. Per essa venne adoperato anche il simbolo βx , dovuto a Zehfuss, dove β sta per l'iniziale della parola tedesca «Bruchteil» parte frazionaria.

La notazione $Fr\ x$ è stata qui adottata per uniformità con quella della funzione precedente Ix e dell'altra funzione che sarà trattata nel paragrafo seguente.

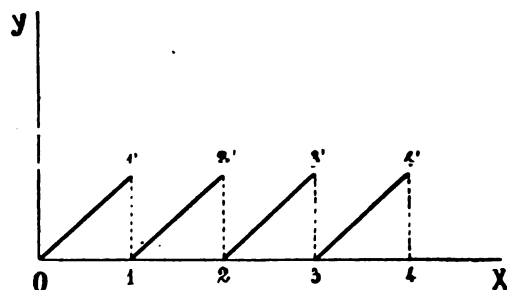


Fig. 4.

Anche la funzione $Fr\ x$ è essenzialmente discontinua e, come mostra la fig. 4, il diagramma che la rappresenta consiste di tanti tratti $01'$, $12'$, $23'$,... inclinati di 45° i quali partono tutti dai punti dell'asse delle x di ascissa intera 0 , 1 , 2 , 3 ,... cioè Ix ed hanno l'ordinata massima uguale all'unità nei punti a sinistra di quelli di ascissa $Ix + 1$.

Questa funzione è discontinua a sinistra dei punti che hanno per ascissa un numero intero, e cioè è continua negli intervalli $0-1$, $1-2$, $2-3$,...

Il periodo di questa funzione è l'unità, ma, come nel caso della funzione Ix , si può, scrivendo

$$(7) \quad y = a + b \operatorname{Fr} \left(\frac{x}{c} \right)$$

ottenere una funzione analoga, fig. 5, nella quale la striscia comprendente i segmenti inclinati ha una altezza b , il pe-

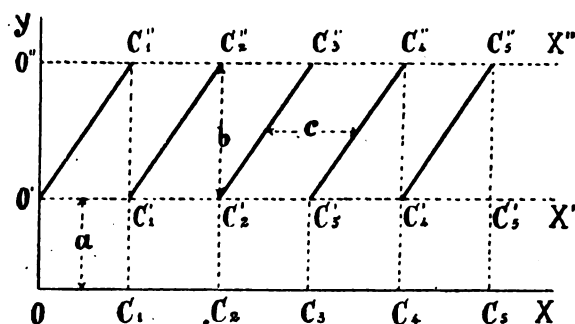


Fig. 5.

riodo della funzione, cioè in questo caso il valore della proiezione di ciascun segmento sull'asse delle x è c , e la striscia è disposta col suo orlo inferiore ad una distanza a dall'asse delle ascisse.

3. *Complemento di x .* — Chiamando χ la frazione la quale deve essere aggiunta ad x per renderlo uguale all'intero immediatamente superiore cosicchè

$$(8) \quad x + \chi = Ix + 1$$

sussiste fra essa e la mantissa μ di x la relazione

$$(9) \quad \mu + \chi = 1$$

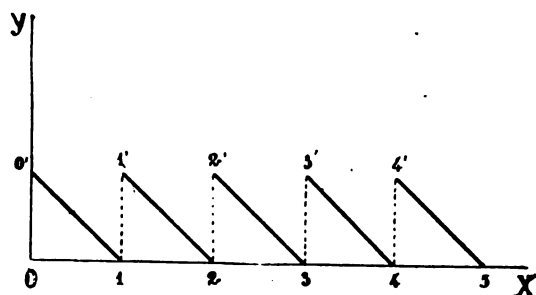


Fig. 6.

Questa quantità χ che diremo « complemento di x » la rappresentiamo col simbolo $Cm\ x$ intendendo con esso di esprimere l'eccesso su x dell'intero ad esso immediatamente superiore

$$(10) \quad Cm\ x = (1 + Ix) - x$$

od anche il complemento che bisogna aggiungere (9) alla mantissa per formare l'unità.

Il diagramma rappresentativo di $Cm\ x$, fig. 6, è del tutto analogo a quello di $Fr\ x$, solo che i segmenti hanno inclinazione contraria e la discontinuità è a destra anzichè a sinistra dei punti che hanno per ascissa Ix , vale a dire che la funzione è continua negli intervalli $0-1$, $1-2$, $2-3$,...

Anche per questa funzione scrivendo

$$(11) \quad y = a + b \operatorname{Cm} \left(\frac{x}{c} \right)$$

si altera il valore del periodo, l'inclinazione dei segmenti e la posizione della striscia, analogamente a quanto già detto per la funzione $Fr\ x$ e nel modo mostrato dalla fig. 7.

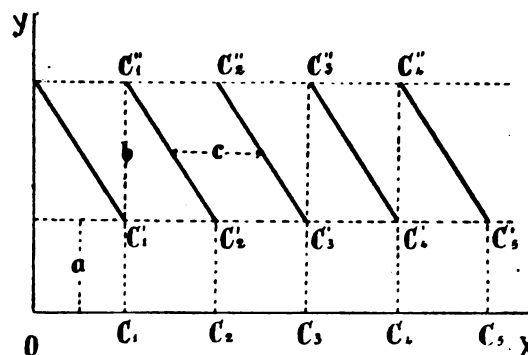


Fig. 7.

Bisogna poi sempre tener presente la relazione fondamentale (9) cioè

$$(12) \quad Fr\ x + Cm\ x = 1$$

che lega le due funzioni $Fr\ x$ e $Cm\ x$.

4. *Avvertenze sui segni.* — Per evitare equivoci, nei quali si potrebbe incorrere dovendo trattare funzioni rappresentate in intervalli che comprendono valori negativi della variabile, bisogna tener presente che con l'espressione « massimo intero contenuto in x » si intende « l'intero che precede immediatamente x a sinistra ». E perciò, fig. 8, mentre

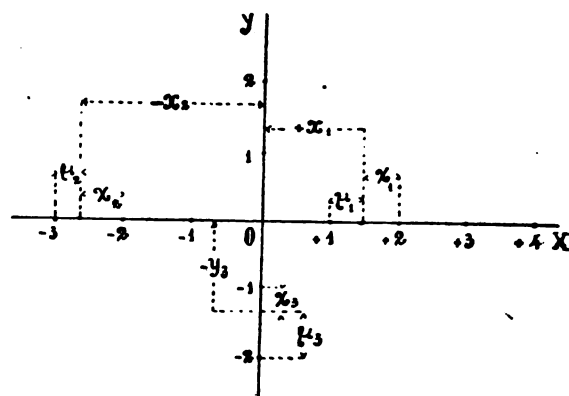


Fig. 8.

per il valore $x_1 = +1,5$, ad esempio, è $Ix = +1$, per il valore $x_1 = -2,75$ invece è $Ix = -3$. Parimenti, avendo definito la frazione di x come « l'eccesso di x sul massimo intero in esso contenuto » nel caso di un numero negativo, per esempio $x_2 = -2,75$ è

$$\mu_2 = Fr\ x_2 = -2,75 - (-3) = +0,25$$

e corrispondentemente è

$$\chi_2 = Cm\ x_2 = -2 - (-2,75) = +0,75$$

come appunto mostra la figura.

Quindi tanto la parte frazionaria quanto il complemento di un numero sono quantità essenzialmente « positive » e restano tali anche nel caso di un numero negativo.

Identiche convenzioni valgono per le grandezze misurate sull'asse delle y , dove per « massimo intero contenuto in y » si deve intendere l'intero immediatamente inferiore e quindi per parte frazionaria di y si intende l'eccesso di y sull'intero che immediatamente lo precede venendo dal basso e per complemento l'eccesso su y dell'intero che immedia-

tamente lo segue procedendo verso l'alto, come si scorge per il caso di $-y$, nella fig. 8.

Adottate queste convenzioni si scorge che i diagrammi delle figure 1, 3, 5, 7 continuano identicamente a sinistra dell'origine per i valori negativi di x e che restano immutati comunque si trasporti l'origine.

*

5. *Funzioni inverse.* — Per evitare molteplicità di simboli sarà seguita la notazione secondo la quale si indica con F^{-1} la funzione inversa di F , di modo che converremo di indicare con:

$I^{-1}n$, in questa espressione n essendo un intero qualsiasi, il numero x che ha n come parte intera, e cioè uno qualunque dei numeri soddisfacenti alla relazione $n = Ix$ che costituiscono nel loro insieme l'intervallo $n - (n + 1)$.

$Fr^{-1}\mu$, in questa espressione μ essendo una frazione propria appartenente all'intervallo $0-1$, il numero x che ha μ come sua parte frazionaria e cioè uno qualunque dei numeri soddisfacenti alla relazione $\mu = Fr x$;

$Cm^{-1}\chi$, in questa espressione χ essendo una frazione propria appartenente all'intervallo $0-1$, il numero x che ha χ come complemento, uno qualunque cioè dei numeri soddisfacenti alla relazione $\chi = Cm x$.

E' da badare che, adottando queste notazioni, bisogna porre rispettivamente:

$$(13) \quad \frac{1}{Ix} = (Ix)^{-1}, \quad \frac{1}{Fr x} = (Fr x)^{-1}, \quad \frac{1}{Cm x} = (Cm x)^{-1}$$

giacchè l'esponente -1 applicato alla lettera simbolo di funzione sta invece ad indicare la funzione inversa.

6. — Il gruppo delle funzioni inverse come innanzi definite presenta alcune particolarità notevoli in confronto di quello delle funzioni originali.

Infatti, nel mentre in queste la variabile x può assumere un valore qualsiasi nel campo reale, da $-\infty$ a $+\infty$, nelle funzioni inverse invece il campo della variabile è più limitato. E precisamente nella funzione $I^{-1}n$ la variabile n non può assumere che i soli valori interi da $-\infty$ a $+\infty$, nel mentre che per le altre due funzioni $Fr^{-1}\mu$ e $Cm^{-1}\chi$ il campo delle due variabili μ e χ è limitato all'intervallo $0-1$ compreso l'estremo di sinistra per la prima e compreso invece l'estremo di destra per la seconda.

Inoltre nel mentre che per le funzioni dirette ad ogni valore della variabile x corrisponde un solo valore n , μ , χ della funzione, per le funzioni inverse invece ad ogni valore n , μ , χ della variabile corrispondono infiniti valori x della funzione.

I diagrammi rappresentativi di queste tre funzioni inverse si presentano perciò con le caratteristiche seguenti:

La funzione

$$(14) \quad y = I^{-1}n$$

offre un esempio di diagramma superficiale, di un diagramma cioè che invece di essere formato da una linea è formato da una porzione superficie; esso infatti è costituito dalla striscia del piano XOY limitata dalle due rette $y = n$, $y = n + 1$, entrambe parallele all'asse delle x con l'avvertenza che la retta $y = n + 1$ costituente l'orlo superiore della striscia non appartiene al diagramma.

La geometria analitica ordinaria non offre esempi di diagrammi di questa specie, i quali per le loro singolarissime proprietà permettono di risolvere dei problemi che con i metodi analitici usuali non possono essere trattati.

Si è già osservato nella parte preliminare di questo scritto che mentre le linee poligonali constano, nel caso più generale, di segmenti orizzontali, di segmenti inclinati nei due sensi e di segmenti verticali, questi ultimi vengono ordinariamente omissi, cosicchè il diagramma rappresentativo presenta al loro posto altrettante discontinuità. Nella nota (4) venne poi anche rilevato che lo sviluppo in serie di Fourier in corrispondenza di queste discontinuità non fornisce che dei punti isolati, cosicchè i tratti verticali, adoperando lo sviluppo di Fourier, non sono analiticamente rappresentabili e si debbono intendere sempre necessariamente omissi.

Ora le tre funzioni elementari originali esaminate nei paragrafi precedenti ci hanno già fornito la rappresentazione di sistemi di tratti rettilinei orizzontali od inclinati nell'uno e nell'altro senso. Non resta per completare la rappresentazione di poligonali di natura qualsiasi che a trovare il modo di rappresentare anche dei sistemi di tratti verticali,

Questo modo è fornito appunto dal diagramma espresso dalla (14).

Infatti la striscia del piano di larghezza b ed il cui orlo inferiore dista di a dall'asse delle x è, per quanto si è detto innanzi, rappresentata dalla equazione

$$(15) \quad y = a + b I^{-1}0$$

poichè ponendo zero in luogo di n la funzione $y = I^{-1}0$ indica appunto la striscia di larghezza uno che ha l'asse delle x come suo orlo inferiore.

Si consideri ora l'altra funzione

$$(16) \quad I\left(\frac{I|x|}{|x|}\right)$$

dove col simbolo $|x|$ si voluto indicare, seguendo la notazione ordinariamente adottata, il valore assoluto di x , si è inteso cioè di porre

$$(17) \quad |x| = \text{mod } x$$

Questa funzione (16) ha il valore $+1$ per tutti i valori interi di x od il valore zero per tutti i valori non interi.

Nell'origine, per $x = 0$, essa si presenta sotto la forma indeterminata $I \frac{0}{0}$ ma perchè la funzione risulti definita in ogni punto converremo che essa abbia anche nell'origine il valore $+1$, essendo lo zero anch'esso un numero intero.

Quindi scrivendo

$$(18) \quad y = \left[a + b I^{-1}0 \right] I\left(\frac{c I \frac{|x|}{c}}{|x|}\right)$$

si ha una funzione che rappresenta, fig. 9, una serie di segmenti verticali di lunghezza b alla distanza c l'uno dall'altro e coi loro estremi inferiori alla distanza a dall'asse delle x ; insieme ai detti segmenti questa equazione rappresenta anche l'asse delle x , meno i punti corrispondenti alle ascisse multiple di c . Per questo motivo una tale equazione non potrebbe essere adoperata a rappresentare i segmenti verticali presi isolatamente. Ciò non pertanto quando invece, come nelle applicazioni che dovranno essere considerate qui appresso i segmenti verticali fanno parte di un sistema comprendente altri segmenti e per la di cui rappresentazione si fa uso di metodi che eliminano i segmenti appartenenti all'asse delle x la (18) riesce assai conveniente.

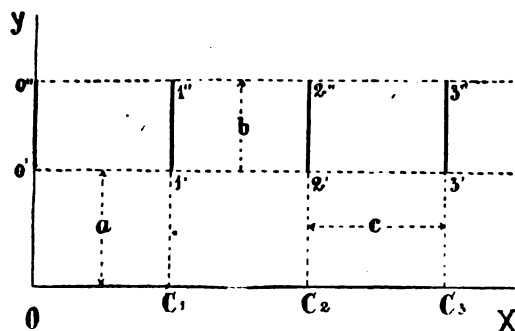


Fig. 9.

Il diagramma della fig. 9 è rappresentabile combinando con la (15) qualsiasi altra funzione che, come la 16, gode la proprietà di avere il valore $+1$ per i soli valori interi della variabile e il valore zero per ogni altro valore non intero. Una tale funzione è per esempio anche

$$(19) \quad I \sin^2 x$$

la quale evidentemente è nulla in tutti i punti le cui ascisse non sono della forma $\frac{\pi}{2} + n\pi$ ed ha il valore $+1$ in questi punti. Volendo che essa prenda il valore $+1$ proprio in corrispondenza dei valori interi di x basta scrivere

$$(20) \quad I \sin^2\left(\frac{\pi}{2} + \pi x\right)$$

Facendo uso di questa funzione la (18) diventa

$$(21) \quad y = \left[a + b I^{-1}0 \right] I \sin^2\left(\frac{\pi}{2} + \pi x\right)$$

Il diagramma della funzione

$$(22) \quad y = Fr^{-1} \mu$$

è costituito dal sistema di rette indefinite parallele all'asse delle x ed alla distanza uno fra di loro, la prima delle quali, al disopra dell'asse delle x , ha per ordinata $+\mu$.

Il diagramma della funzione

$$(23) \quad y = Cm^{-1} \chi$$

è costituito dal sistema di rette indefinite tutte parallele all'asse delle x , alla distanza uno fra di loro e la prima delle quali, al disopra dell'asse delle x , ha per ordinata $1 - \chi$.

Rendendo variabili con l'ascissa gli argomenti μ e χ che erano stati supposti costanti nella (19) e nella (20), e cioè scrivendo

$$(24) \quad y = Fr^{-1}(Fr x) \quad y = Cm^{-1}(Cm x)$$

le rette dei due sistemi diventano inclinate a 45° e precisamente quelle del primo diagramma risultano ascendenti e quelle del secondo diagramma invece discendenti verso destra, cosicchè i due sistemi si intersecano ortogonalmente.

*

7. *Segno di x* . — Un'altra funzione importante a considerare è infine la funzione « segno di x » che si scrive $\text{sgn } x$ e viene definita come il valore del rapporto fra la variabile x ed il suo valore assoluto $|x|$, cosicchè

$$(25) \quad \text{sgn } x = \frac{x}{|x|}$$

Come è chiaro questa funzione ha la notevole proprietà di avere l'unico valore $+1$ per tutti i valori positivi della variabile, e l'unico valore -1 per tutti i valori negativi di essa. Per il valore zero della variabile l'espressione che la definisce è priva di significato e si conviene, affinché la funzione resti definitiva in tutto il campo da $-\infty$ a $+\infty$, che la funzione abbia anch'essa in tal punto il valore zero.

Per questa funzione, inversamente a quanto si è visto avvenire per $I^{-1}n$, si ha il caso che ad infiniti valori della variabile corrisponde un solo valore della funzione, tranne nel punto zero dove anche la funzione ha un solo valore.

E complessivamente, in tutto il campo da $-\infty$ a $+\infty$, la funzione non prende che tre soli valori distinti: -1 nell'intervallo $-\infty < x < 0$, zero nel punto zero, e $+1$ nell'intervallo $0 < x < +\infty$.

Da queste proprietà di $\text{sgn } x$ segue che la funzione

$$(26) \quad y = \text{sgn } \sin x$$

è rappresentabile con un diagramma del tipo di quello della fig. 1 dove si sia fatto però $\frac{1}{2}c = \pi$ e $b = 1$ giacchè $\text{sgn } \sin x$ prende appunto alternativamente i valori $+1$ e -1 e poi fra di essi il valore zero nei punti che hanno per ascisse dei multipli di π . Questi sono punti isolati appartenenti all'asse delle ascisse.

Volendo della (26) avere la forma più generale corrispondente al diagramma della fig. 3, basterà scrivere

$$(27) \quad y = a + b \text{sgn } \sin \frac{\pi}{c} x$$

E se invece si vuole la forma più semplice, corrispondente al diagramma della fig. 2 basterà scrivere

$$(28) \quad y = \text{segn } \sin \pi x$$

Confrontando fra loro la (2) con la (26) che entrambe rappresentano lo stesso diagramma, fig. 2, si ha la notevole relazione

$$(29) \quad (-1)^{Ix} = \text{segn } \sin \pi x$$

E' interessante confrontare, dal punto di vista della semplicità dell'espressione le due funzioni (2) e (28) e lo sviluppo in serie (VI) che sono tre rappresentazioni analitiche diverse dello stesso diagramma della fig. 2 come anche conviene confrontare l'espressione (7) col corrispondente sviluppo (VI).

Non deve poi recare sorpresa il fatto che una stessa funzione sia suscettibile di rappresentazioni analitiche diverse fra

loro equivalenti, essendo questa una circostanza che si presenta frequentemente nella analisi (11).

II.

Operazioni sui sistemi di segmenti.

8. *Diradamento*. — In molte questioni si presenta la necessità di sopprimere periodicamente alcuni dei segmenti nei diagrammi delle funzioni innanzi considerate, « diradando » così i diagrammi ad intervalli assegnati. A tale risultato si può pervenire in modi diversi, uno dei quali consiste nel rendere immaginari i valori delle ordinate corrispondenti ai segmenti da sopprimere.

Così, volendo ad esempio sopprimere i segmenti di posto dispari di uno dei diagrammi periodici già trovati, basterà moltiplicare la corrispondente espressione analitica di esso per un fattore che goda la proprietà di prendere il valore i in corrispondenza dei segmenti di posto dispari ed il valore $+1$ in corrispondenza dei segmenti di posto pari.

Una funzione periodica che abbia la proprietà di prendere due soli valori, sempre gli stessi, in due corrispondenti intervalli di ogni suo periodo, la chiameremo una « funzione limitatrice periodica a due valori » e la rappresenteremo con il simbolo $\varphi \left(\frac{a}{b} \right)_\pi$ dove a e b sono i due valori che essa assume nell'intervallo a sinistra, valore segnato in alto nella parentesi, e nell'intervallo a destra, valore segnato in basso nella parentesi; la lettera π a piedi della parentesi sta ad indicare che si tratta di una funzione periodica, per distinguerla dalle funzioni limitatrici non periodiche (13). Fra le funzioni prese in esame nei paragrafi precedenti se ne trovano già di quelle che possono esse stesse servire da funzioni limitatrici a due valori reali, come ad esempio la (2) e la (28), cosicchè si può scrivere

$$(30) \quad \varphi \left(\frac{+1}{-1} \right)_\pi = (-1)^{Ix}$$

$$(31) \quad \varphi \left(\frac{+1}{-1} \right)_\pi = \text{segn } \sin \pi x$$

Servendosi dell'una o dell'altra di queste due funzioni si può formare agevolmente una funzione limitatrice a due valori di cui uno immaginario del tipo $\varphi \left(\frac{i}{1} \right)_\pi$.

Si consideri infatti l'una o l'altra, delle due espressioni

$$(32) \quad \varphi \left(\frac{i}{1} \right)_\pi = \frac{1}{2} \left[1 + (-1)^{I(x+1)} \right] + \frac{1}{2} i \left[1 - (-1)^{I(x+1)} \right]$$

$$(33) \quad \varphi \left(\frac{i}{1} \right)_\pi = \frac{1}{2} \left[(1 + \text{segn } \sin \pi x) \right] + \frac{1}{2} i \left[(1 - \text{segn } \sin \pi x) \right]$$

In entrambe (14) per tutti i valori di x compresi fra due successivi interi $2n-1$ e $2n$, valori che corrispondono ai segmenti di posto pari, il primo termine ha sempre il valore $+1$ ed il secondo termine il valore zero, cosicchè l'espressione totale ha il valore

$$+1 + 0$$

(12) Così per esempio la sinusoide può essere rappresentata analiticamente da una qualsiasi delle espressioni seguenti:

$$y = \sin x$$

$$y = \frac{e^{xi} - e^{-xi}}{2i}$$

$$y = \frac{x}{1!} - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \dots$$

$$y = x \left(1 - \frac{x^2}{\pi^2} \right) \left(1 - \frac{x^2}{4\pi^2} \right) \left(1 - \frac{x^2}{9\pi^2} \right) \left(1 - \frac{x^2}{16\pi^2} \right) \dots$$

(13) Per la costruzione e le proprietà delle funzioni limitatrici non periodiche si veggano il 1° e il 4° dei miei scritti citati nella Nota (6).

(14) Poichè, come si è visto al par. 6, alla funzione $\text{segn } x$ si attribuisce valore zero per $x=0$, quando si faccia uso della (33) si fa che ai punti di ascissa intera corrisponde per l'ordinata il valore complesso $\frac{1}{2} (1+i)$. Volendo eliminare questa singolarità analitica e far corrispondere anche ai punti di ascissa intera una ordinata reale, per es. $+1$ basta al secondo membro della (33) aggiungere un terzo termine, come $\frac{1}{2} (1 - \text{segn } \sin^2 \pi x) (1-i)$ costituito da una funzione che goda la proprietà di prendere il valore $\frac{1}{2} (1-i)$ nei punti di ascissa intera e di essere nulla per ogni altro valore della variabile x .

Per tutti i valori di x invece compresi fra due successivi interi $2n$ e $2n+1$, valori che corrispondono ai segmenti di posto dispari, il primo termine ha sempre il valore zero ed il secondo il valore i cosicchè l'espressione totale ha il valore $0+i$

Le equazioni per ciò che rappresentano, ad esempio, i diagrammi delle figure 4 e 6 nei quali soppressi i segmenti di posto dispari, sono

$$(34) \quad y = Frx \varphi\left(\frac{i}{1}\right)_\pi \quad y = Cmx \varphi\left(\frac{i}{1}\right)_\pi$$

9. Il caso considerato, della soppressione dei segmenti di ordine dispari o di ordine pari è il più semplice che possa presentarsi; può essere richiesto che siano soppressi $n-1$ segmenti consecutivi lasciando sussistere soltanto quelli che occupano i posti di ordine k, n , ad esempio che di ogni tre segmenti successivi si debbano sopprimere il primo e il secondo lasciando sussistere il terzo.

In questo caso i due intervalli nei quali bisogna dividere il periodo della funzione limitatrice non sono eguali, il primo risultando doppio del secondo. Per costruire una funzione limitatrice adatta ci avvarremo della nota proprietà che tutte le n radici n^{me} dell'unità si ottengono dalla prima delle radici complesse di essa, o dalla sua coniugata, elevata successivamente alle potenze $1, 2, 3, \dots, n$.

Le tre radici cubiche dell'unità positiva essendo

$$(35) \quad y' = 1 \quad y'' = \frac{-1 + \sqrt{-3}}{2} \quad y''' = \frac{-1 - \sqrt{-3}}{2}$$

è facile infatti vedere che l'una o l'altra delle due radici complesse, fra loro coniugate, elevata successivamente a quadrato e a cubo riproduce le altre due ed alla 4^{a} potenza riproduce se stessa e così via. Quindi l'espressione

$$(36) \quad \left(\frac{-1 + \sqrt{-3}}{2}\right)^{I(1+\pi)}$$

è tale che ha un valore immaginario $\frac{-1 + \sqrt{-3}}{2}$ nel primo e nel secondo intervallo e in tutti gli altri intervalli di ordine $1+3k, 2+3k$ ed ha invece il valore $+1$ nel terzo intervallo e in tutti gli altri intervalli di ordine $3k$.

Combinando quindi la (36) con la (2), ad esempio, si ha una funzione

$$(37) \quad y = (-1)^{Ix} \left[\frac{-1 + \sqrt{-3}}{2} \right]$$

la quale rappresenta il diagramma della fig. 2 in cui siano stati conservati soltanto i segmenti di ordine 3 ($2n+1$) nella serie al disopra e quelli di ordine $3.2n$ nella serie al disotto dell'asse delle x .

10. Più spesso non occorre rendere immaginario il segmento che si vuole sopprimere, ma basta che siano rese uguali a zero le ordinate ad esso corrispondenti. Ciò avviene quando, come verrà spiegato in seguito al parag. 19, si vuole sopprimere un segmento le cui ordinate appariscono in una somma insieme con le ordinate di altri segmenti. In tal caso è chiaro che l'annullarsi delle ordinate equivale, agli effetti del valore della somma, alla soppressione, dalla somma stessa del termine che ad esse corrisponde.

Basta in tali circostanze adoperare come fattore il solo primo termine di una delle due espressioni (32), (33) e le due equazioni (34), ad esempio, divengono allora

$$(38) \quad y = \frac{1}{2} \left[1 + (+1)^{I(x+1)} \right] Frx$$

e

$$(39) \quad y = \frac{1}{2} (1 - \text{segn} \text{sen} \pi x) Cmx^{(15)}$$

(15) La funzione limitatrice $\frac{1}{2} (1 - \text{segn} \text{sen} \pi x)$ qui adoperata, è, rigorosamente parlando, (v. nota 14), una funzione a tre valori $\varphi_2\left(\frac{1}{2}\right)$, la quale nei punti di ascissa intera fornisce delle ordinate aventi il valore $\frac{1}{2}$. Quando si vogliano eliminare questi punti isolati bisogna completare la funzione con un secondo termine $-\frac{1}{2}$ ($1 - \text{segn} \text{sen} \pi x$) che goda la proprietà di assumere il valore $-\frac{1}{2}$ nei punti di ascissa intera e di essere nulla per ogni altro valore della variabile x .

11. — Anche qui può presentarsi il caso, analogo a quello del paragrafo 8 di dover sopprimere $n-1$ segmenti consecutivi lasciando sussistere l' n^{mo} .

Chiamando c il periodo della funzione primitiva, la funzione limitatrice $\varphi\left(\frac{0}{1}\right)_\pi$ a due valori reali da applicare come fattore in questo caso avrà un periodo $C = nc$ con due intervalli disuguali, il primo $(n-1)c$ nel quale deve avere il valore zero ed il secondo uguale in ampiezza al periodo c della funzione primitiva nel quale deve prendere il valore $+1$.

Ora si considerino le due funzioni

$$(40) \quad \varphi\left(\frac{0}{1}\right) = I \left[\frac{n}{n-1} Fr \frac{x}{nc} \right]$$

e

$$(41) \quad \varphi\left(\frac{0}{1}\right) = \text{sen} \frac{\pi}{2} I \left[\frac{n}{n-1} Fr \frac{x}{nc} \right]$$

Entrambe hanno il valore zero per i valori di x compresi negli intervalli fra $k.nc$ e $k.nc + (n-1)c$ dove k è un intero qualsiasi ed hanno il valore $+1$ per i valori di x compresi negli intervalli $k.nc + (n-1)c$ e $(k+1)nc$. Quindi esse costituiscono appunto le funzioni limitatrici cercate.

12. Ribaltamento. — Può occorrere di dovere rendere « alternata » come quella ad esempio della fig. 2 una funzione che è semplicemente « pulsante », come quelle ad esempio delle figure 4 e 6, può occorrere cioè di dover riportare al di sopra, o al di sotto, dell'asse delle x facendoli rotare intorno ad esso una certa serie di segmenti, per esempio quelli di posto pari o di posto dispari, che trovansi al di sotto, o al di sopra del detto asse.

Si perviene ad ottenere il risultato desiderato moltiplicando la funzione per un fattore « alternante » cioè per una funzione limitatrice periodica particolare $\varphi\left(\frac{+1}{-1}\right)_\pi$ che goda la proprietà di essere uguale all'unità positiva per tutti i valori della variabile corrispondenti ai segmenti di posto dispari e di essere uguale all'unità negativa per tutti i valori della variabile corrispondenti ai segmenti di posto pari. In tal modo se inizialmente la funzione pulsante era costantemente positiva, vengono ribaltati al di sotto dell'asse delle x i segmenti di posto pari; volendo ribaltare invece i segmenti di posto dispari bisognerebbe fare uso di una funzione della forma $\varphi\left(\frac{-1}{+1}\right)_\pi$.

Sono fattori alternanti le funzioni (2) e (28) già incontrate innanzi e che corrispondono al diagramma della fig. 2, che è propriamente quello del « fattore alternante ». Questo diagramma è però suscettibile anche di altre numerose rappresentazioni analitiche. Sono per esempio fattori alternanti ad esso corrispondenti le funzioni:

$$(42) \quad \text{sen} \pi \left(\frac{1}{2} + Ix \right)$$

$$(43) \quad \cos \pi Ix \quad \text{sgn} \cos \pi \left(x - \frac{1}{2} \right)$$

$$(44) \quad \text{tg} \pi \left(\frac{1}{4} + Ix \right) \quad \text{sgn} \text{tg} \frac{\pi}{x}$$

Questi fattori alternanti ribaltano in basso i segmenti di posto pari. Volendo ribaltare quelli di posto dispari, ed assumendo anche che il periodo sia c invece di essere uguale all'unità basterà scrivere

$$(45) \quad (-1)^{I\left(\frac{x}{c} + 1\right)}$$

$$(46) \quad \text{sen} \pi \left[\frac{1}{2} + I \left(\frac{x}{c} + 1 \right) \right] \quad \text{sgn} \text{sen} \pi \left(1 + \frac{x}{c} \right)$$

$$(47) \quad \cos \pi \left(1 + I \frac{x}{c} \right) \quad \text{sgn} \cos \pi \left(\frac{1}{2} + \frac{x}{c} \right)$$

$$(48) \quad \text{tg} \pi \left[\frac{1}{4} + I \left(\frac{x}{c} + 1 \right) \right] \quad \text{tg} \frac{\pi}{2} \left(1 + \frac{x}{c} \right)$$

Volendo ad esempio portare al disotto dell'asse delle x per rotazione intorno ad esso i segmenti di ordine pari della funzione $Fr x$ rappresentata dalla fig. 4 basterà scrivere

$$(49) \quad y = Frx (-1)^{Ix}$$

e si avrà il diagramma della fig. 10.

13. *Ribaltamento con diradamento.* — Nel rendere alternata una funzione pulsante può occorrere anche, come avviene nel dover formare con essa una funzione poligonale combinandola con altre simili funzioni, di dover sopprimere periodicamente alcuni dei segmenti operando un diradamento insieme al ribaltamento. Il metodo generale consiste in tal caso nell'aggiungere un fattore alternante al fattore diradante costituito dalla funzione limitatrice periodica a due valori $\varphi \left(\frac{i}{1} \right)_\pi$ la cui costruzione è stata indicata al paragrafo 8.

In qualche caso l'operazione può essere semplificata servendosi di un solo fattore che opera contemporaneamente come fattore diradante e fattore alternante.

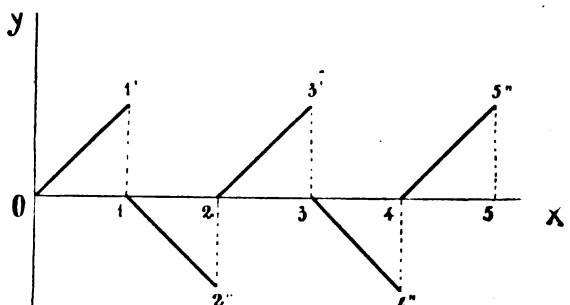


Fig. 10.

Si vogliano, per esempio, in una funzione pulsante fare sparire i segmenti di ordine dispari lasciando fermi quelli che occupano i posti di ordine doppiamente pari, della forma $4n$, e ribaltando invece quelli che occupano i posti di ordine semplicemente pari, della forma $2n$. Un fattore alternante e diradante che produce questo risultato, è, ad esempio

$$(50) \quad y = i^{1(x+1)}$$

Infatti questa funzione per

$$I(x+1) = 1, 2, 3, 4, \dots$$

prende i valori

$$y = +i, -1, -i, +1, \dots$$

e così successivamente.

Diventano perciò immaginari i segmenti di posto dispari e vengono ribaltati quelli di posto semplicemente pari.

14. *Raddrizzamento.* — Il fattore alternante, od alternante e diradante, che applicato ad una funzione periodica pulsante serve a renderla alternata, può, reciprocamente, essere usato ad operare il « raddrizzamento » di una funzione periodica alternata trasformandola in pulsante in modo da renderla costantemente positiva o negativa.

Così, applicando alla equazione della senoide,

$$(51) \quad y = \sin x$$

che è la funzione aperiodica alternata per eccellenza, uno qualsiasi dei fattori alternanti già trovati si ha l'equazione della senoide raddrizzata

$$(52) \quad y = \sin x \operatorname{segn} \sin \pi x$$

che è di importanza fondamentale nello studio della produzione della corrente continua.

15. *Scorrimento.* — La trasformazione di una funzione pulsante in alternata, e reciprocamente da alternata in pulsante, oltre che ribaltamento, cioè per rotazione intorno all'asse delle x , può essere effettuata mediante una semplice traslazione facendo scorrere parallelamente a se stessi, verso l'alto o verso il basso, i segmenti che si vogliono spostare. A tale scopo basta aggiungere alla espressione della funzione un termine costituito da una funzione limitatrice periodica della forma $\varphi \left(\frac{0}{a} \right)_\pi$ che sia nulla per tutti i valori delle ascisse corrispondenti ai segmenti che debbono restar fermi, ed uguale invece, in grandezza e segno al segmento indicante la traslazione per tutti i valori delle ascisse corrispondenti ai segmenti che debbono essere spostati.

Così volendo trasportare al disotto dell'asse delle x , per traslazione parallela all'asse delle y , i segmenti di ordine dispari della funzione $Cm x$ rappresentata dalla fig. 6 basterà

scrivere

$$(53) \quad y = Cm x - \frac{1}{2} \left[1 + (-1)^{1x} \right]$$

dove il termine aggiunto, che è analogo al primo termine della (32) prende i valori -1 per i segmenti di posto dispari, che trovansi a destra dei punti con ascissa intera, e zero per i segmenti di posto pari, per i quali $1x$ è dispari, e si ottiene così il diagramma della fig. 11.

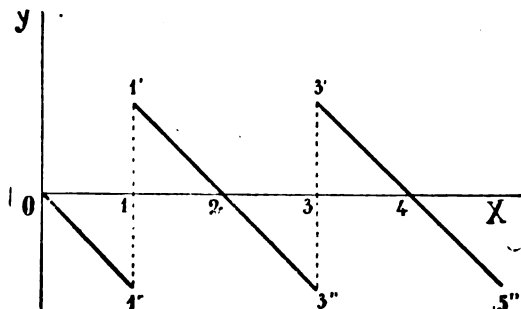


Fig. 11.

16. *Frazionamento delle onde.* — I procedimenti illustrati nei paragrafi precedenti sono tutti diretti ad operare lo spostamento sia per traslazione sia per rotazione, od anche la soppressione, sempre di intere onde o semionde, cioè di ciascuno dei segmenti costituenti il periodo o il semiperiodo, nella sua integrità. Ma un altro problema occorre spesso risolvere ed è quello di far sparire una porzione del segmento costituente un'onda o una semionda sia col rendere immaginarie o non esistenti le coordinate dei suoi punti, sia annullandole col renderle tutte uguali a zero.

Servono a tale scopo delle funzioni limitatrici periodiche a due valori, da applicare come fattori alla funzione considerata, e che prendono il valore $+1$ in quell'intervallo del periodo nel quale il diagramma primitivo deve restare inalterato ed il valore 0 od i in quell'intervallo, od in quegli altri intervalli del periodo, nei quali la funzione primitiva deve essere soppressa.

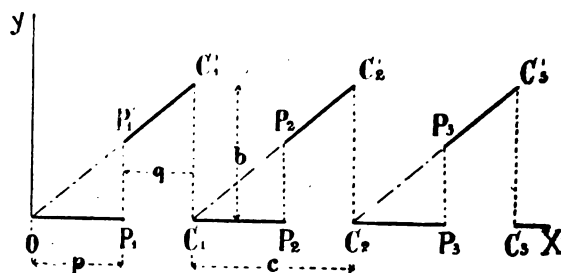


Fig. 12.

Così, se nella fig. 12, nella quale i segmenti inclinati OC_1, C_1C_2, \dots rappresentano la funzione $y = b Fr \frac{x}{c}$ che ha per periodo c , si vogliono annullare le ordinate della porzione iniziale di essi OP_1, C_1P_2, \dots che ha una proiezione di lunghezza p sull'asse delle x , è chiaro che basterà moltiplicare i valori delle ordinate per un fattore che sia costantemente zero in tutti i punti degli intervalli come OP_1, C_1P_2, \dots e costantemente uguale a $+1$ in tutti i punti degli intervalli come P_1C_1, P_2C_2, \dots

Un tale fattore è ad esempio

$$(54) \quad \varphi \left(\frac{0}{1} \right)_\pi = \left\{ \frac{c Fr \frac{x}{c}}{I \frac{p}{p}} \right\} \left(\frac{p}{c Fr \frac{x}{c}} \right)$$

L'equazione quindi del diagramma della fig. 12 è

$$(55) \quad y = b Fr \frac{x}{c} \left\{ \frac{c Fr \frac{x}{c}}{I \frac{p}{p}} \right\} \left(\frac{p}{c Fr \frac{x}{c}} \right)$$

Se invece di volere annullare le porzioni iniziali si volessero annullare le porzioni finali P_1C_1, P_2C_2, \dots dei seg-

menti inclinati aventi per proiezione $q = c - p$, basterebbe scrivere

$$(56) \quad y = b Fr \frac{x}{c} \left\{ I - \frac{p}{c Fr \frac{x}{c}} \right\} \left(\frac{c Fr \frac{x}{c}}{p} \right)$$

e si avrebbe la forma di diagramma indicata nella fig. 13. La funzione limitatrice periodica invece che per mezzo della funzione $Fr x$ può essere formata per mezzo della funzione

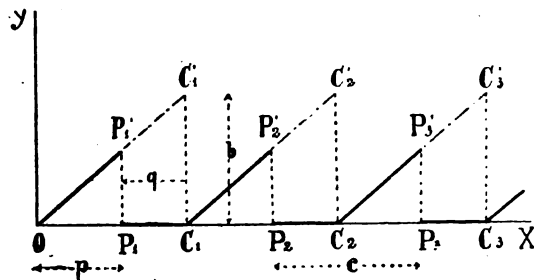


Fig. 13.

$Cm x$ che si comporta in modo perfettamente analogo, e le equazioni corrispondenti a quelle (55) e (56) sono

$$(57) \quad y = b Cm \frac{x}{c} \left\{ I - \frac{q}{c Cm \frac{x}{c}} \right\} \left(\frac{c Cm \frac{x}{c}}{q} \right)$$

$$(58) \quad y = b Cm \frac{x}{c} \left\{ I - \frac{q}{c Cm \frac{x}{c}} \right\} \left(\frac{c Cm \frac{x}{c}}{q} \right)$$

che rappresentano i diagrammi delle figure 14 e 15 ⁽¹⁶⁾.

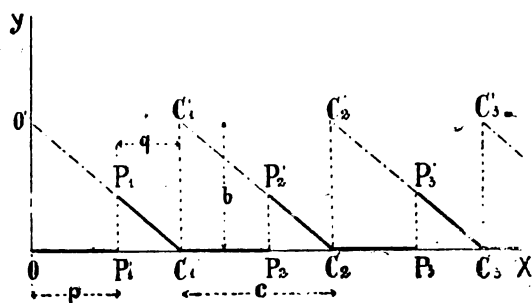


Fig. 14.

Le quattro funzioni limitatrici periodiche sopra riportate sono tutte costruite sullo stesso principio: esse cioè sono costituite da una potenza a^m di cui è nulla la base nell'intervallo in cui la funzione deve avere il valore zero, e di cui invece è nullo l'esponente nell'intervallo in cui la funzione deve avere il valore +1 mentre la base è maggiore della unità.

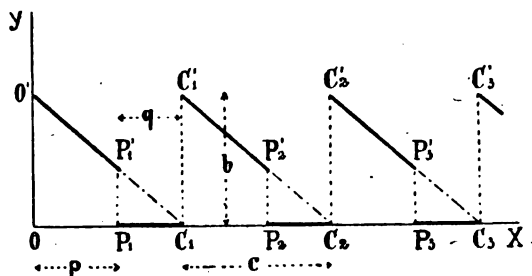


Fig. 15.

Si possono costruire molte altre funzioni limitatrici godenti le stesse proprietà.

Per esempio due altre funzioni che annullano le porzioni

⁽¹⁶⁾ Delle funzioni rappresentabili con diagrammi comprendenti elementi del tipo di quelli delle figure 12 e 13 si presentano nello studio del movimento delle corde vibranti; si veggia ad esempio: Max Planck «Einführung in die Mechanik deformierbarer Körper» S. Hirzel, Leipzig 1919 al Cap. III Schwingungsvorgänge in festen Körpern. p. 65 e seg.

iniziali dei segmenti, e corrispondenti perciò a quelle equazioni (55) e (57) sono

$$(59) \quad I \frac{1 + Fr \frac{x}{c}}{1 + \frac{p}{c}} \quad I \frac{1 + \frac{q}{c}}{1 + Cm \frac{x}{c}}$$

e due funzioni che annullano invece le porzioni finali dei segmenti, e corrispondenti perciò a quelle delle equazioni (56), (58) sono

$$(60) \quad I \frac{1 + \frac{p}{c}}{1 + Fr \frac{x}{c}} \quad I \frac{1 + Cm \frac{x}{c}}{1 + \frac{q}{c}}$$

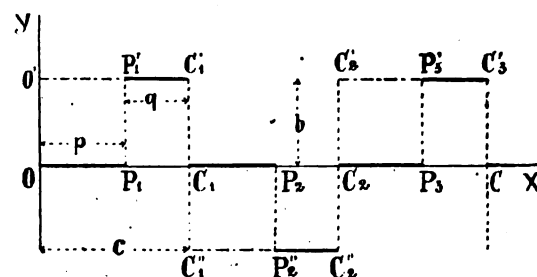


Fig. 16.

Cosicchè applicando queste funzioni ad un diagramma del tipo di quello della fig. 2 ad esempio si ricavano i due diagrammi delle figure 16 e 17 le cui equazioni sono

$$(61) \quad y = b \operatorname{sgn} \pi \frac{x}{c} \left\{ I - \frac{p}{c Fr \frac{x}{c}} \right\} \left(\frac{c Fr \frac{x}{c}}{p} \right)$$

$$(62) \quad y = b \operatorname{sgn} \pi \frac{x}{c} \left\{ I - \frac{q}{c Cm \frac{x}{c}} \right\} \left(\frac{c Cm \frac{x}{c}}{q} \right)$$

Le quattro funzioni periodiche limitatrici (59, (60) sono anch'esse costruite tutte sullo stesso principio: la frazione che sta sotto il segno I ha il numeratore e il denominatore compresi entrambi fra 1 e 2, uno di essi variando in modo che negli intervalli nei quali la funzione deve avere il valore +1 la frazione è maggiore dell'unità, ma < 2.

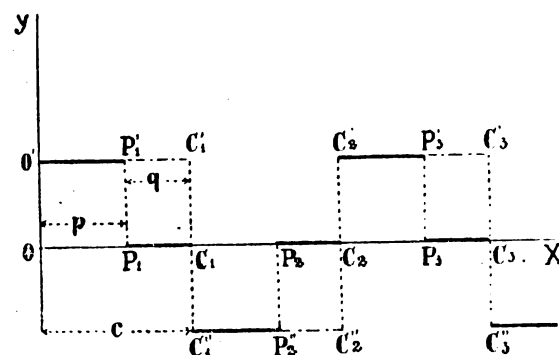


Fig. 17.

17. — Resta da trattare il caso in cui si debba conservare una porzione centrale del segmento e sopprimere invece le due porzioni iniziale e finale. La funzione limitatrice periodica da applicare come fattore in questo caso deve essere a tre valori $\varphi \left(\frac{1}{0,0} \right) \pi$ essendo tre gli intervalli nei quali resta diviso il periodo ⁽¹⁷⁾. L'espressione di essa riesce particolarmente semplice quando le due porzioni iniziale e finale da sopprimere sono fra loro uguali in modo che il periodo risulta

⁽¹⁷⁾ Quando, come nel presente caso due dei tre valori della funzione limitatrice sono eguali essa si può scrivere più brevemente $\varphi_2 \left(\frac{1}{0} \right) \pi$ l'indice 2 apposto alla lettera φ indicando quale è l'intervallo in cui la funzione prende il valore 1 segnato in alto nella parentesi.

costituito da un intervallo centrale r e da due intervalli estremi uguali m cosicchè $c = r + 2m$.

Alla funzione limitatrice periodica si può dare in tal caso la forma

$$(63) \quad \varphi\left(\frac{1}{0,0}\right)_\pi = I \frac{1 + \operatorname{sen}^2 \pi \frac{x}{c}}{1 + \operatorname{sen}^2 \pi \frac{m}{c}}$$

Come si scorge il principio sul quale è formata questa funzione è analogo a quello che ha servito a formare le funzioni (59) e (60): si ha cioè sotto il segno I una frazione il cui denominatore è fisso, compreso fra 1 e 2, e il cui numeratore varia fra 1 e 2, assumendo il valore massimo 2 al punto di mezzo del periodo in modo che nei due intervalli estremi di ampiezza m la frazione è minore dell'unità e la funzione ha quindi il valore zero, e nell'intervallo centrale è maggiore dell'unità, ma < 2 , e la funzione ha perciò il valore $+1$.

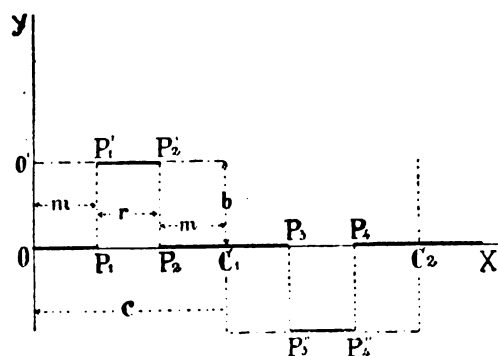


Fig. 18.

Questa funzione applicata ad un diagramma del tipo di quello della fig. 2 ad esempio fornisce il diagramma dato dalla fig. 18 la cui equazione è perciò

$$(64) \quad y = b \operatorname{segn} \operatorname{sen} \pi \frac{x}{c} I \frac{1 + \operatorname{sen}^2 \pi \frac{x}{c}}{1 + \operatorname{sen}^2 \pi \frac{m}{c}}$$

La funzione rappresentata da questo diagramma è di particolare interesse per l'uso che di essa può farsi nell'analisi armonica di certe curve empiricamente date ⁽¹⁸⁾.

18. — Il caso più generale da considerarsi è però quello in cui l'intervallo intermedio r occupi una posizione qualunque nel periodo e perciò i due intervalli iniziale e finale abbiano due lunghezze diverse p e q rispettivamente.

In tal caso si potrà adoperare la funzione periodica limitatrice

$$(65) \quad \varphi\left(\frac{1}{0,0}\right)_\pi = \operatorname{segn} I \left[\frac{r}{2} \frac{1}{c F r \frac{x}{c} - \left(p + \frac{r}{2}\right)} \right]$$

oppure l'altra ad essa equivalente

$$(66) \quad \varphi\left(\frac{1}{0,0}\right)_\pi = 1 - \operatorname{segn} I \left[\frac{2}{r} \left\{ c F r \frac{x}{c} - \left(p + \frac{r}{2}\right) \right\} \right]$$

poichè entrambe hanno il valore $+1$ nell'intervallo intermedio r e il valore zero nei due intervalli estremi p e q .

Queste espressioni comprendono come caso particolare la precedente (64) alla quale diventano equivalenti ponendo in esse $p + \frac{r}{2} = \frac{1}{2}c$ e si ha così ad esempio per il segmento intermedio in posizione centrale

$$(67) \quad \varphi\left(\frac{1}{0,0}\right)_\pi = \operatorname{segn} I \left[\frac{r}{2} \frac{1}{c F r \frac{x}{c} - \frac{c}{2}} \right]$$

(continua).

⁽¹⁸⁾ Si veggia a questo riguardo: L. LOMBARDI, Opera citata, a p. 396-398. Sviluppata in serie di Fourier questa funzione ha per equazione

$$y = \frac{4b}{\pi} \left[\frac{\cos m}{1} \operatorname{sen} 2\pi \frac{x}{c} + \frac{\cos 3m}{3} \operatorname{sen} 6\pi \frac{x}{c} + \dots \right]$$

INTERRUTTORE ELETTRO-SINTONICO BRUNÉ

PIETRO LANA

L'interruttore elettro-sintonico fu ideato per porre un rimedio a un grave inconveniente che presentavano certi impianti d'illuminazione pubblica eseguiti con carattere provvisorio durante la guerra e che esistono tutt'ora in parecchie città.

Nel caso particolare della città di Ferrara, l'illuminazione pubblica, prima della guerra era a gas, e quando si manifestò la scarsità di carbone, si dovette in poco tempo sostituire ai fanali a gas, le lampade elettriche. Questa sostituzione fu fatta con criteri oltremodo economici e provvisori, cioè invece di costruire una rete indipendente, si adattarono ai fanali a gas esistenti, le lampadine elettriche e si alimentarono queste per mezzo di derivazioni senza interruttori prese dall'unica rete stradale di proprietà della Società Elettrica Padana, che serviva per gli utenti.

L'Amministrazione comunale inoltre ritenne conveniente di mantenere dette lampade accese continuamente notte e giorno, riconoscendo allora che la maggior spesa dovuta sia all'energia assorbita nelle ore diurne, sia al maggior consumo delle lampadine, sarebbe stata inferiore a quella corrispondente all'apposizione di un interruttore per ogni fanale e al conseguente impiego di personale per adibire all'accensione e allo spegnimento quotidiano.

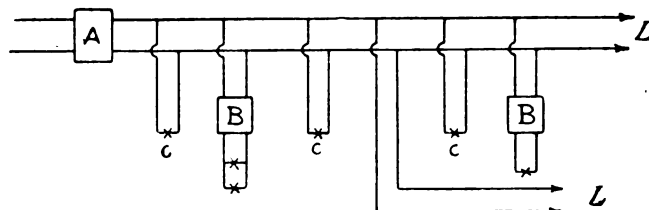


Fig. 1.

A - Apparecchio di comando.
B - Fanale o gruppo di fanali d'illuminazione pubblica muniti dell'Interruttore Elettro-Sintonico.
c - Fanali d'illuminazione pubblica accesi in permanenza
L - Linea per gli utenti di luce e motori.

Tale trasformazione fu accompagnata da un contratto rinnovabile mensilmente, stipulato fra la Società Elettrica Padana e il Municipio, obbligandosi quest'ultimo a corrispondere alla Società un tanto per lampada all'anno.

Al giorno d'oggi, stante i continui aumenti del costo dell'energia elettrica, la quota che deve pagare annualmente l'amministrazione municipale alla Società Elettrica è divenuta oltremodo gravosa, mentre la spesa per un impianto nuovo di una rete per l'esclusivo scopo dell'illuminazione pubblica difficilmente potrebbe essere sostenuta ora dall'Amministrazione municipale.

In conseguenza di ciò, malgrado il deficiente rendimento e le continue critiche del pubblico che vede per anni le lampade accese in pieno giorno, le condizioni dell'impianto, rimangono immutate.

L'ideatore dell'interruttore elettro-sintonico si era proposto di risolvere la seguente questione.

Provocare l'accensione e lo spegnimento dei fanali d'illuminazione pubblica ad ore determinate, mediante opportuna manovra da eseguirsi alla partenza della linea, senza togliere la corrente agli utenti e ciò senza ricorrere ad alcuna linea accessoria.

Gli interruttori elettro-sintonici, applicati, uno per fanale o gruppo di fanali, aprono o chiudono i relativi circuiti obbedendo a speciali variazioni della tensione, provocate alla partenza della linea.

L'interruttore elettro-sintonico è basato su un principio di sintonia meccanica:

Si consideri una linea alla tensione V , siano derivati in un punto qualunque due solenoidi S_1 e S_2 , nell'interno dei quali, circa a metà introdotti trovansi due nuclei di ferro, sostenuti da due molle a spirale, e liberi di oscillare nel senso del loro asse.

Essendo i due solenoidi inseriti sulla linea, i nuclei verranno assorbiti fino ad un punto tale che la forza d'assorbimento farà equilibrio alla tensione delle rispettive molle.

I nuclei considerati, come si è detto, sono liberi di oscillare, e l'oscillazione di ciascuno di essi sarà caratterizzata da un certo periodo proprio che dipenderà dal proprio peso, dalle dimensioni della molla, dal numero delle sue spire e dalla natura del metallo costituente la molla stessa.

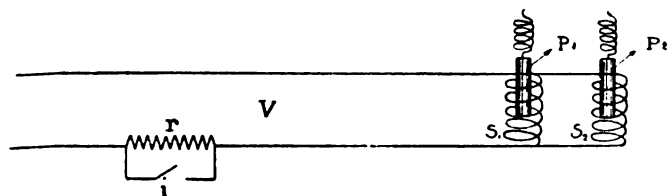


Fig. 2.

Tali due sistemi oscillanti, siano stabiliti in modo che il primo abbia un periodo proprio T_1 e l'altro, un periodo diverso T_2 di oscillazione.

S'immagini d'inserire alla partenza della linea, una resistenza r , che normalmente si mantiene chiusa in corto circuito; mediante un interruttore i si tolga il corto circuito per brevissimi istanti, susseguentisi regolarmente, per esempio con un periodo T_1 .

Allora la tensione della linea subirà ritmicamente delle variazioni dal valore V a quello inferiore: $V - ri$, essendo i la corrente che attraversa la resistenza.

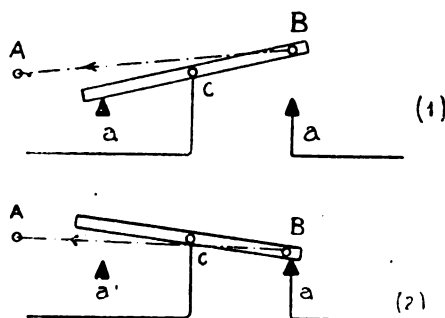


Fig. 3.

A queste oscillazioni periodiche corrisponderanno analoghe oscillazioni della forza d'assorbimento dei solenoidi, ne deriva di conseguenza che il nucleo di periodo T_1 , trovandosi in risonanza, si metterà a oscillare, raggiungendo un'ampiezza massima, mentre il nucleo di periodo T_2 rimarrà insensibile o quasi alle stesse variazioni.

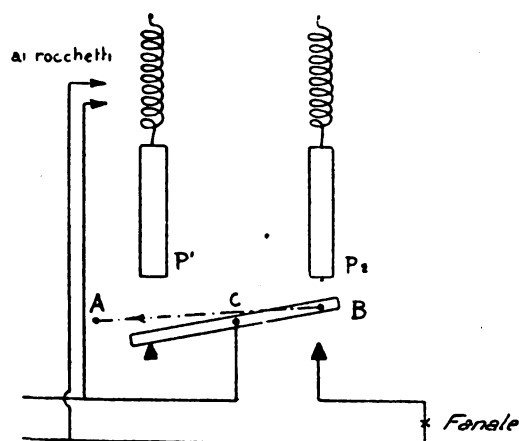


Fig. 4.

Se l'interruttore i , invece avesse provocato delle variazioni di tensione susseguentisi col periodo T_2 , per le ragioni suddette, si sarebbe posto in oscillazione il nucleo P_2 , mentre l'altro sarebbe rimasto immobile.

Si ha quindi la possibilità di provocare a distanza l'oscillazione di uno o dell'altro dei due nuclei, a volontà.

L'interruttore propriamente detto, consiste in una leva orizzontale imperniata in C, avente due posizioni stabili opposte, ottenibili mercè l'applicazione di due molle a spirale,

(nella figura è segnata solo la linea d'azione di una di esse, per chiarezza) fisse nel punto A e applicate alla leva all'estremità B.

La leva non può stare evidentemente, altro che nelle due posizioni 1) e 2), il poco attrito del perno non permettendo la posizione di punto morto intermedia.

Nella posizione 2) chiude un circuito appoggiando sul contatto a , mentre l' a' serve solo di arresto.

In corrispondenza dell'estremità dei due bracci della leva, superiormente, trovansi sospesi due nuclei oscillanti di periodo diverso, come quelli prima descritti.

(Vedasi fig. 4 in cui non sono segnati i solenoidi per semplicità).

Provocando sulla linea delle oscillazioni di periodo T_2 , si pone in oscillazione il nucleo P_2 , questo battendo sul braccio di destra della leva, ne determina l'abbassamento, il quale avviene con scatto e la conseguente chiusura del circuito con l'accensione del fanale.

Analogamente, con l'oscillazione del nucleo P_1 se ne determina l'apertura e quindi lo spegnimento del fanale.

L'interruttore, una volta regolato e provato, viene chiuso in una cassetta di metallo che non supera le dimensioni di cm. $16 \times 8 \times 5$ e applicato in ragione di uno per fanale o gruppi di fanali.

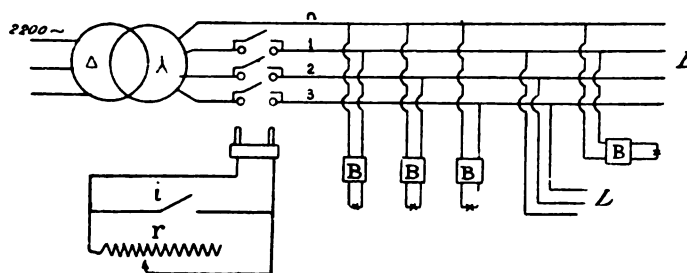


Fig. 5.

Notisi che il principio di funzionamento dell'apparecchio permette di poter spegnere un certo numero di fanali per esempio alla mezzanotte e i rimanenti al mattino, basta che i primi, per lo spegnimento siano sintonizzati per una certa frequenza f_3 corrispondente alla manovra che si eseguisce alla mezzanotte sulla linea con un periodo T_3 , e i secondi per una frequenza f_1 , potendosi provocare sulla linea oscillazioni di varie frequenze.

L'interruttore elettro-sintonico venne applicato all'impianto d'illuminazione pubblica della città di Ferrara, a titolo di prova ed è in funzione dall'Aprile 1923. Vennero installati venti interruttori che comandavano trenta fanali, sulla rete trifase a 220 volt, dipendente dalla cabina di trasformazione della piazza.

La distribuzione per l'illuminazione essendo a stella con neutro, il comando per ottenere le oscillazioni veniva fatto successivamente sulle tre fasi, inserendo la resistenza r con l'interruttore oscillante i sulle tre fasi, l'una dopo l'altra, mediante una spina.

Per il periodo delle prove eseguite, l'interruttore oscillante consisteva in una lamina di acciaio l , posto in oscillazione con un dispositivo simile a una soneria elettrica; il periodo di oscillazione veniva regolato mediante un peso a cursore scorrente lungo la lamina stessa e fissabile in una posizione qualunque. Un contatto a mercurio chiudeva il circuito di un soccorritore che apriva per brevissimi istanti l'interruttore i , lasciando inserita la resistenza r .

Le frequenze adoperate erano di sette periodi al secondo per lo spegnimento e cinque periodi per l'accensione, la durata di ogni manovra necessaria al funzionamento degli interruttori elettro-sintonici non superava i due secondi.

Notisi che le oscillazioni della tensione di linea così provocate, non avevano il carattere di variazioni sinusoidali e che sovrapponendosi a quelle della frequenza normale di 42 periodi, non diedero origine a fenomeni di sorta.

Le modificazioni nella forma della corrente si riducevano solo alla diminuzione momentanea di ampiezza, per i brevissimi istanti in cui la resistenza veniva inserita.

Durante la manovra, naturalmente gli utenti d'illuminazione notavano una leggera oscillazione nella luce delle lampade, ma dopo alcuni mesi di prove si constatò che passava quasi inosservata dai più.

Si verificò inoltre che dette oscillazioni non arrecavano nessun disturbo ai motori alimentati dalla stessa linea.

L'interruttore oscillante di comando funzionò senza inconvenienti anche con una corrente di 190 ampere per fase e gli interruttori elettro-sintonici funzionarono alla perfezione anche su derivazioni che alimentavano gruppi di sette fanali.

Il consumo dovuto alla corrente che circolava permanentemente nei rocchetti non superava i 4 watt per apparecchio.

L'apparecchio di comando aveva solamente carattere provvisorio e richiedendo la corrente continua per il funzionamento della lamina vibrante e del soccorritore, non gli si poteva attribuire una certa praticità.

Si è provato recentemente con ottimi risultati un altro sistema di comando: si sono adottate delle resistenze a liquido il cui valore si rendeva oscillante per mezzo di variazioni delle superfici delle piastre immerse. Il movimento ritmico delle piastre si otteneva mediante un semplice congegno meccanico azionato da un motorino sincrono.

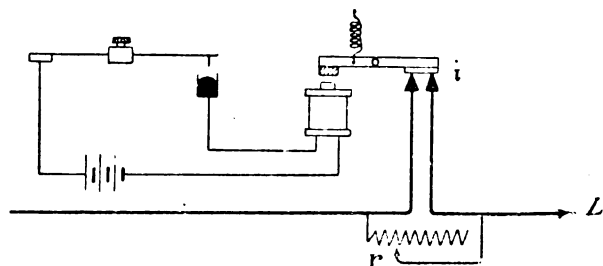


Fig. 6.

Questo dispositivo non causando interruzioni e quindi scintille, rese possibile il comando sulla rete primaria a 2200 volt, che alimentava le varie cabine, mentre col sistema primitivo, dovendosi eseguire la manovra sulla linea a bassa tensione, sarebbe stato necessario un apparecchio di comando per ogni cabina.

E' evidente che il campo di applicazione dell'interruttore elettro-sintonico, non si estende al solo caso d'impianti d'illuminazione del genere sopra citato, ma si presta a risolvere qualunque problema di comando a distanza di apparecchi qualsiasi, motori, segnalazioni, di sostituire insomma per la maggior parte dei casi gli interruttori automatici orari, col vantaggio di poter azionare l'uno o l'altro dei diversi tipi di apparecchi, secondo la manovra che si eseguisce alla partenza della linea e tutto ciò senza dover ricorrere ad alcuna linea ausiliaria.

L'invenzione è protetta da brevetto di privativa industriale di proprietà del Prof. Cav. Edmondo Bruné, Ferrara.

LA TELEFONIA CON CAVI SUBACQUEI DALLE ORIGINI FINO AD OGGI □ □

F. PETRITSCH (*)

1. - Introduzione.

I primi cavi telefonici subacquei furono costruiti molto tempo dopo i telegrafici, quando questi già formavano una rete con sviluppo otto volte il giro della terra. Al suo inizio la telefonia subacquea mancava di fondamenti teorici; si conosceva solo la legge CR del Preece. Fu adottato l'unico tipo esistente di cavi subacquei, quello con isolamento in guttaperca e armatura in fili di ferro, che era già stato sufficiente per tutte le linee telegrafiche; si cambiò soltanto l'anima unica nel doppino.

Quando nel 1891 fu posato il primo cavo telefonico della Manica, 40 anni dopo che vi era stato posato il primo cavo telegrafico, il telefono era stato inventato da un 20 anni e si era già diffuso. Il cavo, lungo 37 km, aveva quattro conduttori formati con corde di rame a 7 fili, del peso di 160 libbre per nodo, con isolamento in guttaperca del peso di 300 libbre per nodo, fino ad un diametro di 10 mm. Furono collegate ad esso due linee aeree di rame crudo di 5,7 mm fino a Londra e a Parigi. Ma il funzionamento, che parve buono a quell'epoca, non era certo perfetto.

Già gli scienziati, come Heaviside ⁽¹⁾, Vaschy ⁽²⁾, e S. P.

Thompson ⁽³⁾, avevano indicato che nella trasmissione telefonica, oltre alla resistenza e alla capacità, influivano altre grandezze, e che all'influenza dannosa della capacità poteva opporsi un aumento dell'autoinduzione. Ma in pratica la questione fu risolta soltanto dal Pupin ⁽⁴⁾, che fu il primo a tener conto dell'importanza del valore della lunghezza d'onda nella trasmissione delle oscillazioni elettriche. Egli riuscì ad attirare l'attenzione dei capitalisti sull'applicazione pratica dei suoi concetti ed aprì così il nuovo grande orizzonte alla telefonia. Il procedimento brevettato dal Pupin consiste, com'è noto, nell'inserire lungo la linea delle bobine d'autoinduzione, a distanze determinate calcolabili dalla velocità di propagazione delle onde. Una proposta diversa fu fatta dal Krarup ⁽⁵⁾, il quale pensò invece di aumentare l'autoinduzione della linea avvolgendo sottili fili di ferro sul conduttore di rame. Così si ebbero insieme due nuovi indirizzi per la costruzione di cavi telefonici subacquei.

Ma attorno al 1900 si introdussero per la telefonia altri tipi di cavo, senza guttaperca, coi fili di rame avvolti da semplici nastri di carta, così poco serrati da lasciare la funzione di isolante soprattutto all'aria, materiale di costante dielettrica minima; il cavo si protesse esternamente con mantello di piombo. Si ottenne in tal modo, in confronto colla guttaperca, una grandissima economia, ed una diminuzione nella capacità di oltre il 50 %.

Applicando i procedimenti di Pupin o di Krarup a questi cavi in carta e aria, come a quelli in guttaperca, si ebbero dunque quattro tipi di cavi telefonici da usare nella trasmissione subacquea. Lo sviluppo delle conoscenze teoriche e dei metodi di misura, che accompagnò i progressi costruttivi, ha portato a poco a poco la trasmissione della parola per cavi subacquei fino agli odierni successi.

2. - Richiami teorici.

Per la propagazione delle correnti telefoniche ricordiamo che le grandezze caratteristiche di una linea di lunghezza l sono:

- 1) la costante d'attenuazione βl ,
- 2) la costante angolare αl ,
- 3) l'impedenza caratteristica Z_0 ,

dove α e β sono riferite all'unità di lunghezza della linea. La costante di propagazione γ può scriversi

$$\gamma = \beta + j\alpha \quad (1)$$

con $j = \sqrt{-1}$. Fra queste grandezze e i valori della resistenza R , dell'autoinduzione L , della conduttanza G e della capacità C pure riferiti all'unità di lunghezza, valgono le relazioni

$$\gamma = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)} \quad (2)$$

$$\beta = \sqrt{(R^2 + \omega^2 L^2)(G^2 + \omega^2 C^2)} \sin \frac{\varepsilon + \delta}{2} \quad (3)$$

$$\alpha = \sqrt{(R^2 + \omega^2 L^2)(G^2 + \omega^2 C^2)} \cos \frac{\varepsilon + \delta}{2} \quad (4)$$

$$\tan \varepsilon = \frac{R}{\omega L} \quad (5) \quad \tan \delta = \frac{G}{\omega C} \quad (6)$$

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}} = \sqrt{\frac{R^2 + \omega^2 L^2}{G^2 + \omega^2 C^2}} e^{-j\frac{\varepsilon - \delta}{2}} = Z e^{-j\varphi} \quad (7)$$

avendo posto $\varphi = \frac{\varepsilon - \delta}{2}$.

Se V_0 e I_0 sono la tensione e la corrente al principio della linea, V_x e I_x i valori alla distanza x , si ha

$$V_x = V_0 e^{-\gamma x} \quad (8)$$

$$I_x = I_0 e^{-\gamma x} \quad (9)$$

$$Z_0 = \frac{V_0}{I_0} = \frac{V_x}{I_x} \quad (10)$$

Quando in particolare l'autoinduzione L è assai grande, per modo che R sia trascurabile di fronte a ωL , si ha approssimativamente

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (11) \quad \alpha = \omega \sqrt{LC} \quad (12)$$

e perciò la costante d'attenuazione β , che è la grandezza più importante a conoscersi, è data allora da

$$\beta = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2} \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{R}{2Z_0} + \frac{GZ_0}{2} = \beta_R + \beta_G \quad (13)$$

Il 1° dei due termini dipende soprattutto dalle perdite nel conduttore e rappresenta l'attenuazione per resistenza, mentre il 2° dipende soprattutto dalle perdite nel dielettrico e rappresenta l'attenuazione per conduttanza. Se aumentiamo L , e quindi Z_0 , il 1° diminuisce e il 2° cresce.

(*) Largo riassunto del Prof. OTTAVIO BONAZZI, da E. u. M., 41, 477, 1923.

(1) Electrician, 19, 79, 1887, Electromagn. theory, London, 1893, I, 409.

(2) Ann. télégr., 1888, p. 481. Traité d'électr. et magn., Paris, 1890.

(3) Brevetti inglesi N. 22304/1891, 13064/1893, 15217/1893, 13581/1894.

(4) Trans. A.I.E.E., 16, 111, 1899; 17, 245, 1900.

(5) E. T. Z., 23, 344, 1902.

Applichiamo queste formule, come esempio, ad un cavo come quello della Manica, del 1891, supponendo di caricarlo sempre più di autoinduzione, ma trascurando in 1^a approssimazione i corrispondenti aumenti di capacità e di resistenza. Allora si ricavano per β_R , β_G , β i diagrammi della fig. 1. Si vede che finchè L è piccolo, la parte principale di β è data da β_R ; ma questa diminuisce rapidamente al crescere di L , mentre va crescendo β_G ; così β ha un valore minimo, dato da

$$\beta_{\min} = \sqrt{RG} \quad (14)$$

quando è $\beta_R = \beta_G$, ossia con

$$L_{\text{opt}} = R \frac{C}{G} \quad (15)$$

Nel caso considerato ($R = 7,5 \Omega$, $C = 0,075 \mu F$, $G = 11 \mu S$ per km) è

$$\beta_{\min} = 0,0091 \quad \text{con } L_{\text{opt}} = 0,051 H/km.$$

Per la forma molto schiacciata della curva nella regione del minimo, risulta conveniente non caricare la linea fino al valore di L_{opt} onde non aumentare eccessivamente la spesa. Nel caso considerato già $0,002 H/km$ è un carico sufficiente.

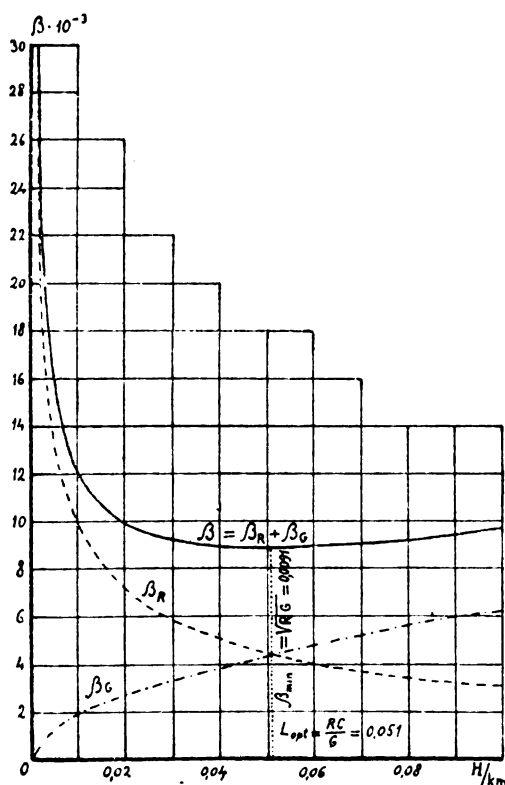


Fig. 1.

Dalla formula (13) non apparisce esplicitamente l'influenza della frequenza sulla attenuazione.

Ma anzitutto va osservato che cresce colla frequenza la conduttanza G . Lo stesso succede della resistenza effettiva, specialmente nelle linee caricate.

Se infatti il carico è ottenuto col sistema Krarup, si ha

$$R = R_0 + \Delta R$$

dove R_0 è la resistenza per corrente continua, e ΔR , circa proporzionale al quadrato della frequenza, è l'aumento per le correnti parassite nel rame e nel ferro e per l'isteresi. Se il carico è ottenuto col sistema Pupin, si ha

$$R = R_0 + \Delta R_s$$

dove ΔR_s comprende, oltre l'aumento di resistenza della linea per skin-effect, anche la resistenza delle bobine per corrente continua e il relativo aumento di resistenza per le perdite nel rame e nel ferro.

Torna comodo mettere in rapporto, sia nell'uno che nell'altro metodo, l'aumento di resistenza rispetto alla linea semplice e l'aumento di autoinduzione. Nella fig. 2 sono appunto rappresentati i valori dei rapporti $\frac{\Delta R}{L}$ e $\frac{\Delta R_s}{L}$ rispettivamente per il cavo krarupizzato e pupinizzato, assumendoli uguali per $\omega = 5000$. Mentre per basse frequenze, com'è ovvio, l'aumento di resistenza è molto minore nel cavo krarupizzato, colle alte frequenze diventa molto maggiore. Questo influisce naturalmente sull'attenuazione. Posto infatti per $\omega = 5000$

$$\frac{\Delta R}{L} = \frac{\Delta R_s}{L} = \frac{1}{\tau}$$

abbiamo

$$\beta_{\min} = \sqrt{RC \left(\frac{1}{\tau} + \frac{G}{C} \right)} \quad (16)$$

$$L_{\text{opt}} = \frac{R}{\frac{1}{\tau} + \frac{G}{C}} \quad (17)$$

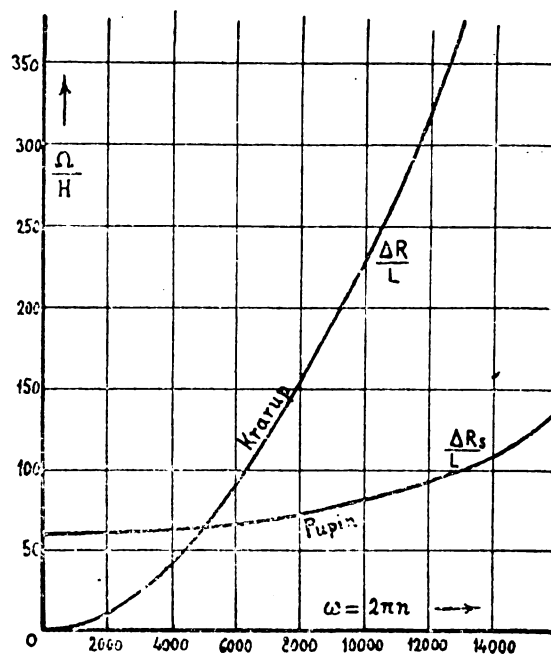


Fig. 2.

Nell'esempio citato del cavo della Manica, assumendo $\frac{1}{\tau} = 65$ con $\omega = 5000$, risulta

$$\beta_{\min} = 0,0108$$

$$L_{\text{opt}} = 0,0353$$

In pratica ci si potrebbe limitare a pupinizzare con bobine di 80 mH a distanze di nodi 1,5 (m 2783), ottenendo un aumento di autoinduzione di 28,8 mH/km; oppure a krarupizzare con una spirale di filo di ferro speciale di 0,3 mm di diametro, ottenendo un aumento di 15 mH/km. Allora si ottengono le attenuazioni mostrate

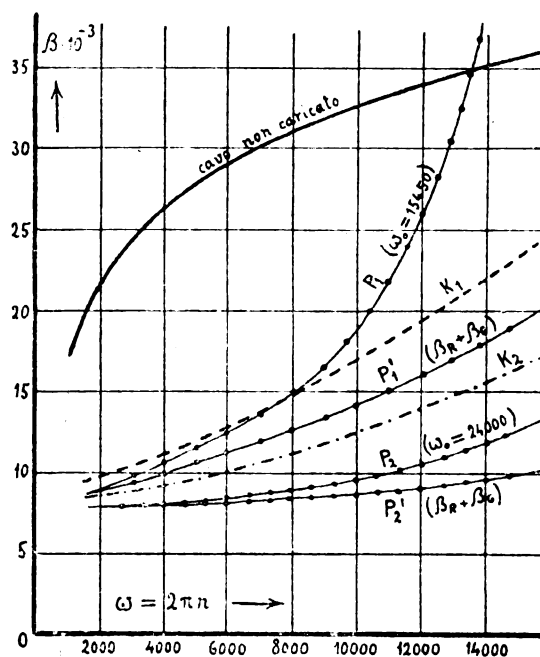


Fig. 3.

dalla fig. 3 in funzione della frequenza: P_1' per il cavo pupinizzato, K_1 per krarupizzato, ambedue calcolati da $\beta = \beta_R + \beta_G$. Il successo ottenuto col carico è notevole, ed è maggiore nel cavo pupinizzato.

Però ad un cavo pupinizzato, che è composto di tanti tratti riuniti in catena, la teoria della propagazione prima accennata non può essere applicata che con opportune modificazioni, poichè il passaggio dell'energia da un tratto della catena al successivo dipende qui dalla velocità di propagazione, e quindi dalla lunghezza d'onda $\lambda = \frac{2\pi}{\alpha}$

Finchè questa è notevolmente maggiore della distanza s tra due bobine, il cavo si comporta all'incirca come se l'autoinduzione fosse uniformemente distribuita. Ma al crescere della frequenza λ diminuisce, e allora comincia ad esser sensibile la perdita d'energia per la riflessione delle onde alle bobine, aggiungendosi alla perdita d'energia lungo la linea. Se si raggiungesse il valore $\lambda = 2s$, allora sarebbe $\alpha s = \pi = 180^\circ$, ossia in ogni tratto si avrebbe inversione di fase: l'energia sarebbe totalmente riflessa e la linea non trasmetterebbe. Ciò si verifica ad una frequenza critica, uguale alla frequenza propria di una bobina, cioè con

$$\omega_0 = \frac{2}{\sqrt{L_s C_s}}$$

essendo L_s e C_s l'autoinduzione e la capacità totali di un tratto.

Ne segue che la costante angolare αs non cresce linearmente colla frequenza secondo l'equazione (12): anzi, αs raggiunge il valore π (180°) già ad una frequenza alla quale la costante angolare di un cavo krarupizzato, a parità di autoinduzione, possiede soltanto il valore 2 (115°).

Ma anche avanti di arrivare alla frequenza critica, si hanno perdite d'energia per riflessione che aumentano l'attenuazione della linea pupinizzata sino al valore approssimato

$$\beta\omega = (\beta_R + \beta_i) \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}} \quad (18)$$

Nel caso nostro (con $L = 80$ mH e $C = 0,2$ μ F per ogni tratto di 2783 m fra due bobine) si ha $\omega_0 = 15450$. Aggiungendo allora alle perdite d'energia della linea quelle per la riflessione delle onde, l'attenuazione reale del cavo pupinizzato calcolata colla (18) risulta rappresentata dalla curva P_1 nella fig. 3: da una certa frequenza in poi ($\omega = 7000$) risulta superiore, e non più inferiore, a quella del cavo krarupizzato col carico suindicato.

Se si volesse pupinizzare il cavo per modo che a tutte le frequenze telefoniche risultasse migliore del cavo krarupizzato, si dovrebbero inserire bobine di 50 mH per ogni nodo, con che risulterebbe $\omega_0 = 24000$. Se inoltre le perdite per conduttanza venissero ridotte — come oggi giorno è possibile — ad 1/10 di quelle che si hanno nel caso della Manica, allora l'attenuazione del cavo pupinizzato e krarupizzato sarebbe dato rispettivamente dalle curve P_2' , P_2 e K_2 , avendo calcolato P_2' dalla (13) e P_2 dalla (18). La distanza fra le curve P_2' e P_2 , come quella fra le curve P_1' e P_1 , mostra come crescono colla frequenza le perdite per la riflessione delle onde.

Sembrerebbe dunque che nel pupinizzare convenisse spingere la frequenza propria di un tratto fino a valori altissimi. Ma ciò è sconsigliabile e non soltanto per ragioni economiche. In generale, in pratica, quando non si tratti di trasmissioni a grandissima distanza, ci si limita a valori di $\omega_0 = 15000 \div 17000$.

Anche nel krarupizzare si ha una limitazione; infatti l'aumento di diametro portato dalle spirali di ferro porterebbe un aumento di capacità: per evitarlo occorre distanziare maggiormente le varie anime del cavo, che diventa così più pesante e più costoso.

Ora si osservi che le onde di varia frequenza che si trovano sovrapposte nella trasmissione telefonica, avendo valori differenti di β vengono lungo la linea smorzate in modo diverso, quelle di frequenza più bassa meno delle altre. Perciò la parola subisce una *distorsione*. Come misura di questa distorsione può servire la quantità

$$\Delta = \frac{\beta_{7000} - \beta_{3000}}{\frac{1}{2}(\beta_{7000} + \beta_{3000})} 100 \%$$

gl'indici numerici indicando valori della frequenza angolare. Così la distorsione negli esempi succitati ha questi valori:

| | |
|--|------|
| nel cavo della Manica non caricato | 35 % |
| » krarupizzato K_1 | 31 » |
| » pupinizzato P_1 | 38 » |
| » krarupizzato K_2 | 22 » |
| » pupinizzato P_2 | 9 » |

Va infine tenuto conto anche della variabilità dell'impedenza caratteristica e della velocità di propagazione colla frequenza. Perciò nella fig. 4 viene mostrata l'impedenza caratteristica del cavo non caricato, del cavo krarupizzato K_1 e del cavo pupinizzato P_1 , mediante le due componenti reale A e immaginaria B . Si vede che nel cavo non caricato la componente reale è piccola, la immaginaria relativamente grande, e vanno diminuendo colla frequenza. Nel cavo krarupizzato la componente reale è quasi costante, l'altra tende rapidamente a zero.

Nel cavo pupinizzato (supposto cominciare e terminare con metà tratto) la componente reale, che risponde assai bene alla formula

$$A = Z_0 \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}},$$

diventa infinita alla frequenza angolare ω_0 ; così pure la componente immaginaria, che avanti ω_0 ha valori piccolissimi.

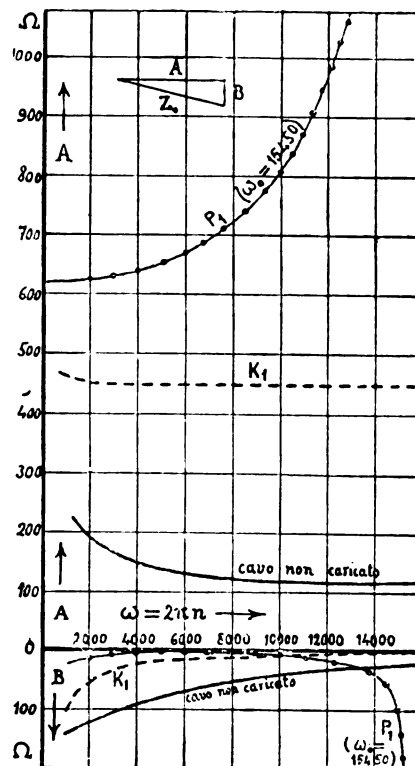


Fig. 4.

Per gli stessi tre cavi la fig. 5 mostra la lunghezza d'onda λ in funzione della frequenza: essa, al crescere del carico, evidentemente diminuisce.

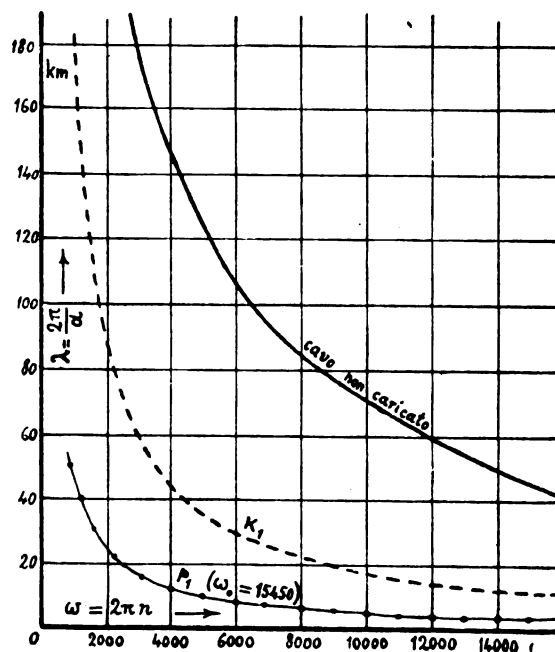


Fig. 5.

Questi sono i principali risultati della teoria; ma in realtà i fenomeni sono alquanto più complessi.

3. - Cavi telefonici subacquei posati finora.

Le tabelle 1 ÷ 4 contengono, per i cavi caricati attualmente posati, i dati più importanti, riferiti sempre alla frequenza angolare $\omega = 5000$. In luogo della conduttanza G è indicato il rapporto $\frac{G}{C} = 5000 \tan \delta$, e in luogo di ΔR o ΔR_s è dato rispettivamente $\frac{\Delta R}{L}$ o $\frac{\Delta R_s}{L}$, pure per $\omega = 5000$.

(*) WAGNER, Archiv für Elektrot., 3, 315, 1915; 7, 61, 1919; Telegr. u. Fernspr., 8, 29, 1919; Z.S. für techn. Physik, 2, 297, 1921. MEYER, Archiv für Elektrot., 9, 399, 1921; Z.S. für techn. Physik, 2, 306, 1921. KÜPFMÜLLER, Telegr. u. Fernspr., 11, 45, 1922. LIENEMANN, Telegr. u. Fernspr., 11, 4, 1922. CLARK, J.A.I.E.E., 42, 1, 1923. HILL, Post Office E.E.J., 16, 11, 1923.

TABELLA I. — Cavi krarupizzati, in guttaperca.

| LUOGO DI POSA | Anno di posa | Lunghezza | | Numero di anime | Ferro | | Peso lb/n | | Diam. sul rame n mm | R_0 ' | L ' | C ' | $\frac{G}{C}$ | $\frac{\Delta R}{L}$ | $Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$ | β_R per nodo | β_G per nodo | β | | Distorsione % |
|---|--------------|-----------|------|-----------------|---------------|----------------|-----------|------------|------------------------|------------|----------|----------|---------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------|------------------|
| | | nodi | km | | Num. distriti | Diam. del filo | Rame | Guttaperca | | | | | | | | | | per nodo | per km | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elseneur-Helsingborg (Danimarca-Svezia) | 1902 | 3 | 5,3 | 4 | 1 | 0,2 | 127 | 191 | 2,1 | 17,60 | 9,84 | 0,150 | 100 | 90 | 255 | 0,0360 | 0,0019 | 0,0379 | 0,0204 | |
| Refsnes-Selvig | 1904 | 22 | 40 | 4 | 3 | 0,2 | 285 | 195 | 3,3 | 7,90 | 16,16 | 0,223 | 120 | 75 | 270 | 168 | 37 | 205 | 110 | |
| Korsör-Nyborg | 1906 | 10 | 19,2 | 8 | 3 | 0,2 | 285 | 191 | 3,3 | 7,90 | 17,30 | 0,237 | 120 | 76 | 270 | 170 | 39 | 209 | 113 | |
| Elba-Piombino | 1909 | 7 | 13,2 | 4 | 1 | 0,2 | 101 | 116 | 1,9 | 22,40 | 9,76 | 0,169 | 100 | 93 | 240 | 480 | 20 | 500 | 270 | |
| Francia-Inghilterra (Manica) | 1912 | 23 | 43,5 | 4 | 1 | 0,3 | 300 | 300 | 3,3 | 7,70 | 13,50 | 0,176 | 80 | 60 | 278 | 153 | 19 | 172 | 093 | |
| Istria-Dalmazia | 1912 | 32 | 59 | 4 | 3 | 0,2 | 210 | 180 | 2,8 | 11,00 | 19,80 | 0,216 | 60 | 51 | 303 | 197 | 19 | 216 | 116 | 21 |
| Vancouver-Victoria (America) | 1913 | 28 | 52 | 4 | 1 | 0,3 | 300 | 300 | 3,3 | 8,00 | 11,56 | 0,175 | 70 | 95 | 258 | 175 | 16 | 191 | 103 | |
| Norvegia | 1920 200*) | 371*) | | 2 | 3 | 0,2 | 155 | 180 | 2,3 | 14,90 | 23,23 | 0,185 | 40 | 65 | 355 | 230 | 13 | 243 | 131 | |
| Lipari-Milazzo | 1920 | 29 | 54 | 1 | 3 | 0,2 | 185 | 158 | 2,5 | 6,50 | 9,85 | 0,485 | 30 | 170 | 143 | 280 | 12 | 292 | 157 | |
| Keywest-Havana (Florida Cuba) (3 cavi) | 1920 | 104 | 194 | 1 | 1 | 0,2 | 315 | 315 | 3,65 | 3,35 | 4,37 | 0,311 | 35 | 285 | 119 | 190 | 07 | 197 | 106 | 19 |

*) Più tratti; lunghezza totale approssimativa.

*) Nei cavi a più anime, valori per nodo di doppino.

TABELLA II. — Cavi krarupizzati, in carta e aria.

| LUOGO DI POSA | Anno di posa | Lun- ghezza | | Numero di anime | Ferro | | Rame | | R_0 ' Ω/n | L ' mH/n | C ' $\mu F/n$ | $\frac{G}{C}$ | $\frac{\Delta}{L}$ | $Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$ | β_R per nodo | β_G per nodo | β | | Distorsione % |
|--|--------------|----------------|-----|-----------------|----------------|----------------|--------------|-------------|--------------------------|--------------------|-----------------------|---------------|--------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|----------|--------|----------------------|
| | | nodi | km | | Num. di strati | Diam. del filo | Peso lb/n | Diam. mm | | | | | | | | | per nodo | per km | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fehmarn-Laaland I (Germania Dani- marca) | 1902 | 10 | 19 | 4 | 1 | 0,3 | 370 | 3,6 | 6,36 | 9,30 | 0,136 | 115 | 326 | 268 | 0,0175 | 0,0020 | 0,0195 | 0,0105 | |
| Greetsiel-Borkum (Germania). | 1903 | 16 | 30 | 4 | 1 | 0,3 | 130 | 2,1 | 18,06 | 14,82 | 0,067 | 85 | 265 | 470 | 234 | 13 | 247 | 133 | |
| Duhnen-Helgoland (Germania) | 1903 | 41 | 76 | 2 + 2* | 1 | 0,3 | 440 | 4,0 | 5,06 | 7,96 | 0,075 | 138 | 206 | 326 | 102 | 17 | 119 | 064 | |
| Fehmarn-Laaland II (Germania-Dani- marca) | 1907 | 11 | 19 | 4 | 3 | 0,2 | 265 | 3,0 | 8,92 | 18,20 | 0,077 | 117 | 76 | 486 | 106 | 22 | 128 | 069 | |
| Stralsund-Malmö } coppia | 1919 | 65 | 121 | 4 | 1 | 0,3 | 125 | 2,1 | 18,60 | 14,05 | 0,068 | 62 | 100 | 456 | 230 | 09 | 128 | 069 | 16 |
| (Germania-Svezia) } bicoppia | | | | | | | | | | | | | | | | | 239 | 129 | |
| Leba - Tenkitten } coppia | 1920 | 92 | 170 | 12 + 3* | 2 | 0,2 | 120 | 2,1 | 20,90 | 19,20 | 0,091 | 22 | 61 | 460 | 238 | 04 | 242 | 130 | 12 |
| (Prussia orientale) } bicoppia | | | | | | | | | 10,45 | 9,30 | 0,250 | 22 | 48 | 193 | 286 | 05 | 291 | 157 | |
| Stralsund-Malmö } coppia | 1921 | 80 | 149 | 12 + 6* | 2 | 0,2 | 120 | 2,1 | 19,00 | 20,00 | 0,096 | 12 | 96 | 456 | 231 | 05 | 236 | 127 | 11,0 |
| (Germania-Svezia) } bicoppia | | | | | | | | | 9,50 | 9,54 | 0,265 | 15 | 63 | 189 | 268 | 04 | 272 | 147 | |

*) Anime telegrafiche.

*) Valori per nodi di doppino o di bicipia, rispettivamente.

I successi della krarupizzazione sono costati molto minor tempo e lavoro di quelli della pupinizzazione. Difatti la telefonia subacquea con cavi caricati, iniziata nel 1902, ha usato fino al 1910 quasi soltanto cavi krarupizzati: dei primi due posati, nel 1902, uno era isolato in guttaperca, lungo 5,3 km, pel collegamento della Danimarca colla Svezia attraverso il Sund, e l'altro era isolato in carta, lungo 19,5 km, per allacciare Berlino con Copenaghen.

Il tipo in guttaperca, che poté sfruttare l'esperienza già fatta in oltre 50 anni coi cavi telegrafici, fece presto a perfezionarsi e ad affermarsi. Invece il tipo in carta presentò maggiori difficoltà. Nel primo cavo del 1902 la carta era impregnata, ma poi si passò addirittura all'isolamento in carta e aria, lasciando da parte i primitivi timori circa la possibile penetrazione di acqua per i guasti; e il cavo di questo tipo posato nel 1903 fra Duhnen e Helgoland, di ben 75,5 km, ebbe pieno successo. Esso funziona ancora da venti anni ed ha una attenuazione chilometrica delle più basse anche fra i cavi moderni. Il filo di ferro per la krarupizzazione aveva il diametro 0,2 mm nel 1° cavo in guttaperca, e 0,3 mm nel 1° cavo in carta.

Nei cavi in carta si ebbe un nuovo inconveniente nel molto maggiore aumento di resistenza dovuto alle perdite per correnti parassite nel mantello di piombo: così i primi tre cavi di tal tipo hanno $\frac{\Delta R}{L} = 206 \div 326 \Omega/H$. Ma si trovò poi modo di evitarlo, tanto che

la ditta Felten e Guillaume nel cavo del 1907 poté ottenere $\frac{\Delta R}{L} = 76$,

nonostante che la krarupizzazione fosse fatta con tre strati di filo. In questo cavo, pur avendosi un'attenuazione poco diversa da quella di Helgoland del 1903, lo spazio concesso ad ogni coppia è ridotto a metà, il che costituisce un notevole successo (*).

Frattanto nel 1906 la Siemens e Halske (v. tabella 4) aveva terminato l'ardita impresa della posa attraverso al lago di Costanza di un cavo pupinizzato, lungo 12 km, isolato in carta e aria, con mantello di piombo (**). Aveva una bobina per chilometro; il carico era un po' forte, tuttavia il successo fu nell'insieme soddisfacente (***).

In Inghilterra, dove si era un po' diffidenti circa il valore economico della krarupizzazione, si preferiscono i cavi pupinizzati isolati in guttaperca, e il primo di questi fu posato nel 1910 attraverso la Manica. Fu quel canale il teatro della lotta di concorrenza, che allora si iniziò, fra i cavi caricati col metodo Pupin e quelli col metodo Krarup (10). Il cavo del 1910 però non diede brillanti risultati. Aveva, è vero, con egual peso di rame e di guttaperca come nell'antico cavo del 1891, una attenuazione ridotta circa ad 1/3, grazie alle sue bobine, una per nodo. Ma presentò pure una distorsione del 45 %, contro 35 % dell'antico cavo non caricato (11). Ciò dipendeva da due circostanze: 1) la costruzione ancor primitiva delle bobine (v. nella

tabella il rapporto $\frac{\Delta R}{L}$) che avevano forti perdite per correnti parassite nel ferro; 2) le grandi perdite nel dielettrico, la guttaperca, onde l'attenuazione β_G per conduttanza importava oltre il 50 % dell'attenuazione β_R per resistenza. Avendo le bobine fatto salire l'impedenza caratteristica ad un valore doppio di quella di cavi Krarup equivalenti, la tensione doveva corrispondentemente venire aumentata, ma così le perdite per conduttanza crescevano in modo visibile.

Fu posato dopo, pure attraverso la Manica, un cavo krarupizzato, in guttaperca (v. tabella 1): con un egual peso di guttaperca come nel cavo pupinizzato, esso aveva però un peso di rame circa doppio. Risultò migliore di quello, avendo attenuazione e distorsione minori (12).

Il sistema Pupin avrebbe potuto competere col sistema Krarup, soltanto quando si fosse riusciti a diminuire le perdite nel dielettrico. Il problema, già in studio fin dal 1908 (13), aveva avuto soluzione coi cavi in carta e aria (14). Ma un'altra soluzione fu offerta dalla balata, sostanza simile alla guttaperca, usata già per altri scopi: risultò che essa è un ottimo isolante, con perdite dielettriche quasi dieci volte minori di quelle della guttaperca alla temperatura media del mare.

(10) O' MEARA, J.I.E.E., 46, 309, 1911.

(11) DEVAUX CHARBONNEL, Lum. él., 14, 163, 1911.

(12) RAVÉUT, Annales Postes, Télégr. et Télégr., 1, giugno 1912.

(13) GATI, E. u. M., 26, 263, 1908. BREISIG, E.T.Z. 29, 586, 1908.

LÜSCHEN, E.T.Z., 29, 1105, 1908.

(14) EBELING, E.T.Z., 31, 419, 1910.

(*) DOLEZALSK e EBELING, E.T.Z., 24, 770, 1903. BREISIG, E.T.Z., 25, 223, 1904; 26, 385, 1905; 29, 587, 1908.

(**) EBELING, E.T.Z.: 28, 661, 1907.

(*) LÜSCHEN, E.T.Z., 29, 1105, 1908.

TABELLA. III. — Cavi pupinizzati, in guttaperca o balata (1 bobina per nodo).

| LUOGO DI POSA | Anno di posa | Lunghezza | | Numero di anlie | Diam. sul rame mm | Peso lb/n | | R_0 ° | L_s °) | C °) | $\frac{C}{G}$ | $\frac{\Delta R_s}{L_s}$ | $Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$ | $\omega_0 = \frac{2}{\sqrt{LC}}$ | β_R per nodo | β_G per nodo | $\beta^*)$ | | Distorsione ‰ |
|---|--------------|----------------------------|----------------------|-----------------|----------------------|--------------|------------------------|------------|-------------|-----------|---------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------|-----------|------------------|
| | | nodi | km | | | Rame | Guttaperca o balata | | | | | | | | | | per nodo | per km | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inghilterra-Francia (Manica) . | 1910 | 20 | 37 | 4 | 2,4 | 160 | 300 | 14,2 | 100 | 0,138 | 120 | 84 | 850 | 17000 | 0,0133 | 0,0070 | 0,0212 | 0,0114 | 45 |
| Inghilterra-Belgio. . { coppia . | 1911 | 50 | 89 | 4 | 2,4 | 160 | 150 | 14,2 | 100 | 0,157 | 13 | 115 | 800 | 16000 | 160 | 03 | 178 | 096 | 25 |
| . { bicoppia | | | | | | | | 7,1 | 50 | 0,314 | 20 | 110 | 400 | 16000 | 158 | 13 | 181 | 098 | 22 |
| Inghilterra-Irlanda . { coppia . | 1913 | 63 | 118 | 4 | 2,4 | 160 | 150 | 14,2 | 100 | 0,160 | 16 | 66 | 790 | 15800 | 132 | 10 | 150 | 081 | 20 |
| . { bicoppia | | | | | | | | 7,1 | 50 | 0,320 | 19 | 64 | 395 | 15800 | 130 | 12 | 150 | 031 | 18 |
| Inghilterra - Francia (3 cavi) - Dani- marca (1 cavo) | 1915-8 | 21 42 26 22 22 | 39 78 48 41 | 4 | 3,4 | 310 | 200 | 7,4 | 80 | 0,189 | 17 | 65 | 650 | 16200 | 096 | 10 | 112 | 060 | |
| | | | | | | | | bicoppia | 3,7 | 40 | 0,378 | 21 | 62 | 325 | 16200 | 095 | 14 | 114 | 061 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inghilterra - Francia (2 cavi) | 1918 | 21 28 | 39 52 | 4 | 2,4 | 160 | 150 | 14,2 | 100 | 0,166 | 11 | 61 | 775 | 15500 | 130 | 07 | 145 | 078 | |
| | | | | | | | | bicoppia | 7,1 | 50 | 0,320 | 11 | 60 | 395 | 15800 | 127 | 07 | 140 | 076 |
| Danimarca | 1920 | 59 | 110 | 8 | 1,95 | 110 | 100 | 20,6 | 80 | 0,156 | 20 | 65 | 716 | 17900 | 182 | 11 | 200 | 108 | |
| | | | | | | | | bicoppia | 10,3 | 40 | 0,312 | 25 | 62 | 353 | 17900 | 179 | 14 | 200 | 108 |
| Svezia | 1920 | 73 | 135 | 4 | 3,65 | 350 | 212 | 6,4 | 80 | 0,187 | 20 | 65 | 655 | 16400 | 089 | 12 | 106 | 057 | |
| | | | | | | | | bicoppia | 3,2 | 40 | 0,374 | 25 | 62 | 327 | 16400 | 087 | 15 | 106 | 057 |
| Inghilterra-Olanda . { coppia . | 1922 | 82 | 153 | 4 | 2,4 | 160 | 150 | 14,2 | 100 | 0,164 | 12 | 65 | 780 | 15600 | 130 | 08 | 146 | 079 | 19 |
| | | | | | | | | bicoppia | 7,1 | 50 | 0,318 | 12 | 62 | 396 | 15900 | 127 | 08 | 143 | 077 |

°) Valori per nodo di doppino o di bicipopia, rispettivamente.

*) Calcolato dalla formula (18).

TABELLA IV. — Cavi pupinizzati, in carta e aria (1 bobina per km).

| LUOGO DI POSA | Anno di posa | Lunghezza | | Numero di anime | R a m e | | R_0) Ω/km | L_s) mH/km | C) μF/km | $\frac{C}{G}$ | $\frac{\Delta R_s}{L_s}$ | $Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$ | $\omega_0 = \frac{2}{\sqrt{LC}}$ | β_R per km | β_G per km | $\beta^*)$ | | Distorsione % |
|----------------------------|--------------|-----------|----|-----------------|--------------|-------------|--------------------|---------------------|-------------------|---------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------------|---------------------|---------------------|------------|----------|------------------|
| | | nodi | km | | Peso lb/n | Diam. mm | | | | | | | | | | per km | per nodo | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lago di Costanza | 1905-6 | 6,5 | 12 | 14 | 65 | 1 5 | 20,0 | 210 | 0,039 | 80 | 65 | 2320 | 22100 | 0,0072 | 0,0036 | 0,0111 | 0,0206 | — |

°) Valori per km di doppino.

*) Calcolato dalla formula (18).

Si maturò in quel tempo anche il problema della migliore formazione delle bicipopie, con cui si rese possibile ottenere tre circuiti mediante due sole coppie. Le esperienze di confronto eseguite sui due cavi posati nella Manica misero allora in evidenza la superiorità della pupinizzazione (15). Si poté anche, nei cavi pupinizzati, riportare l'attenuazione della bicipopia, mediante bobine ausiliarie, al valore proprio delle coppie, per modo che i tre circuiti riguardo all'attenuazione risultassero equivalenti.

Sfruttando queste due nuove risorse, la balata e la formazione a bicipopia, si posò allora, nel 1919, il cavo di 89 km tra l'Inghilterra e il Belgio (v. tabella 3), con risultati sorprendenti. L'attenuazione del nuovo cavo pupinizzato risultò circa uguale a quella del cavo krarupizzato, che era molto più pesante. In confronto poi col precedente cavo pupinizzato deve rilevarsi che ora, a causa dell'aggiunta delle bobine ausiliarie, con cui il numero delle bobine in ogni coppia veniva raddoppiato, l'aumento di resistenza ΔR_s risultava maggiore, e ciò aumentava l'attenuazione β_R di resistenza; ma poichè nel contempo la sostituzione della balata alla guttaperca abbassava considerevolmente l'attenuazione β_G di conduttanza, il valore di β risultava diminuito (16).

La discussione sulla superiorità del sistema Pupin o di quello Krarup era allora vivacissima (17). Ma la bilancia s'inclinava sempre più verso il cavo pupinizzato; e quando nel 1913 fu posato un nuovo cavo pupinizzato, di 118 km, tra l'Inghilterra e l'Irlanda (v. tabella 3), la lotta, almeno nel caso di lunghi cavi in mari profondi, sembrò definitivamente decisa in favore del sistema Pupin (18). In quel cavo si ottennero soprattutto miglioramenti nelle bobine, riuscendosi ad avere, per $\omega = 5000$, un aumento ΔR_s di resistenza di solo 65 Ω per ogni henry. Si abbassò così il valore di β_R del 20 per cento di fronte al cavo anglo-belga del 1911.

Ma i partigiani del sistema Krarup, lungi dal darsi per vinti, ottennero miglioramenti: abbassarono il valore di $\frac{\Delta R}{L}$, aumentando l'autoinduzione e riducendo le perdite nel dielettrico coll'adozione di speciali mescole di guttaperca, l'impiego della balata per cavi caricati essendo protetto da brevetti (19) (vedi $\frac{G}{C}$ nella tabella 1).

Due cavi krarupizzati, in guttaperca, di notevole potenza, sono quello posato nell'Adriatico nel 1912 (delle Seekabelwerke di Nordenham) e quello posato nel 1913 in America tra Vancouver e Victoria: il primo di essi specialmente, con relativamente piccolo peso,

ha bassa attenuazione e bassissimo il $\frac{\Delta R}{L}$. D'altra parte, buoni cavi pupinizzati, in balata, furono posati tra il 1915 e il 1918, durante la guerra, fra l'Inghilterra e il continente (v. tabella 3).

Ma durante la guerra s'introdusse rapidamente nella telefonia l'amplificatore a valvola ionica; il problema dei cavi telefonici subacquei si presentò allora sotto un altro aspetto, potendosi coll'uso degli amplificatori ottenere un altissimo rendimento da cavi di minimo costo. Furono in parte superate, coll'invenzione dell'amplificatore a doppia valvola, le difficoltà che si opponevano all'applicazione degli amplificatori nelle linee pupinizzate (20); si dovette però riconoscere che anche con quel tipo di lampada si ha miglior rendimento dai cavi krarupizzati che da quelli pupinizzati. Cosicchè ora la lotta di concorrenza, nel campo della telefonia subacquea, sembrò volgere più favorevole al sistema Krarup.

Il primo cavo krarupizzato funzionante con amplificatori fu posato nel 1919 tra la Germania e la Svezia, per una lunghezza di 121 km (v. tabella 2): era anche il primo cavo subacqueo krarupizzato nel quale si utilizzasse il circuito fantasma; la possibilità di tale circuito non era dunque una prerogativa dei cavi pupinizzati. Si trattava di un cavo in carta e aria, con mantello di piombo, costruito da Felten e Guilleaume.

Il buon successo ottenuto consigliò l'Amministrazione tedesca delle Poste a posare altri cavi krarupizzati, pure in carta e aria, ma con varie bicipopie: uno di 170 km nel 1920 nella Prussia orientale, e un secondo di 149 km nel 1921 fra la Germania e la Svezia, entrambi a 3 bicipopie e con 3 linee telegrafiche (21). Ad essi poi nel 1922 seguirono altri 2 cavi sugli stessi percorsi, ma con 4 bicipopie e 4 linee telegrafiche. Così la tecnica della telefonia con cavi subacquei ha compiuto grandi progressi e consente oggi giorno numerose comunicazioni simultanee, favorendo in tal modo grandemente le relazioni commerciali.

Cavi pupinizzati, in balata, pei quali non v'è, come pei cavi in carta e aria, la limitazione nell'impiego a profondità minori di 200

(15) Annales Postes, Télégr. et Téléph., 1, 216, 1912.

(16) HILL, Post Office E.E.J., aprile 1912.

(17) PETRITSCH, E. u. M., 30, 409 e 440, 1912; Annales Postes, Télégr., Téléph., 1, giugno 1912. LÜSCHEN, Archiv für Elektrot., 1, 315, 1912. HILL, Electr. Review, 71, 892, 931, 973, 1912. DEVAUX CHARBONNEL, Lumière Electr., 18, 323, 1912; 21, 164 e 196, 1913.

(18) HILL, Post Office E.E.J., 6, 381, 1914.

(19) WAGNER, Archiv für Elektrot., 3, 67, 1914.

(20) HÖPFNER, Archiv für Post u. Tel., n.º 7, 1918; Telegr. u. Fernsprechtechnik, 8, 49, 139, 1919; 9, 86 e 126 e 139, 1920. GHERARDI e JEWETT, Proc. A.I.E.E., 38, 1255, 1919. NOBLE, J.I.E.E., 59, 389, 1921. GHERARDI, Electrical Comm., ago. e nov. 1922. VALENSI, Annales Postes, Télégr. Téléph., 10, 63, 1921.

(21) MÜLLER, E.T.Z., 42, 333 e 370, 1921.

metri, sono stati pure posati con formazione a bicipie (22) (v. tabella 3, cavo del Governo danese); ma si tratta di cavi di portata notevole sarebbero troppo grossi e pesanti, e per varie bicipie il gran numero di bobine occorrenti offrirebbe difficoltà. Il più pesante cavo di questo tipo è quello posato nel 1920 in Svezia (v. tabella 3), al quale compete il più basso valore raggiunto finora per l'attenuazione chilometrica. Un altro cavo è stato posato nel 1922 fra l'Inghilterra e l'Olanda: questo sorpassa in lunghezza (km 153) tutti gli altri cavi pupinizzati subacquei, ed è stato, fra essi, il primo calcolato per funzionare cogli amplificatori.

Tra i cavi krarupizzati va citato ancora quello posato nel 1920 dallo stato norvegese (v. tabella 1), con un valore assai basso di $\frac{G}{C}$,

pur non avendo balata ma una speciale mescola di guttaperca; e infine quelli ad un solo conduttore secondo la proposta fatta da Devaux Charbonnel (23). Di questi ultimi, uno fu fatto costruire nel 1913-14 dall'Austria, per posarlo fra la Dalmazia (Spalato) e l'isola di Lissa, per uso simultaneo telegrafico e telefonico; passato in proprietà dell'Italia, fu da questa posato invece, nel 1920, fra la Sicilia (Milazzo) e l'isola di Lipari (24). Altri tre sono stati posati in America fra Key-West (penisola di Florida) e Avana (isola di Cuba), con lunghezze da 186 a 194 km, ad una profondità fino a 1830 m: è il più lungo e il più profondo collegamento telefonico subacqueo del mondo; viene sfruttato con comunicazioni simultanee a bassa e ad alta frequenza, e mediante amplificatori è collegato a Key-West colle linee del Nord America fino a San Francisco, a circa 9000 km (25). Incontriamo ordunque anche linee subacquee allacciate a reti terrestri che si estendono sopra un intero continente.

4. - Conclusione.

In base all'esperienza ed agli studi fatti nel corso di 20 anni nel campo della telefonia con cavi subacquei, possiamo oggi disporre, a seconda dei casi, di vari tipi di cavo.

Nel caso di mari poco profondi, con fondo sabbioso, si possono benissimo proporre anzitutto cavi krarupizzati, in carta e aria, con mantello di piombo. I progressi ottenuti con cavi di questo tipo sono rilevanti: si è potuto abbassare il valore di $\frac{G}{C}$ da 138 inizialmente

fino a $12 \div 15$, e ridurre il $\frac{\Delta R}{L}$ da 326 fino a 50; e per ogni dop-pino non si richiede più ora uno spazio di 142 mm² (cavo Greetsiel-Borkum del 1903), ma appena di 50 mm² (cavo svedese del 1921), cioè circa 1/3.

Nel caso invece di mari un po' profondi o agitati o a fondo roccioso, o quando per altre ragioni sarebbe arrischiato l'uso di cavi in carta e aria con mantello di piombo, si può scegliere fra i cavi pupinizzati in balata e i cavi krarupizzati in guttaperca, presentando però i primi tanto maggiori vantaggi che i secondi, quanto più lunga è la linea.

Nel caso infine di mari profondissimi, o per linee staccate, si possono impiegare cavi ad un solo conduttore, secondo la proposta di Devaux Charbonnel.

Di cavi pupinizzati in carta e aria n'è stato posato uno come prova nel 1905-06, e poi qualche altro in seguito (ad es. fra Vinkens-polder e Norderney nel 1920): questo tipo abbisogna ancora di essere perfezionato, si può tuttavia consigliarlo in qualche caso, specialmente con formazione a bicipie e coll'uso di amplificatori.

Non è infine prevedibile verso quali nuove strade si volgerà la telefonia con cavi subacquei per le varie possibilità di sfruttamento delle lampade amplificatrici, ma certo nuovi successi le sono ancora riservati.

(22) ROSEN, J.I.E.E., 60, 73, 1921.

(23) Lumière électr., 21, 131 e 164, 1913; Journal télégr., mag. e giugno 1913; Z.S. für Schwachstromtechnik, n. 11, 12, 13, 1913.

(24) Fu posato dalla Società Pirelli colla nuova nave Città di Milano, ricevuta anch'essa dall'Italia in conto riparazioni di guerra. Il cavo Lipari-Milazzo ha presso uno degli approdi un breve tratto con conduttore doppio per prendere la terra un po' al largo ed evitare così disturbi per correnti parassite. (o. b.).

(25) MARTIN, ANDRÉ, KENDAL, J.A.I.E.E., 41, 184, 1922. GHE-RARDI, J.A.I.E.E., 41, 596, 1922; E.T.Z., 43, 1115, 1922; Telephone News, maggio 1921; Annales Postes, Télégr. Téléph., 11, 959, 1922.

Statistica degli Impianti Elettrici in Italia Nuova Edizione del 1° Volume

È uscita la seconda edizione del 1° Volume della Statistica coi dati elettrotecnici riguardanti anche tutti i Comuni delle terre redente coll'indicazione delle rispettive Provincie.

Volume di pag. 515: prezzo L. 20.-
più postali L. 2.-

Dirigere vaglia all'Associazione Elettrotecnica Italiana.
Via S. Paolo 10 - Milano (3).

:: SUNTI E SOMMARI ::

IDRAULICA.

PAUL BUFFAULT — L'utilizzazione dell'energia idraulica in Francia.
(Révue générale des Sciences, 31 dicembre 1923; 30 gennaio 1924).

Lo sfruttamento delle forze idriche presenta un grandissimo interesse per il risparmio dei combustibili fossili. Nel 1922 la Francia ha consumato 64 800 000 tonn. di carboni fossili di cui 9 000 000 (14 %) per le ferrovie e 12 500 000 (19 %) per le industrie metallurgiche; di questa quantità, ammontando solo a 18 miliardi di tonnellate le riserve francesi di carbone fossile, una notevole parte dev'essere importata. Un aumento nella utilizzazione dell'energia elettrica permetterebbe pertanto delle economie di combustibile sia nella trazione ferroviaria, sia negli alti forni, sia nelle industrie metallurgiche e chimiche, in cui con l'elettricità si potrebbero anche produrre temperature più alte e uniformi che col carbone; e ancora è da tener conto della più facile applicabilità dell'energia elettrica nella piccola industria, nell'agricoltura, nelle irrigazioni, bonifiche, ecc.

Le condizioni di sfruttamento e gli eventuali conflitti coi proprietari delle rive dei corsi d'acqua son regolati in Francia dalla legge 16 ottobre 1919. Per essa devono essere autorizzate dal Prefetto, sentito il parere del Consiglio generale, le installazioni di meno di 500 kW, e quelle di meno di 150 kW quando l'energia serva per usi pubblici o ad associazioni sindacali; le altre installazioni sono sotto il regime della concessione, e sono concesse o per legge o per decreto secondo che la potenza normale è maggiore o minore di 50 000 kW oppure secondo che si abbia o no passaggio di acqua da un bacino ad un altro. Son poi concesse sovvenzioni statali se gli impianti hanno un carattere di interesse generale ed è concessa l'espropriazione dei terreni quando gli impianti siano d'utilità pubblica.

Nei riguardi dei vari bacini montani che si possono sfruttare e dei loro caratteri, si hanno anzitutto precipitazioni atmosferiche molto abbondanti nelle Alpi del Delfinato e della Savoia dove agiscono i venti umidi di W e di N-W: si hanno precisamente altezze pluviometriche variabili da 1000 a 2000 mm procedendo verso l'est; forti precipitazioni di acqua e neve si hanno nei Pirenei specie all'W (altezze pluviometriche intorno ai 1600 mm) e i corsi d'acqua che da essi scendono hanno portate più regolari di quelli delle Alpi; egualmente importanti sono alcuni dei corsi che scendono dall'Altipiano Centrale e dai vicini Monti Morvan (altezze pluviometriche dai 1200 ai 1700 mm e anche 2000 mm in alcuni punti per il primo, 2000 mm per i secondi); portate notevoli e molto regolari hanno i corsi d'acqua che scendono dal Giura; meno regolari quelli che scendono dai Vosgi. I periodi di piena si hanno generalmente in estate per i corsi d'acqua delle Alpi settentrionali, coincidendo con lo sciogliersi delle nevi; l'estate è invece in massima periodo di magra per i corsi della Provenza, dei Pirenei, dell'Altipiano Centrale, verificandosi in primavera e autunno le massime piene. Notevolmente diversi si presentano anche i corsi che scendono da questi sistemi montuosi nei riguardi della limpidezza delle acque, riuscendo in genere molto limpide le acque che scendono dai Pirenei, dato che i versanti di questi sono in gran parte costituiti da rocce compatte; meno buone risultano invece le acque dell'Altipiano Centrale e ancora meno quelle delle Alpi essendo i versanti di queste costituiti da rocce facilmente erodibili.

In complesso secondo Henri Cavaillès («La Houille Blanche», Parigi 1922) la potenza totale disponibile in Francia è di 10 milioni di HP in acque medie e 6 milioni in magra. Per la sostituzione completa del carbon fossile, dato il fabbisogno odierno della Francia, quale si è riportato in principio, occorrerebbero non meno di 8 220 000 HP pari all'80 % della potenza massima disponibile.

Mentre di tale potenza complessiva solo 800 000 HP erano installati prima della guerra, oggi la Francia, grazie a un notevole sforzo compiuto a partire dal 1914, possiede intorno a 1 775 000 HP installati di cui il 58 % nelle Alpi, 20 % nei Pirenei, 15 % nell'Altipiano Centrale. Fra una quindicina di anni si potrà forse realizzare una potenza di circa 3 000 000 HP: il Rodano potrà fornire 760 000 HP, 400 000 potranno aversene in Savoia e nel Delfinato, 250 000 nei bacini della Durance e della Tinée, 330 000 potranno essere ancora dati da nuovi impianti nei Pirenei, altri impianti in progetto o da eseguirsi quanto prima sulla Dordogna, sulla Truyère, sulla Loire Superiore e affluenti, sulla Cure che scende dai Monti Morvan daranno rispettivamente 270 000 HP, 100 000 HP, 179 000 HP, 20 000 HP. In un avvenire piuttosto lontano si può poi prevedere uno sfruttamento di 4 milioni di HP.

Esaminando singolarmente gli sfruttamenti di ciascun bacino è anzitutto interessante vedere come l'aumento delle potenze utilizzate e delle centrali costruite riesce naturalmente maggiore nelle zone montuose per la maggiore facilità e il minor costo degli impianti. Si riportano precisamente due tabelle di una pubblicazione del Bresson (1):

(1) HENRI BRESSON: Dictionnaire des principales rivières de France utilisables pour la production de l'énergie électrique, 1912.

TABELLA I.

| BACINI | Anno 1902 | | | Anno 1912 | | | Aumenti | | |
|-----------------|------------------------------|--------------------------|-------------|------------------------------|--------------------------|--------------|------------------------------|--------------------------|-------------|
| | Numero totale delle centrali | Centrali da 10 HP in più | | Numero totale delle centrali | Centrali da 10 HP in più | | Numero totale delle centrali | Centrali da 10 HP in più | |
| | | Numero | Potenza | | Numero | Potenza | | Numero | Potenza |
| Senna p. d. . . | 18 | 5 | 850 | 22 | 9 | 1030 | 4 | 4 | 180 |
| Eure | 385 | 9 | 632 | 390 | 14 | 1000 | 5 | 5 | 318 |
| Andelle | 80 | 5 | 137 | 83 | 8 | 181 | 3 | 3 | 44 |
| Marna | 470 | 43 | 3015 | 486 | 59 | 3404 | 16 | 16 | 389 |
| Oise | 197 | 15 | 385 | 287 | 28 | 747 | 90 | 13 | 362 |
| Aisne | 341 | 33 | 1000 | 413 | 60 | 1543 | 72 | 27 | 543 |
| Aube | 115 | 13 | 436 | 120 | 18 | 755 | 5 | 5 | 319 |
| Yonne | 398 | 24 | 592 | 426 | 52 | 1678 | 28 | 28 | 1086 |
| Altri affluenti | 929 | 53 | 1554 | 943 | 75 | 2177 | 14 | 22 | 623 |
| Totali | 2933 | 200 | 8651 | 3170 | 323 | 12515 | 237 | 123 | 3864 |

di esse la prima relativa alla Senna, il cui bacino è 78 500 km², fa vedere come per essa negli anni dal 1902 al 1912 la potenza utilizzata è cresciuta da 8651 HP a 12 515 HP cioè del 44,6 % manifestandosi il massimo aumento, del 184 %, sulla Jonne; tre altre centrali in progetto aumentano poi la potenza della Jonne di 20 000 HP. La seconda tabella si riferisce alla Loire, il cui bacino è di 121 092 km²: per questa la potenza, nei dieci anni dal 1902 al 1912 è aumentata da 4437 HP a 35 494 HP; l'aumento complessivo di 29 067 HP si ripartisce però in maniera notevolmente diversa fra la parte alta e la parte bassa del bacino avendosi qui un aumento di soli 2679 HP e là uno di 26 378 HP divenendo la potenza utilizzata nella parte superiore 17 volte maggiore. Dopo la pubblicazione del Bresson sono state portate a 15 000 e 27 000 HP le potenze della Cher e della Dore e si sono installati nell'alta Loire quasi 94 000 HP; altre centrali in progetto daranno presto altri 179 000 HP.

TABELLA II.

| BACINI | Anno 1902 | | | Anno 1912 | | | Aumenti | | |
|-------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------|------------------------------|--------------------------|---------|----------------------------|--------------------------|---------|
| | Aumento totale delle centrali | Centrali da 10 HP in più | | Numero totale delle centrali | Centrali da 10 HP in più | | Num. totale delle centrali | Centrali da 10 HP in più | |
| | | Numero | Potenza | | Numero | Potenza | | Numero | Potenza |
| A — Regione di pianura | | | | | | | | | |
| Loire p. d. | 10 | 1 | 200 | 10 | 1 | 200 | — | — | — |
| Allier | 100 | 9 | 147 | 100 | 9 | 147 | — | — | — |
| Cher | 276 | 23 | 505 | 282 | 29 | 829 | 6 | 6 | 324 |
| Indre | 110 | 6 | 142 | 113 | 9 | 180 | 3 | 3 | 38 |
| Vienne | 235 | 13 | 1212 | 237 | 15 | 1360 | 2 | 2 | 148 |
| Creuse | 257 | 10 | 594 | 263 | 16 | 1452 | 6 | 6 | 868 |
| Mayenne | 159 | 11 | 519 | 165 | 17 | 663 | 6 | 6 | 144 |
| Sarte | 347 | 14 | 698 | 373 | 39 | 1684 | 25 | 25 | 986 |
| Sèvre di Nantes | 154 | 6 | 101 | 156 | 8 | 161 | 2 | 2 | 60 |
| Altri affluenti . | 627 | 38 | 696 | 634 | 45 | 807 | 7 | 7 | 111 |
| Totali | 2275 | 131 | 4814 | 2332 | 188 | 7493 | 57 | 57 | 2679 |
| B — Regioni di montagna | | | | | | | | | |
| Loire p. d . . . | 18 | 2 | 89 | 21 | 5 | 1429 | 3 | 3 | 1340 |
| Allier | 559 | 24 | 480 | 586 | 51 | 12358 | 27 | 27 | 11878 |
| Cher | 82 | 3 | 36 | 86 | 7 | 6179 | 4 | 4 | 6143 |
| Vienne | 210 | 13 | 389 | 223 | 28 | 1131 | 15 | 15 | 742 |
| Creuse | 91 | 4 | 63 | 100 | 13 | 609 | 9 | 9 | 541 |
| Altri affluenti . | 825 | 30 | 561 | 884 | 49 | 6295 | 19 | 19 | 5734 |
| Totali | 1785 | 76 | 1623 | 1862 | 153 | 28001 | 77 | 77 | 26378 |
| Totali generali | 4060 | 207 | 4437 | 4194 | 341 | 35494 | 134 | 134 | 29057 |

Continuando la rassegna delle installazioni del Massiccio Centrale si hanno sulla Dordogna, sul Lot e sul Tarn 17 centrali di più di 500 HP che danno complessivamente 88 300 HP; quattro centrali in costruzione sulla Diège, sulla Cère e la bassa Dordogna che daranno presto 72 000 HP; sull'alta Dordogna, sulla Chavaron e la Rhue saranno installate dalla Compagnia d'Orléans sette centrali della potenza complessiva di 106 300 HP; ancora sulla Dordogna dalla «Energie électrique du Sud-Ouest» saranno impiantate quattro centrali di 123 500 HP complessivi; sulla Truyère e affluenti sono progettate tre centrali da 115 000 HP complessivi: sul Tarn la centrale di Florac sarà portata a 20 000 HP. In complesso le forze idrauliche fruttate sulla Dordogna, Truyère, Tarn avranno un aumento di 436 800 HP cioè saranno quasi quintuplicate.

Nei Pirenei nel 1916 le installazioni superiori a 100 HP davano 145 000 HP complessivi. Oggi sono installati 275 000 HP complessivamente: Ande, Tet, Tech 35 000; Ariège, Sabat, Letz 65 000; Gavonne 63 000; Neste Adour e torrenti 100 000; Saison, Nive 12 500. Altri 70 000 saranno portati da tre centrali dal Louron e da due sulla Neste d'Aure, e 259 000 da 19 centrali progettate (due sull'Aude, Neste d'Aure, tre sull'Ariège, undici sui torrenti di Pau, Ossau e Aspe): con queste ultime centrali la potenza aumenterà dell'88 %.

Passando al Giura e ai Vosgi si hanno sul Doubs e sulla Loue quattro centrali importanti e molte piccole che danno in tutto 39 200 HP; molti motori idraulici sono installati poi nei Vosgi ma hanno potenza limitatissima. Impianti di una certa importanza potranno farsi sulla Mosella, sul Reno da Bâle a Strasburgo si potranno avere circa 800 000 HP con un salto di 107 metri.

Il bacino del Rodano fornisce oggi 67 500 HP di cui 46 000 con le centrali di Bellegarde, Eloise, Jonage; dei restanti 17 900 HP sono forniti dall'Ain e dalla Valserine e 3600 dal Drome e dal Lez. Sono in costruzione la centrale di Chancy-Pougny sul Rodano e Cise-Bolozon sull'Ain che daranno 68 000 HP. Ancora sei centrali saranno costruite nel tratto dalla frontiera a Lione con 370 000 HP e dodici da Lione a Beaucaire con 387 000 HP.

Le Alpi di Savoia e del Delfinato danno oggi 100 000 HP nelle valli della Dranse, dell'Arve, del Fier, del Giffre, 21 000 nella valle del Guers, 638 000 in quella dell'Isère, 447 000 nelle valli degli affluenti dell'Isère (100 000 Arly e Doron, 160 000 Arc, 160 000 Romanche e Drac, 27 000 Fure, Morge, Furon e Bourge): si hanno così in tutto 1 206 000 HP. A questi presto ne aggiungeranno altri 15 000 con la centrale di Pont-de-Claix sul Drac; la potenza installata oggi potrà poi esser circa raddoppiata quando sarà completato lo sfruttamento del bacino della Romanche e affluenti.

La superficie di questo bacino tanto favorito dalle condizioni pluviometriche e topografiche è di 1203 km², e la sua altezza media 1985 m; comprende 51 ghiacciai con superficie complessiva di 990 ettari; divisi in quattro gruppi: Rousses, Meije, Pelvoux, Jétoles. La Romanche porta in magra 200 l/s a Villar-d'Arène (1651 m. s. l. m.) 2300 l/s al ponte S. Guglielmo (742 m. s. l.) 10 700 l/s a Vizille (281 m. s. l. m.); il suo principale affluente, il Véneon, porta 1200 l/s a Ougiers (850 m. s. l. m.), a 4400 m a monte della confluenza con la Romanche. Oggi 15 centrali danno nel bacino 144 350 HP; uno sfruttamento completo potrà dare, secondo i progetti studiati, 1 541 600 HP con sedici nuove centrali, utilizzando nove cadute inferiori a 300 m, cinque da 320 ÷ 500 m, tre da 600 ÷ 800 m, tre di più di 850 m.

Poco buone sono le condizioni delle Alpi di Provenza con cadute minori, minori precipitazioni, lunghe magre, scarsi ghiacciai che possano rimediare alle magre estive: la Durance dà 200 000 HP e 50 000 HP i corsi d'acqua del litorale. Sono in progetto parecchie centrali nel bacino superiore della Durance (Guisane, Clarée, Gyrondel), due a Serre Poncon e Ventavon che daranno 100 000 HP, altre nella Tinée (coi laghi Vens e Rabuons) che daranno 150 000 HP.

In complesso sulle Alpi (Savoia e Delfinato, Provenza) sono oggi installati più di 1 500 000 HP e potranno, in base ai progetti studiati, aversene ancora 1 800 000 con un aumento del 124 %.

Per quanto riguarda il confronto delle forze idrauliche francesi con quelle delle altre regioni, se si paragonano le cifre riportate con quelle che sono fornite dalle statistiche di questi paesi si ha che la potenza disponibile in Francia è il 15 per cento di quella degli Stati Uniti, il 45 % di quella della Svezia e Norvegia insieme; è superiore del 66 % a quella della Spagna, del 25 % a quella dell'Italia, del 150 % a quella della Svizzera (4 milioni di HP). La potenza installata in Francia rappresenta invece il 34 % di quella degli Stati Uniti, 53 % di quella del Canada; è superiore del 46 % a quella della Svezia, del 10 % a quella della Norvegia, del 38 % a quella dell'Italia, del 50 % a quella della Svizzera. Riferendo la potenza al numero degli abitanti si hanno 4,7 HP per 100 abitanti in Francia 4,8 negli Stati Uniti, 22 in Svezia, 31 in Svizzera, 46 nel Canada, 68 in Norvegia; nelle regioni delle Alpi però si hanno 32 HP per 100 abitanti, e 20 nei Pirenei.

Alla rapida diffusione dell'energia elettrica, e quindi al rapido incremento degli impianti idroelettrici, fa oggi ostacolo l'elevato costo degli impianti: prima della guerra il costo d'impianto per cavallo installato era intorno a 500-800 franchi, oggi invece esso risulta raddoppiato o triplicato.

Tale situazione ritarderà lo sviluppo degli impianti e rende utile l'applicazione di quei mezzi adatti a migliorare le condizioni di essi, e in particolar modo del rimboschimento dei bacini superiori dei corsi d'acqua, che influirà beneficamente nei riguardi della regolarità delle portate.

An. As.

* *

IMPIANTI.

LEON LEGROS — **Dati di confronto per l'uso di alluminio e rame nelle linee aeree.** (R. G. E., N. 5 e 6, 4 e 11 agosto 1923).

L'uso dell'alluminio ⁽¹⁾, in alcuni casi, può non essere consigliato. Esso è per es., profondamente attaccato da vapori acidi; prove eseguite su fili al 99 %, del diametro di 16/10 mm, hanno dato, dopo quattro ore, perdite in peso dal 5 (vapori nitrosi) al 30 % (vapori cloridrici), mentre nessuna perdita danno i vapori di acido solforico. In soluzioni di acqua acidulata al 10 %, dopo 24 ore, le perdite in peso sono state di 0,5,74 e 0,7 % rispettivamente per acidi nitrico, cloridrico e solforico.

Naturalmente, nell'atmosfera le condizioni sono ben diverse, ma il fenomeno è favorito dall'incrudimento del metallo, dall'umidità ambiente e dalla presenza di impurità metalliche che si attaccano alla superficie dei fili nei processi di lavorazione. L'attacco procede, per la natura igroscopica dei sali di alluminio, fino ad annullare la resistenza meccanica. Circa l'influenza dell'aria marina, i dati non sono precisi, ma, con precauzioni, l'alluminio sembra adoperabile. Però

(1) V. L'Elett. tecnica, Vol. IX, pag. 254.

esso, per quanto puro, resiste sempre meno del rame al tempo e agli agenti atmosferici. Tutti i prodotti per preservare il metallo, vernici o depositi elettrolitici, valgono solo se restano intatti durante le lavorazioni e la posa del filo, e sotto l'azione delle intemperie. La debole resistenza meccanica dell'alluminio non ne permette l'uso in fili massicci come converrebbe fino a sezioni di mm^2 20, perchè oltre di questa, lo si usa in cavi, e, per grandi campate, in cavi con anima d'acciaio; così si compensa anche l'effetto dell'alto coefficiente di dilatazione termica.

Ad ogni modo, l'installatore di una linea con alluminio deve curare in modo speciale la posa, la confezione dei giunti e delle derivazioni e la manutenzione dei conduttori, tenendo presente che la pellicola d'ossido isolante che si forma alla superficie può rendere inefficaci i contatti.

Dal punto di vista economico si hanno le seguenti equivalenze: 100 kg di rame corrispondono a 30 kg, 42 kg e 50 kg di alluminio, rispettivamente tenendo eguali la sezione, il riscaldamento e la conduttività (che è quel che interessa di più, per il rendimento della linea); perciò il prezzo dell'alluminio sarà ancora conveniente se sarà corrispondentemente 3,3 2,4 e 2 volte quello del rame. Queste cifre, molto favorevoli all'alluminio, vanno temperate da alcune considerazioni pratiche.

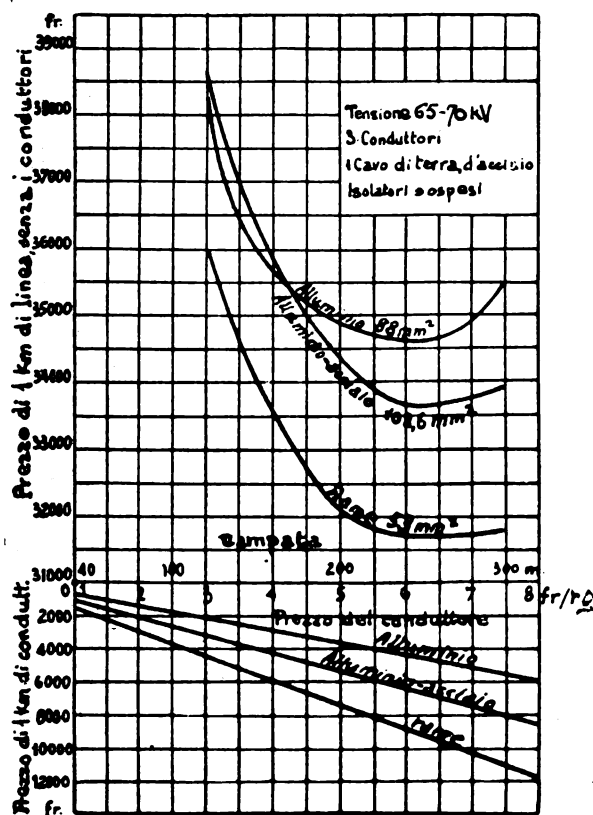


Fig. 1.

Mentre che il rame può usarsi in filo massiccio fino a diametri di 8-10 mm, l'alluminio deve adoperarsi sotto forma di corda e, per lunghe campate, occorre anche l'anima di acciaio, che fa crescere il peso, di fronte all'alluminio puro, del 45-65 % (secondochè i cavi sono a 7 o 37 trefoli); il prezzo, per esser conveniente, non dovrebbe superare di 1,35-1,2 volte quello del rame.

La maggiore dilatabilità dell'alluminio, richiede per esso pali più alti e quindi più pesanti del 5-10 %. E anche maggiore la spesa per maneggio e messa in opera, con giunzioni, amarraggi, ecc., data la facile alterabilità dell'alluminio; il minor peso non sempre basta a dare la preferenza.

L'A. ha fissato dei dati di paragone per linee trifasi fin oltre 100 000 V. Considerando conduttori di rame, alluminio e acciaio-alluminio di sezioni tali da dare la stessa conduttività, stabilito il prezzo per km (cioè 1450, 2840 e 2340 volte il prezzo per kg, rispettivamente, dell'alluminio, del rame e dell'acciaio-alluminio), posta una formula semplificativa che dà il peso del palo in funzione dell'altezza (che è data dalla freccia massima più 15 m), della lunghezza di campata e degli sforzi cui è soggetto (preso come sforzo base quello di un vento che dà 72 kg per m^2 di sezione longitudinale, aumentato del decimo del peso dei cavi), l'A. dà in una tabella i risultati dei suoi calcoli, per campate da 160 a 240 m, e in base ai valori suddetti e alle ipotesi da lui introdotte, i pesi dei pali per km di linea. Le campate più convenienti risultano così di m 180 per l'alluminio, 200 per il rame e 220 per l'acciaio-alluminio, essendo i pesi di palo rispettivamente di kg 6830, 6050 e 6270 per km. Poichè occorrono m^3 9,7 di calcestruzzo per 1330 kg di palo, il costo delle fondazioni per km, sarà dato dal prodotto dei pesi suddetti per $\frac{9,7}{1330}$ e per il prezzo per

m^3 di calcestruzzo. Il costo dell'equipaggiamento, per km, è, 5,5, 5 e 4,5 volte il prezzo dell'equipaggiamento di un palo, rispettivamente per l'alluminio, il rame e l'alluminio. Ricavando le formule che riuniscono, per i vari materiali, i parametri precedenti, si può determinare il prezzo per cui riesce più conveniente l'uso di uno di essi. In un esempio citato dall'A., col rame a 600 fr., l'alluminio a 330 fr. e l'acciaio-alluminio a 588 fr. per quintale, risulta più conveniente l'alluminio. Però è bene pensare che il cavo di rame non solo è reimpietabile per altre linee, ma conserva un valore come metallo, ciò che non si ha per l'alluminio. La conclusione cui giunge l'A. è che il costruttore deve vagliare caso per caso le circostanze.

L'A. fa poi il confronto di costo d'impianto per vari tipi di linee trifasi dei 3 materiali, per prezzi compresi in limiti ampi, a tensioni di 60-75 e 122 kV, ricavando cinque grafici di cui ne riportiamo uno (fig. 1) in cui la scala è la stessa per le parti superiore ed inferiore.

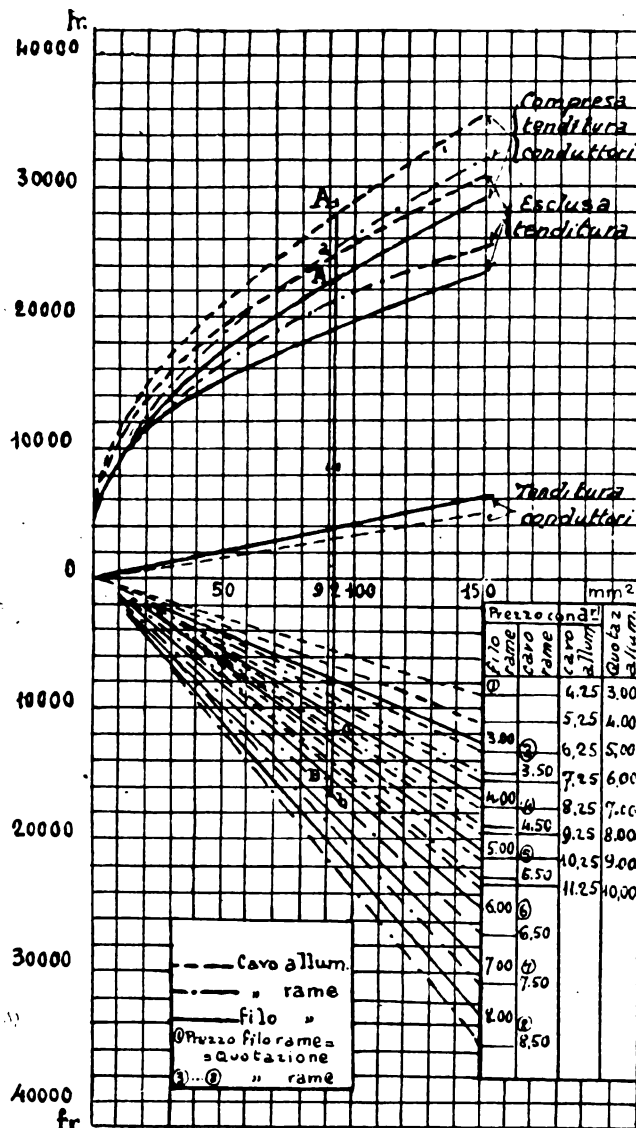


Fig. 2.

Nella prima le ordinate, prezzo della costruzione, comprendono: pali, fondazioni, equipaggiamento, mano d'opera, indennità e spese accessorie. La sezione base, per il rame, cui sono equivalenti, per conduttività eguale, le altre, è in questo caso, di mm^2 53, per 65-70 kV. Il costo totale si ha sommando le ordinate corrispondenti alla campata (si sceglie la più conveniente, per ogni materiale, come risulta dalle curve superiori) e al prezzo del materiale scelto.

L'A. tratta anche il caso di linee a tensioni medie e basse, montate su pali di ferro e di legno o, nelle città, mediante cavalletti o mensole su edifici. In questi casi si usano solo il rame, in filo massiccio fino a diametri di 8-10 mm, e l'alluminio, sempre in cavo; per cavi si ha un aumento, sul prezzo base del metallo, di 7-10 % per il rame e 10-20 % per l'alluminio. Le campate medie sono di 80-100 metri, per i pali di ferro, 40-50 m, per quelli di legno, e secondo le circostanze, per gli altri appoggi (in questo caso il costo si può ritenere eguale, per il rame e per l'alluminio).

Riferendosi agli sforzi di sovraccarico previsti dai regolamenti francesi, si vede che l'aumento di freccia che si deve consentire ai conduttori di alluminio, per le portate da 40 a 80 m, non supera m 0,12, sicchè non influisce sull'altezza e posizione dei supporti. Per valutare gli sforzi alla testa di questi, l'A. calcola, per varie sezioni di filo e cavo di rame e loro equivalenti di cavo d'alluminio, gli sforzi relativi (prendendo sempre come base l'azione del vento come sopra);

si rileva come il rapporto tra gli sforzi relativi ai conduttori dei vari tipi resti, costante, variando, in rapporto alla conduttività, le sezioni.

Il prezzo per km d'impianto, compreso scavi, fondazioni, messa in opera, costo del palo ed equipaggiamento, si esprime, secondo l'A., con una formula del tipo $A + B \times S$, dove A e B sono costanti da ricavare applicando la formula a linee di costo noto, ed S è lo sforzo comparativo di cui sopra, in kg, relativo all'uno o all'altro dei vari materiali. Per es., per linee a 3 fili, su pali di ferro, distanti 80 m., $A = 11700$ e $B = 56,5$ (essendo il costo, del calcestruzzo di fr. 150 a m³, e dei pali, di fr. 80 al quintale).

Per la messa in opera dei conduttori, si può calcolare una spesa, per km e per mm² di sezione, di fr. 13 per rame e fr. 6,30 per l'alluminio. Nelle linee di distribuzione, a causa delle derivazioni (10 in media per km), più costose per l'alluminio, per le precauzioni da prendere negli attacchi, si deve aggiungere fr. 0,32, in ambo i casi. Se P_r è il peso di 1 km di linea di rame, si ha che i prezzi di posa sono, per linee di trasmissione, di $1,45 P_r$ per il rame, e $1,15 P_r$ per l'alluminio, e, per linee di distribuzione, di $1,81 P_r$ e $1,72 P_r$ rispettivamente. Osservando che, nel costo totale, si possono ritenere pari per i due metalli, e quindi escludere dal confronto, le spese di progetto, tracciato, sorveglianza, generali, indennità, tasse, ecc., l'A. riassume, per alcuni casi caratteristici, quanto sopra, in formule che danno il costo d'impianto in funzione dei prezzi G_r del rame, e C_a dell'alluminio, del peso P_r della linea di rame, e dello sforzo S . Queste formule sono state tradotte in grafici come quello in fig. 2, che si riferisce a una linea a 3 fili, per 11000 V, su pali di legno, con campate di 40 m e coefficiente di sicurezza 3. La parte superiore dà il prezzo di costruzione e posa di 1 km di linea, l'inferiore quello dei conduttori, in corrispondenza a vari valori di C_r e C_a , che figurano nello specchio. Naturalmente, cambiando i prezzi di mano d'opera e materiali di costruzione, varierebbero le curve superiori.

Il prezzo di 1 km di linea a filo di rame, per data sezione, si ha, sull'ordinata ad essa corrispondente, fra i punti A , della curva dei prezzi di costruzione e posa, e B , della retta dei prezzi dei conduttori; nel caso di cavo di rame, analogamente, il prezzo è dato da $a b$, e per il cavo di alluminio, da A, c . Il prezzo per cui l'alluminio riesce più conveniente del filo o del cavo di rame, si ha portando, nell'ordinata della sezione di rame equivalente, a partire da A_1 , un segmento $A_1 B_1 = A B$ o $A_1 b_1 = a b$, rispettivamente per il filo o per il cavo di rame; i punti B_1 o b_1 , danno quel prezzo.

Nei casi di linee che traversano centri industriali, bisogna tener presente l'influenza di gas, vapori, ecc., sull'alluminio, per prendere almeno, delle precauzioni, che, data l'accessibilità delle linee, specie se a bassa tensione, possono consistere agevolmente nell'uso di grassi, vernici, ecc., la cui efficacia, legata alla integrità dello strato di rivestimento, richiede periodiche revisioni.

e. m. a.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

I. F. BYRNES — Trasmettitore radiotelegrafico e radiotelefonico di piccola potenza. (G. E. R., Vol. XXVI, N. 7, luglio 1923, pag. 512).

L'apparecchio di cui è fatto cenno in questa nota è un trasmettitore di piccola potenza specialmente adatto per piccole navi o per dilettanti. Esso consta di quattro triodi che funzionano tutti come oscillatori se l'apparecchio è usato come trasmettitore radiotelegrafico; e di cui invece due funzionano come oscillatori e due come modulatori quando si voglia fare della radiotelegrafia.

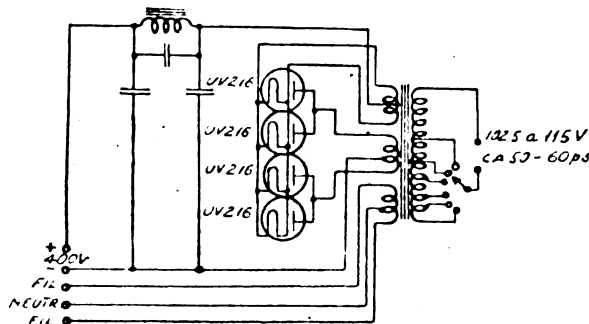


Fig. 1.

La potenza disponibile sull'antenna è nel primo caso di 20 volt e nel secondo circa la metà. Il complesso è alimentato da corrente alternata a 110 volt, che mediante diodi viene opportunamente rettificata; ed è contenuto in due cassette, una per il trasmettitore e l'altra per il raddrizzatore. Il microfono o il tasto vengono collegati al trasmettitore mediante fili volanti.

Il sistema raddrizzatore è rappresentato schematicamente dalla fig. 1. La corrente alternata alimenta un trasformatore a tre secondari, due dei quali forniscono ai diodi la tensione anodica, mentre l'ultimo alimenta direttamente i filamenti dei triodi ad una tensione di 7,5 volt. Sono utilizzate ambedue le semionde della corrente alternata, cosicché la corrente rettificata avrebbe delle pulsazioni di frequenza doppia di quella della corrente di alimentazione; se mediante un opportuno sistema di filtri non si procedesse a sopprimere la componente pulsativa della corrente raddrizzata.

Il circuito del trasmettitore è illustrato dalla fig. 2. Il generatore è del noto tipo ad accoppiamento magnetico e come trasformatore di accoppiamento è utilizzata l'induttanza di antenna. Per un buon funzionamento del complesso, come generatore di oscillazioni, la componente alternata della tensione anodica deve essere di circa 190 V, e la componente alternata della tensione di griglia di circa 120 V.

Tali tensioni alternative dipendono rispettivamente dalla reattanza induttiva della spirale di griglia e dall'intensità della corrente oscillatoria che le attraversa. Poiché il valore efficace della corrente d'antenna, nel caso della modulazione è inferiore a quello che si realizza nell'ordinaria trasmissione radiotelegrafica, un apposito commutatore permette di collegare gli anodi dei triodi o al punto B o a quello C dell'induttanza di antenna, così da mettere nei due casi i triodi nelle stesse condizioni di funzionamento. Per le griglie non è necessario fare alcuna commutazione, perché le spirali di griglia (al di sotto del punto D in figura 2) non solo attraversate dalla corrente di antenna, e quindi non si ha sensibile differenza tra le tensioni oscillatorie di griglia nei due casi.

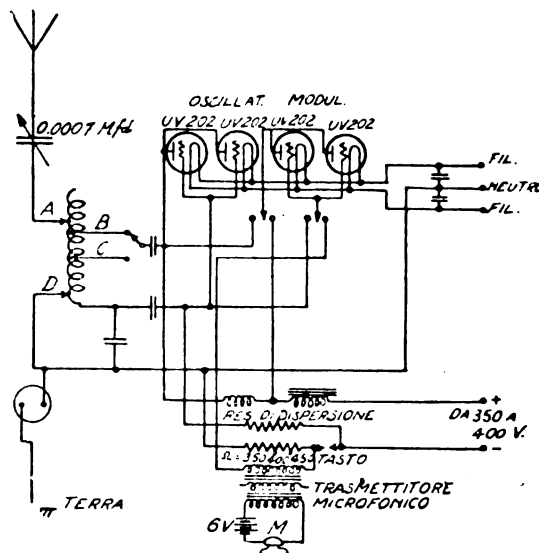


Fig. 2.

Interessante è il sistema di manipolazione. I metodi generalmente usati per questo scopo, consistono nell'interrompere o il circuito di griglia o quello anodico. Col primo metodo si ha talvolta l'inconveniente che le oscillazioni non cessano in modo netto, quando si interrompe il circuito di griglia; col secondo invece si hanno facilmente al tasto delle scintille che producono un rapido consumo dei contatti.

Col sistema di manipolazione adottato dall'A. (fig. 2) il tasto interrompe contemporaneamente il circuito anodico e quello di griglia: ma insieme mette le griglie al potenziale del polo negativo della batteria anodica. Di conseguenza, all'atto dell'interruzione, la corrente anodica si riduce pressoché a zero, e quindi si evita lo scintillio ai contatti.

Con questo trasmettitore, oltre alla radiotelegrafia e alla radiotelegrafia con onde continue si può effettuare anche la trasmissione con onde continue interrotte usando un apposito interruttore rotativo che viene inserito al posto del microfono.

Adoperato con una piccola antenna l'apparecchio permette di impiegare lunghezze d'onda variabili fra 189 e 320 m. Il trasformatore del microfono ha un terzo avvolgimento che serve per introdurlo su una linea telefonica ordinaria e permette quindi la modulazione a distanza.

C. Mt.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:

| | | |
|--|-----------------|------|
| Vol. I. - II ^a Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Provincie redente | più per postali | 20,- |
| | | 2,- |
| Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia | più per postali | 20,- |
| | | 3,- |
| Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione). | più per postali | 3,- |

L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - suo avvenire (broch.)

| | | |
|--|-----------------|------|
| | più per postali | 2,50 |
| CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia | più per postali | 0,80 |
| NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici | più per postali | 1,- |
| NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche | più per postali | 0,50 |
| NORME per l'ordinazione ed il collaudo degli isolatori di porcellana | più per postali | 3,- |
| | | 1,- |
| | | 4,- |
| | | 1,- |
| | | 1,50 |
| | | 0,80 |

CRONACA

CONCORSI.

Concorso a Borse di Perfezionamento. — Il Comitato Nazionale Scientifico Tecnico ha indetto un concorso a borse di perfezionamento negli studi della *Fisica*, della *Chimica* e delle loro *applicazioni tecniche*.

L'ammontare di ciascuna borsa è di lire cinquemila, sono ammessi a concorrere i dottori in chimica, in chimica industriale, in chimica e farmacia, in agraria e gli ingegneri di nazionalità italiana, e laureati in Italia posteriormente all'anno accademico 1920-21. Le borse sono conferite per l'anno 1924-25. La borsa potrà eventualmente essere goduta all'estero anziché in Italia.

Per informazioni rivolgersi al Comitato Nazionale Scientifico Tecnico, Milano (13), Piazza Cavour 4, al quale devono essere trasmesse le domande non più tardi del 30 settembre 1924.

ESPOSIZIONI, ECC.

Sotto gli auspici e per iniziativa del Regio Console d'Italia a Dresda e del Regio Addetto commerciale d'Italia a Berlino, si è costituito un Comitato per organizzare, alla prossima *Fiera campionaria di Lipsia*, che avrà luogo dal 31 agosto al 6 settembre, uno *speciale reparto italiano*, il quale dovrà assicurare un migliore risultato pratico alle diverse ditte italiane partecipanti alla Fiera stessa.

Per informazioni rivolgersi alle autorità indicate, oppure al Commissario onorario della Fiera, signor Th. Mohwinkel, Milano, Via Fatebenefratelli, 7, telef. 700.

*

La Mostra delle Invenzioni alla IV^a Fiera Campionaria Ufficiale di Napoli. — Alla IV^a Fiera Campionaria di Napoli (16-30 settembre 1924) vi sarà una galleria adibita alle nuove invenzioni.

Possono esporsi sia disegni che modelli da inventori di ogni nazionalità. Per chiarimenti rivolgersi alla IV^a Fiera Campionaria, Via degli Acquari, Napoli, od al Delegato della Galleria delle Invenzioni Ing. A. Giambroco, Via Medina, 72, Napoli.

INDUSTRIA NAZIONALE.

La Camera di commercio e industria per la Cirenaica a Bengasi, nell'intento di favorire una migliore conoscenza dei prodotti italiani in Cirenaica, si offre di distribuire quindiciinalmente, ai probabili acquirenti del luogo, cataloghi, listini, circolari opuscoli ed altre pubblicazioni. La Camera stessa si propone anche di tenere a disposizione dei commercianti locali, che desiderano prenderne visione, campioni di merci, che dovrebbero essere inviati franchi di ogni spesa.

IDRAULICA.

La bonifica delle Valli di Comacchio. — Le valli di Comacchio, note fino dall'antichità per la pesca che vi veniva praticata, hanno la proprietà di funzionare come un grande sacco nel quale i pesci entrano spontaneamente, quando *risalgono le acque*, per dimorarvi fino alla maturità. Ma il ricavo della pesca è per molte zone troppo meschino in confronto del reddito che potrebbero dare se fossero bonificate e coltivate, cosicchè sono state intraprese dallo Stato importanti opere di bonifica, di cui rende conto l'Ing. Mattei nel numero di febbraio degli «Annali dei LL. PP.».

La superficie totale delle valli è di 49.000 ettari; le opere in corso di esecuzione riguardano una estensione di circa 18.000 ettari, altri 8000 ettari potranno essere bonificati, ma la bonifica della zona centrale della Valle Mezzano richiederebbe lavori troppo costosi per essere attuata, dimodochè almeno per ora il relatore ritiene convenga mantenerla in efficienza per un razionale sfruttamento della pesca.

E. Sa.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Nuove misure sulle perdite nei dielettrici. — Lo Zickner riassume in E. T. Z. (n. 32, 9 Ag. 1923, pag. 762), i più importanti risultati di alcune ricerche sulle perdite nei dielettrici, compiute dallo Schott (1), dallo Steinhaus (2) e dal Geyger (3). Per quanto si tratti effettivamente di misure a carattere soltanto comparativo e non di misure assolute, il contributo portato dagli AA. alla risoluzione di questo interessantissimo problema è notevole, non solo in relazione alla copia dei risultati ottenuti, ma anche ai progressi consentiti nei metodi di misura.

Lo Schott si è preoccupato di determinare come varino in funzione della frequenza, della temperatura e della composizione chimica le perdite dielettriche nel vetro. Il metodo di misura adottato è un metodo di sostituzione. Un circuito oscillante, eccitato da un generatore di correnti ad altissima frequenza, ed accoppiato con un circuito aperiodico, contenente una coppia termoelettrica, è portato alla risonanza per mezzo di un condensatore, avente come dielettrico il

materiale preso in esame. A tale condensatore è poi sostituito un condensatore ad aria, avente in serie una resistenza antiinduttiva ρ . Si regolano capacità e resistenza in guisa da verificare nuovamente la condizione di risonanza e da avere al galvanometro, derivato sulla coppia, la stessa lettura che nel caso precedente. Se ω è la pulsazione del generatore, e δ l'angolo di perdita nel dielettrico sotto prova, si ha che:

$$\tan \delta = \rho \omega C$$

Questo metodo presuppone che le perdite nel condensatore ad aria siano nulle: ma, in relazione coi piccolissimi valori di δ , che l'A. ha potuto determinare per i dielettrici sottoposti ad esame, è dubbio se tali perdite possano ritenersi trascurabili. Per affinare la misura, l'A.:

1) ha studiato i particolari costruttivi del condensatore variabile ad aria, così da realizzare perdite costanti in tutta la zona di variazione di capacità, ed eguali a quelle di un condensatore ad aria ad armature fisse;

2) ha disposto in serie col condensatore in esame, nella prima fase della misura, anche il condensatore ad aria, graduato a zero. In tal guisa la misura dell'angolo di perdita δ risulterebbe indipendente dal valore delle perdite nel condensatore di confronto;

3) ha schermato i condensatori, allo scopo di evitare che nelle fasi della misura l'accoppiamento capacitivo fra il circuito di misura ed il generatore fosse suscettibile di variazioni;

4) ha adottato per la misura della resistenza ρ un metodo di zero, inserendo nel circuito oscillante il primario di un variometro, il cui secondario era in serie col circuito aperiodico. L'indicazione del termo-milliamperometro nella seconda fase della misura era riportata a quella ottenuta in precedenza, variando l'accoppiamento delle due bobine del variometro, per ciascuna posizione del quale era nota l'impedenza, che in tal guisa veniva ad essere introdotta nel circuito sotto prova.

Le misure eseguite non hanno permesso di stabilire con precisione come varino le perdite nelle diverse qualità di vetro in relazione alla loro diversa costituzione chimica. In contrasto coi risultati ottenuti da altri sperimentatori, l'A. trova che forti percentuali di sostanze alcaline nel vetro fanno crescere le perdite, mentre la presenza di metalli pesanti porta ad una attenuazione delle perdite stesse. Così pure la legge di variazione delle perdite con la frequenza non è risultata ben definita: la maggior parte dei dielettrici sottoposti ad esame nell'intervallo di frequenze sperimentate (fra 187,5 e 1000 kilocicli, ossia λ compresa fra 300 e 1600 m) hanno rivelato perdite, che crescono con la frequenza: alcuni dielettrici hanno invece presentato un comportamento opposto. Per $\lambda = 500$ m. ed alla temperatura ambiente gli angoli di perdita di varie qualità di vetro sono risultati compresi fra $1/5$ e $25'$: quelli minimi si sono avuti nei dielettrici a struttura cristallina: per la mica $\delta = 0/6$: pel cristallo di rocca $\delta = 0/4$. Invece le sostanze organiche, ad onta del loro notevole potere isolante, hanno rivelato nelle stesse condizioni sperimentali angoli di perdita notevolmente maggiori: per il cartone presspan

$$\delta = 92' : \text{per l'ebanite } \delta = 22' : \text{per l'ambra } \delta = 17'.$$

Risulta inoltre che le perdite nel vetro crescono rapidamente con la temperatura, secondo una legge all'incirca esponenziale. Sperimentando in un intervallo di temperature compreso fra -80° e $+460^\circ$, l'A. ha potuto rilevare che, man mano che diminuisce con la temperatura il potere isolante specifico del vetro, le perdite aumentano, e gli angoli di fase crescono fino a raggiungere i 60° , cosicchè le correnti di spostamento diventano dello stesso ordine delle correnti di conduzione.

Lo Steinhaus ha a sua volta investigato l'entità delle perdite, che si hanno nel materiale isolante, disposto alla periferia delle armature dei condensatori, per evitare le scariche elettriche agli orli. Confrontando i decrementi di due circuiti, contenenti l'uno un condensatore di tipo ordinario e l'altro in cui si è introdotto un isolante plastico per ridurre gli efflussi agli orli, l'A. ha potuto constatare, che, in questo secondo caso, le perdite sono rilevanti e crescono rapidamente con la temperatura, fino a che non si raggiunge la fusione dell'isolante plastico: da questa temperatura in poi le perdite diminuiscono. Dei vari dielettrici sperimentati (paraffina, mica, colofonio, ozocerite) la paraffina e l'ozocerite hanno manifestato le perdite minori.

Il Geyger infine ha studiato un metodo per misurare le perdite, che con basse frequenze si hanno nei condensatori di notevole capacità, per esempio nei condensatori telefonici ed in quelli elettrolitici. Egli dispone in parallelo col condensatore in prova di capacità C un'induttanza senza ferro L , di resistenza ohmica R , ed alimenta il sistema sotto tensione alternativa sinoidale di valore V : misura con strumenti termici la corrente totale I e le correnti I_L e I_C nell'induttanza e nel condensatore. Ricavato $\cos \varphi_L = \frac{I_L R}{V}$ da una semplice relazione trigonometrica applicata al triangolo delle correnti, deduce l'angolo di fase φ_C nel condensatore. La potenza P perduta nel condensatore si ottiene allora dalla relazione.

$$P = V I_C \cos \varphi_C - I_C^2 r$$

dove r è la resistenza dello strumento a filo caldo in serie col condensatore. La corrente di perdita nel condensatore è quindi $I_p = \frac{P}{V}$

e l'angolo di perdita è dato da $\sin \delta = \frac{I_p}{I_C}$

Fe. Vi.

(1) *Jahrb. d. draht Telegr.*, Vol. 18, 1921, pag. 92.

(2) *Ibidem*, pag. 29.

(3) *Helios*, Vol. 27, 1921, pag. 442.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Le grandi stazioni radiotelegrafiche Telefunken in corso di costruzione. — La *Telefunken Zeitung* nel suo n. 32-33 del settembre 1923 dà alcune notizie circa lo stato di approntamento delle grandi stazioni radiotelegrafiche, che la Telefunken ha in corso di costruzione in varie parti del mondo. La stazione di Malabar nell'isola di Giava è ormai entrata in servizio e, tosto che sarà approntata la stazione corrispondente, attualmente in costruzione in Olanda, questo Stato disporrà di un servizio radiotelegrafico diretto fra la madre Patria e le Colonie. La stazione di Monte Grande, nei pressi di Buenos Aires, è pronta ad entrare in servizio: sono già iniziati i lavori di costruzione della stazione ricevente a Villa Elisa e della centrale di smistamento in Buenos Aires. Le prove di trasmissione già eseguite colla stazione di Geltow (Germania) avrebbero dimostrato che, pur essendovi una distanza di 12000 km fra le due stazioni, il servizio può compiersi regolarmente per almeno venti ore giornaliere anche nelle peggiori condizioni.

Nei primi mesi di quest'anno dovrebbe anche essere approntata la stazione da 150 kW di Prado del Rey, nei pressi di Madrid, il cui aereo a doppio triangolo è sostenuto da quattro piloni dell'altezza di 210 m. L'energia è fornita alla stazione da una centrale elettrica privata di Madrid, e da un impianto elettrogeno di riserva con motori Diesel. La stazione ricevente è a circa 30 km da quella trasmittente.

Anche in corso di ultimazione è la stazione di Sekesfehervar in Ungheria, destinata al servizio continentale, e dotata di un impianto a valvola di 10 kW. L'antenna è un'antenna tripla, comprendente due mezzi padiglioni a ombrello ed un padiglione centrale a tetto; essa è sostenuta da due alberi alti 150 m. La potenza sull'antenna potrà essere portata a 50 kW, e le onde di servizio previste sono tre, e comprese fra 4000 e 9000 metri.

In notevole stadio di avanzamento sono infine i lavori di ampliamento del centro di Nauen. Essi comprendono: 1) la costruzione di altri sette piloni dell'altezza di 210 m; 2) alcune modifiche alla parte superiore dei due piloni da 260 m esistenti; 3) la messa in opera di una nuova antenna a triangolo della capacità di 14 m μ F, avente un'altezza efficace di 170 m, isolata per 120000 V, e di una nuova presa di terra; 4) la costruzione di altre due antenne della capacità di 25 m μ F, composte ciascuna di tre spicchi triangolari; 5) la costruzione di una nuova centrale elettrica per l'alimentazione della stazione; 6) l'installazione di un quarto gruppo alternatore-raddoppiatore di frequenza per una potenza di 130 kW sull'antenna.

Di pari passo coi lavori di ampliamento della stazione trasmittente procede lo sviluppo della stazione ricevente, che è in Geltow, e nella quale sono in corso di sistemazione nuovi apparati riceventi, ed una doppia antenna radiogoniometrica. In vista dei notevoli vantaggi che nei riguardi dei disturbi presentano le stazioni riceventi, ubicate in riva al mare, in confronto di quelle dell'interno, è stata iniziata la costruzione di una nuova stazione ricevente a Sylt (Westerland) che dovrà particolarmente disimpegnare il servizio di ricezione coll'Argentina (stazione di Monte Grande), ed avrà due alberi di 40 m con una doppia antenna radiogoniometrica.

Fe Vi.

VARIE.

Bollettino delle Opere tecniche. — A Bologna — Via Marsili, 9 — si pubblica il «Bollettino delle Opere tecniche» con lo scopo di rendere note, a chi per ragioni professionali e di studio ha necessità e desiderio di conoscerle, tutte le pubblicazioni scientifiche e tecniche che possono interessare. L'Amministrazione dello stesso Bollettino è disposta ad inviarlo, regolarmente e gratuitamente, agli abbonati ed ai lettori dell'*Elettrotecnica* che ne facciano richiesta.

*

Rèclame commerciale per mezzo della Marina da guerra. — Ci sembra non privo di interesse, nei riguardi dell'innegabile successo, con cui la tecnica radiotelegrafica francese si afferma nel mondo, riassumere il seguente rapporto del Tenente di vascello, Tranier della Marina Francese pubblicato da «Radio Electricité» (25 marzo 1924, vol. 5°, pag. 160) e relativo alla propaganda commerciale, fatta dalla divisione volante degli incrociatori nella sua campagna nell'Oceano Indiano e nel Pacifico. La divisione, al comando dell'Ammiraglio Gilly, e comprendente i grandi incrociatori «Jules Michelet» e «Victor Hugo», partita da Brest il 12 ottobre 1922 rientrava in Francia l'11 luglio 1923, dopo avere toccato alcuni porti dell'Australia, della Nuova Zelanda, del Giappone, della Cina, del Siam e dell'India.

Il servizio commerciale della «Compagnia Generale di T. S. F.» aveva messo a disposizione del comando della divisione delle fotografie per proiezioni luminose e numerosi opuscoli di propaganda. A Melbourne, a Sydney, a Auckland, a Wellington furono tenute conferenze sulla industria radioelettrica francese, sull'installazione delle grandi stazioni trasmettenti, sulla organizzazione dei servizi francesi delle radiocomunicazioni gestite dal Ministero delle Poste o da Società private, sulle stazioni riceventi e sugli impianti radiotelegrafici degli aeroplani in servizio postale e commerciale. Nei diversi paesi dove gli incrociatori francesi sostarono, l'industria francese fu presentata alla maggior clientela possibile, che la ignorava o la conosceva male. A tale presentazione doveva limitarsi l'opera ufficiale della missione di propaganda affidata al comando della divisione: perchè gli industriali francesi potessero concretare i risultati di tale opera e racco-

gliarne i frutti furono inoltre raccolte interessanti notizie sullo sviluppo delle radiocomunicazioni nei diversi paesi. Come possibili campi di sfruttamento per le industrie radiotelegrafiche francesi sono stati indicati i Dominions inglesi del Pacifico Meridionale e la Nuova Zelanda, che contano un gran numero di dilettanti; il Giappone, dove l'alternatore francese ad alta frequenza sembra si stia affermando; e la Cina dove comincia ad estendersi, specialmente per opera del Chinese Radio Club, l'impiego di stazioni riceventi ad uso dei privati.

Fe. Vi.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI TORINO.

Il giorno 14 corr. mese un centinaio circa di Soci, guidati dal Presidente Sig. Ing. Palestrino Cav. Uff. Carlo, visitarono le Centrali automatiche del Cotonificio Valli di Lanzo.

Si tratta, com'è facile comprendere, di un impianto di particolare interesse per la sua attualità. Speriamo di poter dare appresso una ampia descrizione dell'impianto, pel momento diciamo solo che la parte elettrica e la parte idraulica sono state rispettivamente approntate dalla Brown-Boveri e dalla Calzoni.

Il viaggio fatto colla Ferrovia Elettrica Torino-Cirié-Valli di Lanzo diede occasione, ai Soci che lo desiderarono, di visitare il locomotore. Questo, che è anche di particolare interesse (trattandosi di trazione a corrente continua 4000 V) fu ampiamente illustrato dall'Ing. Bongiovannini Direttore della sopracitata Ferrovia, che accompagnò appositamente i gitanti stessi.

Il grosso nucleo di Soci arrivati alla Stazione di Pessinetto furono gentilmente ricevuti dall'Amministratore Delegato del Cotonificio Valli di Lanzo, Sig. cav. Pagnacco, che assieme agli altri dirigenti accompagnò i visitatori fornendo ampie informazioni e delucidazioni sugli impianti stessi.

Durante la visita, dal personale della Centrale base venne eseguita la manovra di avviamento di una macchina della centrale comandata a distanza, e vennero eseguite anche le manovre di eccitazione o diseccitazione, aumento o diminuzione di carico e di fermata, delle macchine della Centrale comandata a distanza.

Naturalmente venne anche visitata la Centrale automatica e qui pure i visitatori assistettero alle varie manovre, che vennero eseguite dal personale della Centrale base.

La visita riuscì interessante ed i Soci tutti mostrarono di esserne soddisfatti.

La Presidenza organizza già altre visite importanti che verranno effettuate prossimamente, quali: la visita al Consorzio Irriguo di Avigliana, quella alla nuova Centrale idro-elettrica di Susa ed altre ancora.

SEZIONE DI VENEZIA

Verbale delle elezioni del Consiglio Direttivo per il triennio 1924-26.

Alle ore 10 del giorno 15 Aprile 1924 presso la Sede della Sez. Veneta dell'A. E. I. nei locali della Soc. Cellina, venne eseguito lo spoglio delle schede, presenti il Presidente uscente Pitter, il Consigliere Ghetti, il Segretario Barbisio, il Cassiere Mainardis, i Soci De Nat e Muzzi.

Numero dei votanti: 90.

Schede nulle N. 2.

Risultano eletti:

Prof. Ing. Ferdinando Lori, *Presidente* — Ing. Ottaviano Ghetti, *Vice-Presidente* — Ing. Giuseppe Carazzolo, Ing. Filippo Danioni, Ing. Giacomo Fracanzani, Ing. Renato Frisacco, Prof. Ing. Francesco Marzolo, Prof. Ing. Carlo Parvopassu, *Consiglieri* — Ing. Alberto Goldbacher, Ing. Paolo Milani, Ing. Antonio Pitter, Ing. Francesco Voltolina, *Consiglieri delegati alla Sede Centrale* — Ing. Roberto Marin, *Segretario* — Ing. Mario Mainardis, *Cassiere*.

Personalla

Con recente decreto, il nostro Collega Prof. Ing. Ugo Bordoni è stato chiamato a far parte, come tecnico estraneo alle amministrazioni, del nuovo Consiglio di Amministrazione delle Ferrovie dello Stato.

I Soci vitalizi o perpetui sono i più benemeriti della Associazione.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA
ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La prossima Riunione di Spezia ed il "Vocabolario della Illuminazione",

L'interesse generale suscitato a Venezia, nell'ultima Riunione Annuale della nostra Associazione, da alcune brevi comunicazioni riguardanti taluni punti del problema della illuminazione, fece intravedere che i Soci avrebbero gradito che a questo problema fosse dedicata una delle future Riunioni. L'idea è stata prontamente attuata, come i lettori sanno (¹), dalla Presidenza Generale, d'accordo col Comitato Nazionale Italiano della Illuminazione e del Riscaldamento; e possono farsi sin d'ora liete previsioni sul successo della Riunione di Spezia.

Non può certo dirsi ristretto il tema della Riunione. Dai problemi relativi alla costruzione dei moderni tipi di lampade, a quelli concernenti il loro uso razionale; dai dettagli importantissimi in pratica, del servizio di distribuzione, di misura dell'energia e di esazione presso le decine di migliaia di utenti privati alle tendenze moderne riguardanti l'illuminazione pubblica; dal problema della regolazione della tensione sulle linee di trasmissione e nelle reti di distribuzione a quello della misura delle grandezze fotometriche più importanti; dallo studio dei tipi di rifrattori alla igiene della illuminazione; dai tentativi moderni di lampade a luminescenza ai proiettori militari e industriali; dai tipi speciali di cavi all'arte della illuminazione, dai fari alle applicazioni industriali dell'energia raggiante; dalle questioni legislative e fiscali riguardanti la illuminazione sino ai delicati argomenti di fisica molecolare e di ottica fisica connessi col problema generale della produzione artificiale economica della luce, è tutta una varietà grandissima di questioni scientifiche, tecniche, pratiche e legislative che saranno svolte, convenientemente raggruppate, nelle varie sedute della Riunione; il cui interesse sarà poi notevolmente accresciuto da una Mostra, riguardante sempre la illuminazione, che si annuncia molto interessante.

Sono oltre venti le comunicazioni già esplicitamente promesse, e molte altre ancora se ne attendono; ma ci permettiamo qui di ripetere l'invito ai Soci che volessero contribuire alla riuscita della Riunione di volersi mettere cortesemente in relazione, al più presto, con il Comitato Ordinatore della Riunione o con l'Ufficio Centrale della Associazione, in guisa da permetterci di pubblicare presto il testo dei lavori e rendere così veramente proficue le discussioni che si svolgeranno alla Spezia.

In questo numero, intanto, pubblichiamo un lavoro di carattere collettivo, iniziato dal precedente Comitato Nazionale di Illuminazione, e poi ritoccato e completato dal Comitato Illuminazione e Riscaldamento, il quale, in forma modesta, si propone uno scopo pratico assai importante.

Nel periodo nel quale una tecnica sorge e progredisce, più o meno parallelamente, nei varii centri di studio, per opera dei suoi pionieri, sono inevitabili le divergenze sul modo di concepire certe questioni o di denominare determinati fenomeni o grandezze o sulle unità di misura da adottare. Ma più la tecnica si perfeziona, più cresce la sua importanza industriale, più diventano numerosi coloro che sono indotti ad occuparsene e maggiormente sentito diventa il bisogno di intese di carattere generale che definiscano e chiariscano certe questioni, che unifichino il linguaggio, le convenzioni in genere e le unità di misura in specie.

Queste intese, specie se internazionali, non sono sempre facili e pronte, per ragioni più o meno prevedibili, e gli Elettrotecnici ne sanno qualche cosa; comunque, il primo passo

è sempre costituito da intese nazionali. Un lavoro di questo genere è già discretamente avanzato nel campo elettrotecnico; ma in quello della tecnica della illuminazione è appena agli inizi. Ci sembra dunque assai opportuna l'iniziativa del Comitato Nazionale Italiano Illuminazione e Riscaldamento, il quale, nella forma di prima parte d'un « *Vocabolario della illuminazione* », presenta ai tecnici italiani un insieme organico di convenzioni, di denominazioni e di unità che costituisce un primo importante passo verso lo scopo sopra accennato. Lo pubblichiamo assai volentieri qualche mese prima della Riunione di Spezia, in quanto sarebbe grandemente desiderabile che tutti coloro che si propongono di partecipare ai lavori della Riunione si attenessero a quanto il « *Vocabolario* » stesso precisa, in materia di unità e di denominazioni; oppure, ove trovassero osservazioni da fare, le formulassero al più presto accogliendo l'esplicito invito del Comitato; si avvierebbe così quel lavoro di completamento e perfezionamento e si allargherebbero le basi di quelle intese che potranno essere uno dei non ultimi risultati della Riunione di Spezia.

Il problema dei combustibili liquidi.

Mentre a Londra, nella Conferenza dell'energia mondiale, si tratteggia un largo inventario delle sorgenti naturali d'energia che la natura ha largito all'attività umana nei varii continenti e nei varii paesi, sarà letto con particolare interesse il testo della comunicazione tenuta tempo addietro dal Dottor GALLO alla Sezione di Roma. La nostra infinita piccolezza di uomini riferita alle dimensioni del globo terrestre ed i conseguentemente ristretti limiti dell'attività umana, nel tempo e nello spazio, ci inducono generalmente a considerare come trascendenti i problemi relativi all'esaurimento delle riserve mondiali dell'energia. E, a dir vero, quando si legge per esempio che i giacimenti di carbon fossile potranno esaurirsi fra un certo numero di secoli, ognuno di noi si sente un po' lo spirito di Luigi XV e pensa di poter ripetere senza cinismo il famoso « *après moi la déluge!* ». Fa quindi una certa impressione l'apprendere invece che fra poco più di un secolo potrebbero essere esaurite le riserve mondiali di quei combustibili liquidi che oltre ad aver dato all'uomo le ali e la possibilità di navigare nella profondità dei mari, vanno rapidissimamente sostituendosi al carbone in una infinità di altre applicazioni. Si tratta di un gran problema che è alla base dei grandi conflitti economici e politici dei nostri giorni e che è ben degno di tutta l'attenzione dei nostri lettori, anche se interessa solo parzialmente l'industria elettrica. E si apprenderà con piacere come gli scienziati e gli studiosi siano da tempo partiti in guerra e come già notevoli passi siano stati fatti verso la soluzione del problema; soluzione che si trovi essa nella trasformazione del carbone in combustibile liquido o nella produzione sintetica diretta di questo, riverserà pur sempre all'energia elettrica una parte assai importante.

Lo studio dei fenomeni periodici.

Continuiamo in questo fascicolo lo studio dell'Ing. LA-BOCETTA sulla espressione analitica dei fenomeni periodici sinusoidali, di cui non sarà certo sfuggito ai lettori la notevole importanza.

La Conferenza dell'Energia Mondiale.

All'ultimo momento, quando questo numero era già impaginato, ci giunsero da Londra alcune notizie sulla inaugurazione della Conferenza dell'Energia Mondiale di cui furono ripetutamente pubblicate notizie sul nostro giornale, e che può essere

(¹) Questo giornale, quest'anno, pag. 234.

considerata, per la sua importanza, una fra le più notevoli manifestazioni internazionali del dopo guerra.

La seduta d'inaugurazione ha assunto poi particolare importanza dal punto di vista italiano perchè, per concorde decisione delle Nazioni europee e a nome di esse fu pregato di rispondere al discorso inaugurale del Principe di Galles, il presidente della Delegazione italiana, Ing. Guido Semenza, che in un breve discorso, pubblicato nel presente numero, riassume le ragioni ideali e pratiche di questa prima conferenza dell'energia mondiale. Terremo informati i nostri lettori dello svolgimento ulteriore della Conferenza e dei suoi risultati.

LA REDAZIONE.

□ IL PROBLEMA DEL COMBUSTIBILE LIQUIDO □ □ □ □ □ □ □ □

GINO GALLO



:: :: :: Comunicazione fatta alla Sezione di Roma :: :: ::
:: :: :: :: la sera del 15 marzo 1924 :: :: ::

E' ineluttabile che col ritmo sempre più celere dell'attività industriale moderna, l'umanità venga a trovarsi di tanto in tanto di fronte a problemi di importanza fondamentale, la cui soluzione si impone a breve scadenza; ieri era il problema dei composti azotati in vista del prossimo esaurimento del nitrato del Chili, problema ora brillantemente risolto colla possibilità di fissare direttamente l'azoto sotto forma di acido nitrico o di ammoniaca da quella sorgente inesauribile di azoto che è l'aria atmosferica; oggi è all'ordine del giorno il problema del combustibile liquido.

La crisi che travaglia il mercato mondiale dei combustibili liquidi in genere e dei carburanti per motori a scoppio in ispecie è senza dubbio una delle più gravi che la moderna industria abbia mai attraversato. Essa è crisi nazionale di indipendenza economica e politica per i paesi come l'Italia e la Francia tributari quasi completamente dell'estero per il loro rifornimento in petroli; ma è anche crisi mondiale per la preoccupazione di un prossimo esaurimento delle sorgenti attuali o quanto meno per la evidente sproporzione fra le riserve complessive ed il vertiginoso aumento del consumo.

Fu la recente ultima guerra che ha portato la crisi allo stadio acuto. Una delle caratteristiche infatti di questa guerra è quella di aver largamente utilizzata la terza dimensione dello spazio poichè in essa ci siamo battuti sotto la superficie del mare coi sottomarini, ci siamo battuti nell'aria cogli aeroplani e dirigibili. Queste nuove forme hanno trasformato il combattimento e lo trasformeranno ancora più in avvenire. Ebbene la conquista delle profondità sottomarine e la conquista dell'oceano aereo, non sono stati possibili che grazie a due categorie di combustibili, posti ai due estremi di una stessa scala, ma liquidi sia l'uno che l'altro; poichè i motori dei sottomarini funzionano con olii pesanti ed i motori degli aeroplani utilizzano gli olii leggeri di quell'unico combustibile liquido, padre, che è il petrolio.

Benchè la conoscenza del petrolio risalga per quanto ci dice la Bibbia, all'Arca di Noè che ha impiegato l'asfalto di petrolio per calatafare la sua famosa barca, pure si può dire che il petrolio è entrato nella vita industriale appena da una sessantina d'anni. Fu infatti solamente dal 1859 che il Col. Drake ha trivellato il primo pozzo in Pensilvania. Ma da quell'epoca la produzione del petrolio ha continuato ad aumentare con una velocità eccezionalmente elevata, come si può dedurre dai seguenti diagrammi in cui è indicata la produzione annuale in milioni di barili per il petrolio, ed in milioni di tonnellate per il carbon fossile, durante il periodo 1890-1922, e dai quali si rileva che mentre la produzione di carbon fossile si raddoppia ogni 17 anni circa, quella del petrolio si raddoppia in soli 9 anni e mezzo.

Le cause di questo aumento vertiginoso sono diverse e cioè il diffondersi di meccanismi a grande consumo di lubrificanti minerali, la scoperta del motore a scoppio e di quello a olio pesante, l'impetuoso ed improvviso sviluppo dell'aviazione e dell'automobilismo ed infine l'impiego di combustibili liquidi nella marina tanto militare che mercantile.

Questa predilezione abbastanza recente invero della marina per il petrolio è l'origine principale dell'antagonismo an-

glo-americano, causa questa delle maggiori difficoltà odierne. Infatti il combustibile liquido presenta a peso uguale un potere calorifico superiore al carbon fossile (11.000 calorie contro 7500) e si presta ad una combustione più regolare permettendo di migliorare il rendimento nella trasformazione dell'energia calorifica in energia meccanica; questo rendimento è anche maggiore quando viene bruciato nei motori Diesel anzichè nelle caldaie a vapore, di modo che il suo impiego permette di aumentare notevolmente il raggio d'azione, per unità di volume di stiva. Inoltre il carico viene fatto rapidamente, e l'alimentazione del motore o del focolare si fa automaticamente. Esso poi fa sparire il fumo, ciò che diminuisce la visibilità (vantaggio militare notevole) ed aumenta il conforto. Attualmente sono circa 2500 le navi che marciano ad olio pesante.

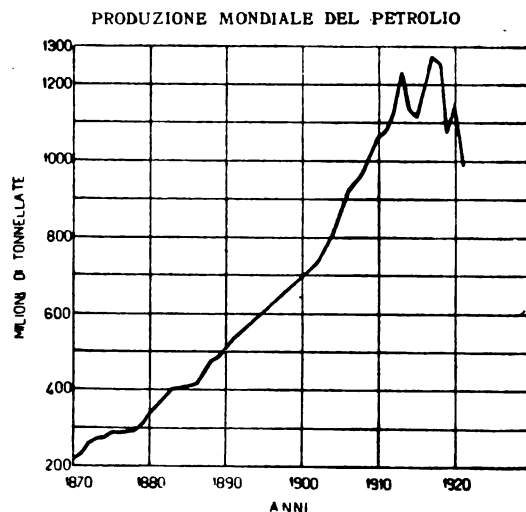
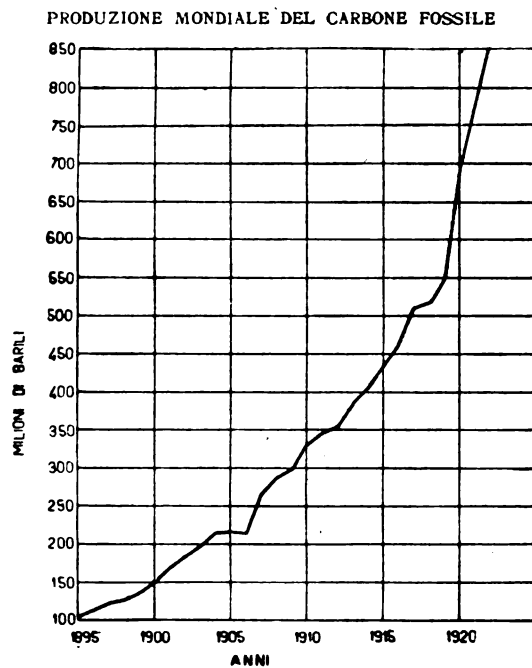


Fig. 1.

Tutto ciò ha portato alla conseguenza che nel 1922 si sono consumati 851 milioni di barili di petrolio (1 barile = 159 litri). Il grafico della fig. 2 poi ci indica come è distribuita la produzione totale del petrolio fra i vari paesi. Come si vede la produzione spetta per due terzi agli Stati Uniti e per un quarto circa al Messico; cioè il Nord-America fornisce dall'85 al 90 per cento della produzione mondiale. Quanto all'Europa essa non interviene che con il 7 per cento. Questi sono del resto dei fatti ben noti e che non vale la pena di ricordare. Ben più importante è il fatto che gli Stati Uniti principali produttori, importano quantità notevoli di petrolio greggio, ben superiore alla loro esportazione, e per esempio, nel 1921 l'importazione fu di 125 milioni di barili di fronte a soli 9 milioni di esportazione.

Una delle caratteristiche del mercato del petrolio è dunque l'esistenza di un paese — gli Stati Uniti d'America — il cui consumo è circa quattro volte superiore a quello di tutti

gli altri paesi del mondo. Questa dissimetria doveva inevitabilmente orientare l'industria petrolifera americana verso il monopolio ed infatti essa fin dalla sua origine ha manifestata questa tendenza. La Standard Oil Comp. fondata nel 1870 dal Rockefeller con un capitale di un milione di dollari, dopo due aumenti di capitale nel 1872 e nel 1874, fondeva in se nel 1881 altre 39 piccole Società, portando di colpo il suo capitale a 75 milioni di dollari. La potenza di questa Società non ha cessato d'aumentare da quell'epoca, ma venne un momento in cui gli sforzi dei suoi direttori, per svilupparla e rafforzarla si ispirarono soprattutto a considerazioni d'ordine politico.

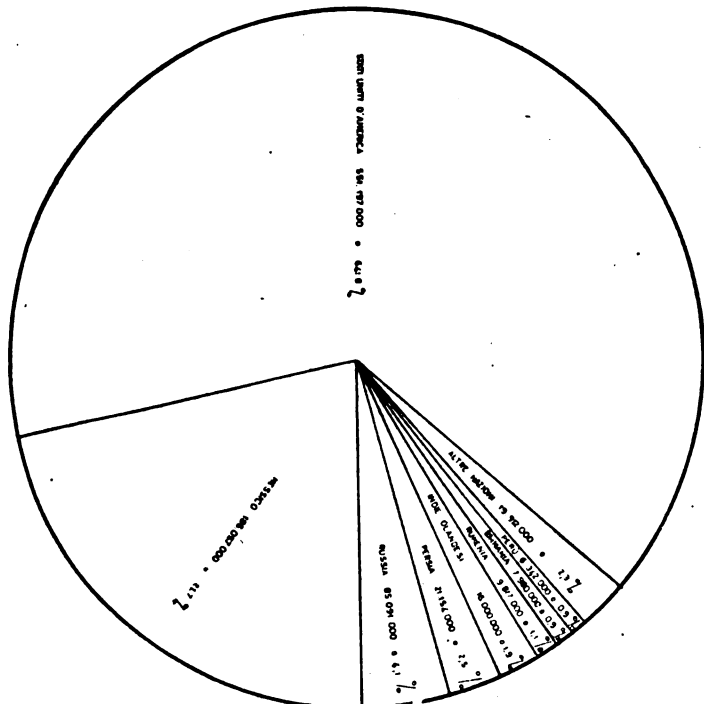


Fig. 2.

Fino a che non si trattò che di petrolio per illuminazione o di benzina per automobili l'Inghilterra non s'interessò gran che di combustibili liquidi; ma allorché fu confermato che l'aviazione da una parte, e la marina dall'altra avevano o stavano per avere le loro basi sull'impiego del combustibile liquido, essa si è messa subito in allarme per il fatto che non solo la supremazia inglese del combustibile solido correva grande pericolo, ma ancora che l'America marciava fatalmente verso la supremazia aerea e marinara.

E l'Inghilterra che in tutta la sua storia si dimostra decisa a qualunque atto, per poco che le venga disputato il dominio assoluto dei mari (ed ora del cielo), ha iniziato subito, con tutta l'asprezza e tenacia sue leggendarie, ad ostacolare con tutti i mezzi possibili la politica di espansione degli Stati Uniti. E mentre ha concorso nel 1922 alla fusione della Shell Transport colla Società olandese, aveva già nel 1919 sottoscritto la massima parte delle azioni della nuova Anglo Persian Oil Co., e creava infine più tardi la British Controlled Oilfields Co. Da una ventina d'anni a questa parte non c'è più al mondo un giacimento vergine di petrolio in cui l'Inghilterra non sia presente, non un'impresa petrolifera nella quale non cerchi di assicurarsi la preponderanza. In qualunque direzione gli americani tendano i loro sforzi s'incontrano sempre con dei concorrenti inglesi. D'altronde essi non cercano di evitare il conflitto: la Standard Oil colla sua capacità finanziaria valutata oggidì ad un miliardo di dollari, è tale da sostenere la lotta, e la conduce con tutta l'energia che il suo presidente Bedford ha messo nella sua dichiarazione al Foreign Trade Convention « i dollari americani andranno a prezzo di qualunque sacrificio, ovunque vi sia la minima possibilità di avere del petrolio ».

Nè le preoccupazioni degli Americani, sono ingiustificate in seguito alle conclusioni a cui sono arrivate le più recenti ed accurate ricerche degli specialisti in potenzialità dei giacimenti di petrolio. Queste dimostrano, come risulta dal diagramma della fig. 3, che le riserve mondiali di petrolio, distribuite nel modo indicato, sono attualmente di 70 miliardi di barili, di cui appena 9 miliardi spettano agli Stati Uniti, e cioè questo paese avrebbe già consumato circa il 40 % delle sue riserve. Per cui mentre non si nutrono eccessive preoccupa-

zioni per un rapido esaurimento dei giacimenti del carbon fossile, valutati nel 1913 a 7300 miliardi di tonnellate, di cui 716 conosciuti con certezza, invece gravissima si presenta la questione delle riserve di petrolio; poichè se non si troveranno nuovi giacimenti e se il consumo di questo si conservasse nei limiti del 1922 in 851 milioni di barili, le riserve conosciute potranno durare ancora una ottantina d'anni; ma se, come si prevede, il consumo va aumentato con una progressione pari a quella che si può dedurre dagli ultimi anni, l'esaurimento delle riserve mondiali di petrolio, dei 70 miliardi di barili che corrispondono appena a 10 miliardi di tonnellate, si verificherà verso il 1950, e la riserva speciale degli Stati Uniti vedrà la sua fine fra dieci anni appena. In tal modo che se la nostra generazione ha veduto nascere e svilupparsi la prodigiosa industria del petrolio, la generazione che segue la vedrà forse declinare e sparire; e in meno di un secolo l'umanità avrà consumate tutte le riserve accumulate pazientemente dalla natura in tutte le migliaia dei secoli passati.

In ciò la giustificazione da parte degli Inglesi delle loro manovre di accaparramento di nuovi giacimenti; ed abortiti in seguito alla guerra i tentativi della Germania, d'assicurarsi i depositi sulla via di Bagdad, si può dire che al giorno d'oggi sulla faccia della terra non vi sono che due soli proprietari di petrolio, due soli produttori e trasportatori di petrolio: l'uno è inglese e l'altro è americano.

*

Ma noi che siamo rimasti semplici spettatori del conflitto anglo-americano, non possiamo però restare indifferenti al fatto che i due trust tengono alla loro mercè tutti i paesi, come il nostro la cui produzione è inferiore al consumo.

All'inconveniente d'ordine puramente economico di questa situazione, se ne aggiunge un altro incomparabilmente più grave, che ha la sua origine nell'importanza fondamentale che ha preso nella politica dell'epoca attuale il possesso di sorgenti di energia. Lo straniero anche se amico, anche se alleato, e recenti esempi dimostrano che nessuna illusione bisogna farsi al riguardo, ci rifiuterà a colpo sicuro i prodotti che abbiamo l'abitudine di comperare da lui, il giorno in cui gli sembrerà vantaggioso di servirsi di questa leva per realizzare un

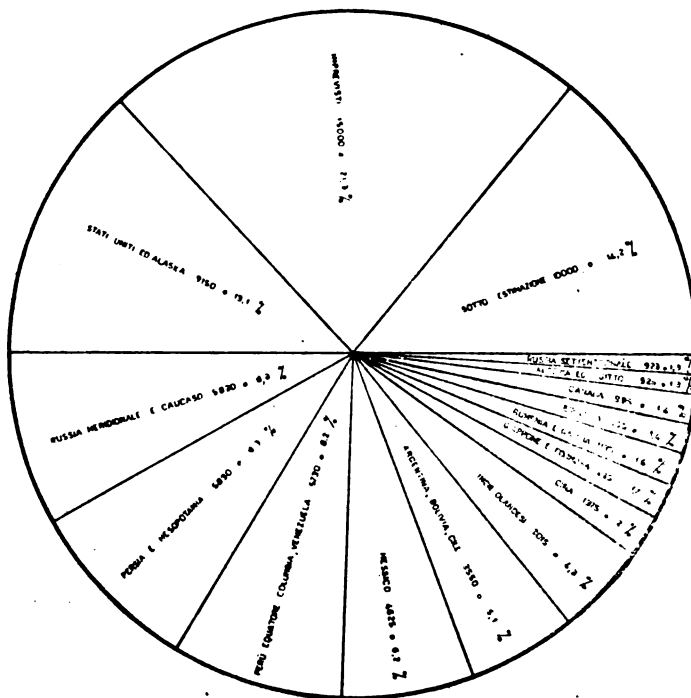


Fig. 3.

suo profitto materiale immediato, o per soddisfare le sue vedute politiche, ed una tale attitudine può avere le più gravi conseguenze, basti pensare nella eventualità di una nuova guerra a tutta la tragica gravità della nostra situazione specialmente aeronautica se venisse a mancarci l'importazione dei combustibili liquidi.

Di qui la febbre colla quale in tutti i paesi si è intensificata la ricerca di nuove sorgenti di petrolio, non ultima l'Italia dove le ricerche sono state con mente illuminata finanziate anche dal nostro Governo, sebbene il nostro sottosuolo si sia mostrato finora singolarmente avaro del prezioso combustibile. Ma queste ricerche eminentemente aleatorie, potranno forse

dare un premio in un futuro più o meno lontano, mentre ragioni economiche e di previdenza impongono di dare una soluzione immediata al problema che è assillante oggi per i paesi sprovvisti di petrolio e che sarà fra qualche anno di una importanza di primo ordine per il mondo intero.

Il problema si è imposto in Francia su larghissime basi e notevole è l'entusiasmo con cui l'opinione pubblica segue ed incoraggia gli sforzi del Governo e dei tecnici che mirano ad assicurare al paese un carburante nazionale.

E' della più alta importanza economica e politica anche per l'Italia nonostante gli oppositori per interesse, che pure seguendo con attenzione le ricerche che si fanno all'estero, noi lavoriamo a nostra volta con grande alacrità alla produzione di un carburante nazionale, onde non arrivare buoni ultimi alla metà che arrecherà un preponderante beneficio alla Nazione che per prima ne avrà realizzata la soluzione.

*

Come si può risolvere il problema del combustibile liquido? La questione, che può sembrare abbastanza semplice in apparenza, è in pratica invece tecnicamente molto difficile; ogni problema deve essere preceduto da un rigoroso studio scientifico e tecnico; la scienza non conosce infatti nella sua storia delle scoperte improvvise che sboccino come i funghi in una notte di estate.

Le soluzioni che sono state prospettate per far fronte alla mancanza di combustibile liquido e del carburante si possono riassumere in due grandi categorie:

- 1) Economizzare il petrolio attuale utilizzando in una maniera più razionale tutti i prodotti che lo costituiscono;
- 2) Creare dei succedanei del petrolio, partendo da prodotti naturali derivati da risorse nazionali.

Mi propongo di dare qualche dettaglio sopra i più nuovi e promettenti processi che la chimica propone per risolvere o almeno alleggerire la grave crisi attuale.

Accenniamo dapprima ai:

Processi intesi ad aumentare la resa in olii leggeri dei petroli naturali. — Come è ben noto la frazione dei petroli naturali utilizzabile nei tipi più comuni dei motori ad esplosione, è la frazione più volatile che comprende sotto il nome di olii leggeri o benzine gli idrocarburi che distillano al di sotto di 150°-160° gradi. Ma di tale frazione i petroli naturali non sono in generale molto ricchi; prescindendo da petroli poco comuni, come certi petroli italiani, che arrivano a contenerne fino al 50 per cento, i petroli americani non ne posseggono più del 20-25 per cento ed i petroli russi solo il 2-4 per cento. Mentre la meccanica s'ingegna di rimediare a questo stato di cose, cercando di adattare i motori a scoppio ad olii meno volatili, è naturale che la chimica tenda ad ottenere, in vista della enorme richiesta in carburanti, una resa sempre maggiore in olii leggeri a scapito degli olii medi e pesanti del petrolio.

La negligenza di un operaio americano che trascurava la sorveglianza della sua caldaia al momento di proseguire la distillazione del petrolio oltre i 300°, condusse alla scoperta del metodo così detto del craking. Il craking che come è noto si pratica a fiamma libera ed a pressione ordinaria, consiste in una specie di degradazione pirogenica degli idrocarburi meno volatili a catena lunga, con formazione da una parte di idrocarburi più leggeri e più volatili a catena corta, fino al metano ed all'H, dall'altra di depositi carboniosi e peciosi derivati dalla condensazione di idrocarburi pesanti. Il craking comprende insomma due serie di reazioni inverse: l'una di sdoppiamento e l'altra di addizione; il rendimento in benzina è quindi molto basso e raggiunge al massimo il 30 per cento.

La degradazione viene favorita con stratagemmi diversi ed il processo Burton che è il più diffuso, permise alla Standard Oil Company nel 1919 di preparare nove milioni di ettolitri di benzina artificiale per craking.

Ma il metodo del craking oltre ad una resa molto bassa in benzina, non può applicarsi che ad una limitata frazione dei petroli naturali, e cioè a quella precisamente che va sotto il nome di olii pesanti e che bolle da 300° in su fino alla pece. D'altra parte questi olii mentre non sono molto abbondanti, per esempio, nei petroli americani (15 per cento) sono preziosi poi per i derivati combustibili e lubrificanti e per le paraffine che essi contengono. Di qui tutto l'interesse di quei processi che tendono ad ottenere olii leggeri dalla frazione media, cioè dai così detti petroli per illuminazione che bollono fra 200° e 300° meno richiesti e più abbondanti (fino al 55 per cento in America).

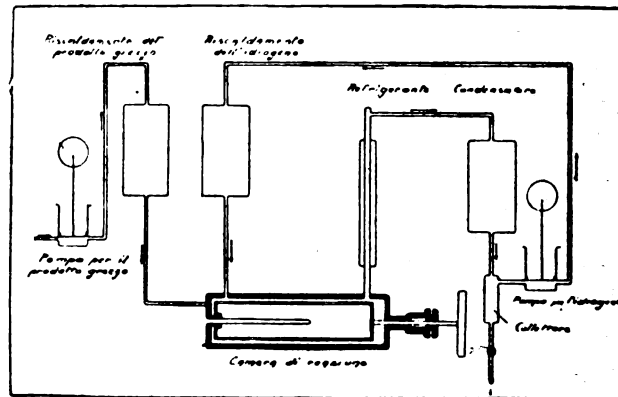
Il processo catalitico proposto da Sabatier e Mailhe a que-

sto scopo e di cui esiste un impianto in funzione a Bruxelles consiste nel far passare i vapori degli olii medi sopra catalizzatori metallici come il Ni, riscaldati a temperatura conveniente. Gli olii medi possono venire così trasformati in gran parte in liquidi che bollono sotto 160°, e costituiti, a seconda del petrolio di origine, di idrocarburi non saturi ed idrocarburi aromatici, i quali però hanno tendenza, come del resto le benzine per craking, di resinificare all'aria ed alla luce e non consentono perciò lunghi trasporti od immagazzinaggi. Però anche con questo processo parte degli olii medi vengono trasformati in gas fino all'H, mentre si verifica un deposito di incrostazioni carboniose, che è uno dei principali inconvenienti industriali.

Si presentava perciò come naturale l'idea di fare avvenire la degradazione pirogenica degli idrocarburi in presenza di un eccesso di H, esaltando l'affinità chimica di questo per mezzo della pressione in modo che, mentre esso si opporrà alla formazione di composti non saturi, potrà nello stesso tempo favorire la fluidificazione dei residui peciosi, tutto a favore del rendimento in olii leggeri.

Inspirandosi a questo concetto il Dott. Bergius pensò di sostituire il catalizzatore con l'H, ed in seguito a lunghi anni di studi e di esperienze riuscì per questa via, operando alla pressione di 100 atmosfere ed alla temperatura di 400°, ad ottenere con ottimi rendimenti (fino al 70-80 per cento) la trasformazione in prodotti volatili non solo degli olii medi ma anche dei residui asfaltosi e peciosi del petrolio senza formazione di residui solidi.

Naturalmente l'operazione urta in pratica contro gravi difficoltà e specialmente contro quella che gli acciai perdono ogni loro resistenza quando sono mantenuti a contatto dell'H sotto pressione a temperatura elevata. Bergius ha girato la difficoltà come si rileva dal seguente schema (fig. 4) ricorrendo



Schema di impianto Bismar per idrogenazione di olii pesanti

Fig. 4.

ad una camera di reazione a doppia parete nella intercapedine della quale fa circolare dell'azoto alla pressione e temperatura di lavoro, di modo che l'involucro interno a contatto coll'H non è soggetto ad alcuna sollecitazione meccanica, poichè la pressione viene riportata sull'involucro esterno in contatto coll'azoto. La Deutsche Bergius A. G. applica questo processo nella sua officina di Rheinau presso Mannheim, officina che sarebbe in grado di trattare venti mila tonnellate all'anno di materia prima, servendosi di H fabbricato col processo B A M A G (Ferro, vapor d'acqua).

I dettagli economici su questo procedimento sono ancora piuttosto scarsi; ma dal punto di vista teorico non pare dubbio che esso rappresenti l'ideale per la produzione di benzine dagli olii medi e pesanti.

Vengono poi i processi intesi a ricavare idrocarburi liquidi da altri prodotti naturali quali i carboni fossili, le ligniti, gli schisti bituminosi, ecc. Pictet ha detto con ragione che il carbone fossile può venire considerato come una sostanza idrocarbureta solida imbevuta di un liquido chimicamente molto vicino al petrolio; ma non appena si tenti di separare quest'ultimo per azione del calore, esso subisce una trasformazione pirogenica, con formazione di gas.

I prodotti della distillazione secca del carbon fossile perciò variano notevolmente in qualità ed in quantità a seconda che la distillazione si compie a bassa temperatura (circa 500°) oppure ad alta temperatura (circa 1000°). La distillazione a bassa temperatura permette di ridurre al minimo la decomposizione pirogenica dei vapori, e si ottiene così insieme al 3-4% di gas, fino al 12% di un catrame primario, costituito per metà

di idrocarburi delle serie grassa e di idrocarburi aromatici di composizione simile ai petroli naturali e per metà di composti a funzione acida che sono dei fenoli a catena laterale alquanto ramificata; questi ultimi possono a loro volta come ha dimostrato il Fischer, venire trasformati in idrocarburi grassi, mediante idrogenazione sotto pressione ed alla temperatura di 700°-800° in presenza di ferro stagnato.

Disgraziatamente questo processo di distillazione così promettente in laboratorio non fu ancora potuto risolvere industrialmente, in particolar modo per le difficoltà tecniche ed economiche che si sono incontrate per separare i prodotti di distillazione a bassa temperatura.

Invece la distillazione del carbon fossile ad alta temperatura è un'operazione conosciuta e praticata da lungo tempo nella industria del gas illuminante e del coke metallurgico. Essa fornisce solo dal 2 al 4 % d'un catrame che contiene i più svariati prodotti ben noti ai chimici, mentre la maggior parte dei vapori si risolvono in un gas, il gas illuminante, costituito essenzialmente degli ultimi termini di decomposizione pirogenica; metano e idrogeno, insieme a piccole quantità di altri idrocarburi tra i quali il benzolo (C_6H_6).

La possibilità di usare il benzolo quale carburante e la sua utilizzazione per la fabbricazione dei suoi derivati coloranti, medicinali ed esplosivi, ha reso obbligatorio anche in Italia, con un recente decreto del Ministero delle Finanze, il debenzolaggio del gas illuminante, mediante opportune miscele assorbenti.

Sulle attitudini del benzolo a servire come carburante, solo o in opportune mescolanze, non c'è più nessun dubbio sebbene tale concetto non sia ancora entrato nella mentalità dei consumatori italiani.

Accenniamo, per esempio, alla miscela di 50 % di alcool e 50 % di benzolo che da vari anni alimenta senza inconvenienti i motori degli autobus parigini.

Il benzolo infatti pure avendo un potere calorifico di poco inferiore a quello della benzina (9650 di fronte a 11 000) se riferito a pesi uguali, ha però una maggiore efficienza rispetto all'unità di volume, dato il suo elevato peso specifico; e precisamente mentre un litro di benzina fornisce 7900 calorie, un litro di benzolo ne fornisce 8450, e questo fatto può avere una certa importanza per il confronto tecnico economico dei carburanti.

Al benzolo proposto ed adoperato come carburante, si è venuto in questi ultimi anni aggiungendo un altro sottoprodotto volatile della distillazione del carbon fossile, ad alta temperatura e cioè la naftalina. Se l'uso della naftalina fusa in speciali dispositivi o quello della soluzione di naftalina in benzolo, non sembrano per ora destinati ad una notevole diffusione, merita invece di essere segnalato un derivato tetraidrogenato della naftalina, la *tetralina* un idrocarburo liquido, ottenuto per idrogenazione catalitica, il cui potere calorifico è di 11 600 calorie. In Germania la tetralina è molto adoperata per arricchire opportune miscele di carburanti nazionali; tra queste particolarmente esaltato è il così detto Reichkraftstoff, e cioè una miscela ad un dipresso in parti uguali di tetralina e di alcool-benzolo.

Ma per quanto di possa fare per aumentare la produzione di naftalina e di benzolo, proporzionalmente alla potenzialità dei vari paesi, tuttavia questi prodotti non possono rappresentare che una piccolissima percentuale del combustibile liquido necessario, e il contributo che essi possono portare alla soluzione della crisi dei carburanti sarà molto limitato.

Vicino ai prodotti di distillazione secca del carbon fossile sono da prendere in considerazione anche quelli delle ligniti e delle rocce asfaltiche di cui l'Italia possiede discreti giacimenti. Sebbene le ligniti italiane siano povere in generale di prodotti volatili, pure meritano la nostra attenzione, perchè non è lecito trascurare alcuna delle nostre possibili risorse.

Accennerò a questo riguardo ad un processo di cui si è molto parlato di recente, dovute al Prudhome, e che consiste nel gassificare completamente la lignite in un gazogeno e nel far passare il gas d'acqua così prodotto, sopra opportune miscele catalitiche, che dovrebbero provocare l'idrogenazione e la condensazione del gas d'acqua in idrocarburi liquidi. Sebbene il principio sul quale il processo si fonda sia molto suggestivo, sembra però che i risultati tecnici raggiunti finora non diano molto affidamento di riuscita.

A risultati più promettenti sembrano invece condurre il tentativo dei fratelli Mondello a Sesto Fiorentino della distillazione delle ligniti in corrente di vapor acqueo e quello della distillazione secca delle rocce asfaltiche di Ragusa per ricavare olii minerali pesanti.

Fluidificazione dei combustibili solidi. — Ma anzichè ricorrere alla distillazione secca del carbon fossile o delle ligniti per utilizzarne i prodotti distillati allo scopo che ci interessa, ben più affascinanti sono quei processi che si propongono di partire direttamente dal carbone solido e di tentarne la fluidificazione con idrogeno per ricavare degli idrocarburi liquidi.

Il Dott. Bergius fu naturalmente condotto ad estendere al carbon fossile le sue ricerche che gli avevano forniti così interessanti risultati nella fluidificazione degli olii pesanti e dell'asfalto di petrolio. Dall'uno all'altro di questi materiali infatti è breve il passo. I dettagli tecnici sopra questo meraviglioso processo sono purtroppo scarsi, ma il principio è pur sempre quello di idrogenazione sotto pressione, salvo che qui la pressione di regime sale a 200 atmosfere pure mantenendo la temperatura intorno a 400°. Secondo i dati del brevetto, sottoponendo a questo trattamento per 15 ore della polvere di carbone, si riuscì a renderne liquido il 50% e più con un consumo di H purissimo del 3-4 %, su peso del combustibile. Però secondo le dichiarazioni recenti del Fischer e dello stesso Bergius, il processo deve superare ancora delle difficoltà di ordine tecnico ed economico e la questione essenziale è ancora quella di sapere se si potrà far passare dal dominio del laboratorio a quello dell'industria queste reazioni, che permetterebbero di realizzare la fabbricazione su larga scala del petrolio sintetico.

*

Ma tutti i processi fino ad ora descritti, pure essendo di uno straordinario interesse dal punto di vista dell'avvenire industriale del mondo, presuppongono però tutti l'esistenza di grandi riserve di materie prime e cioè o di petrolio o di carbon fossile; essi non possono quindi interessare in modo speciale l'Italia, che purtroppo è completamente sprovvista di carbon fossile e la cui produzione petrolifera è per ora pressochè trascurabile (circa 6000 tonn. annue).

Ma per una, direi quasi, fatale giustizia distributrice, l'Italia, priva di carbon fossile, può almeno disporre d'un bel sole e di montagne che nessuno al mondo potrà contestarle; sono questi due fattori che potranno assicurare al nostro paese un posto preponderante nella futura economia mondiale. Poichè da una parte l'energia solare che solleva sulle cime delle nostre Alpi delle grandi masse d'acqua, permette a noi di utilizzare in modo continuo una sorgente grandiosa di energia idroelettrica senza pericolo o ansie di esaurimento; dall'altra questa stessa energia solare pone il nostro paese in uno stato di grande supremazia dal punto di vista agricolo.

I processi precedenti intanto non possono risolversi che in uno struttamento più intenso delle riserve di petrolio o di carbone fossile faticosamente e lentissimamente accumulate nei millenni preistorici, ed oggi molto allegramente sperperate. Con ciò il carbonio immagazzinato nelle viscere della terra allo stato libero o combinato, arriva così man mano alla superficie, per risolversi mediante la combustione in CO_2 , che viene a sua volta fissata dalle piante allo stato di cellulosa, destinata questa a rifornire coll'andar dei secoli le nostre riserve di carbon fossile. Data però l'intensità della vita industriale moderna, il rapporto fra il carbonio sotterraneo e quello superficiale va continuamente alterandosi a detrimento del primo. Ma d'altra parte è ormai accertato che l'aumento di concentrazione della CO_2 nell'aria, stimola automaticamente lo sviluppo dei vegetali; tale sviluppo è naturalmente tanto più intenso quanto maggiore è l'energia solare disponibile, perchè è sempre l'energia solare che provoca colla CO_2 dell'aria quelle meravigliose sintesi della vita organica purtroppo ancora in gran parte misteriose. Esagerando alquanto il fenomeno si può dire che una gran parte del carbone fossile che viene bruciato per es., nei paesi nordici, ci fornisce, senza spese di trasporto, quella CO_2 , che per azione del sole può venire utilizzata così intensamente sul nostro suolo.

In quale direzione converrà indirizzare i nostri sforzi per sfruttare questa energia solare?

Anzitutto da un punto di vista generale è necessario aumentare le nostre superfici boschive e favorirne lo sviluppo; ogni palmo di terreno inutilizzato senza una pianta, senza un'erba, rappresenta uno spreco di energia solare.

In secondo luogo si può tentare la sintesi diretta dei combustibili dagli elementi C ed H, o meglio dai prodotti della combustione CO_2 ed H_2O utilizzando la nostra energia idroelettrica. Finora questo tentativo che da qualche anno, in seguito ad uno scambio di idee col Col. Crocco, fu iniziato anche da me presso l'Istituto Aeronautico coll'apparecchio visibile nella fig. 5, ha solo un valore teorico; ma il giorno in

cui tale meta fosse raggiunta, il problema assillante del combustibile liquido sarebbe risolto in modo non dissimile da quello con cui è stato risolto il problema dell'azoto.

In terzo luogo viene l'utilizzazione diretta dei composti del carbonio contenuti nei vegetali e da essi derivabili. Per questa via si sono ottenuti ormai notevoli risultati, ed è questa senza dubbio la via più immediata che deve seguire l'Italia.

In primo piano si presenta l'uso come carburante dell'alcool etilico, che si ottiene come è noto per distillazione o per fermentazione di sostanze vegetali diverse.

La soluzione alcool sarà forse quella dei paesi agricoli come l'Italia, la Francia e la Spagna. Essa è già stata adottata in parte alla Francia, che dopo infiniti studi ed esperienze di un apposito Comitato Scientifico Tecnico, si è fermata per ora sulla formula 90 % di benzina e 10 % di alcool assoluto, per cui è fatto ora obbligo per legge agli importatori di benzina d'acquistare dal Governo, che detiene il monopolio dell'alcool, una quantità di questo corrispondente al 10 % della benzina importata. Le difficoltà tecniche della non miscibilità dell'alcool a 95° colla benzina, sono state superate sia mediante l'aggiunta di solventi additivi, (come il cicloesano, alcuni derivati dei cresoli) sia coi nuovissimi processi di disidratazione perfetta dell'alcool, in seguito ai quali ci preconizza già l'impiego di miscugli col 40-50 % di alcool assoluto. I tedeschi durante la guerra hanno adoperato correntemente l'alcool con diverse formule, a base di alcool-benzina, alcool-etero-benzina, alcool-benzina-acetone, e quella già veduta alcool-benzolo-tetralina. Gli inglesi pure utilizzarono la natalite, miscela di 60 % di alcool e 50 % di etere, con 0,5 % di NH_3 per neutralizzare i prodotti acidi che si formano durante la combustione; e fin da prima della guerra in Italia il Prof. Purgotti proponeva l'eterol, miscuglio di alcool 62 %, etere 33 %, olio di vaselina 5 %, ed il Sesti il suo carburante ad 80 per cento di alcool e 20 % di solfuro di carbonio.

Le numerose ricerche istituite in Francia hanno permesso inoltre di rispondere ormai ad una grave obiezione che viene fatta comunemente all'impiego dell'alcool, vale a dire che il suo potere calorifico, per l'O che esso contiene (C_2H_5OH) è molto inferiore a quello della benzina, e cioè di 6850 calorie (per alcool anidro) di fronte a 11 mila circa.

Questo è vero, ma ora è anche noto che l'alcool permette in cambio l'utilizzazione di compressioni più elevate nel motore di quelle permesse colla benzina, senza pericolo di autoaccensioni premature. Per conseguenza con motori speciali a forte compressione, il rendimento dinamico dell'alcool potrebbe venire notevolmente aumentato in modo da compensare quasi completamente la sua inferiorità calorifica rispetto alla benzina.

Ma una volta ammessa la soluzione alcool, resta a soddisfare ad altre due condizioni: la produzione ed il prezzo.

La produzione attuale dell'alcool in Italia si può calcolare di circa 500 mila ettanidri all'anno, ricavati essenzialmente dal melasso zuccherino e dalle vinacce. Tale produzione rappresenta circa un terzo del consumo di benzina, che fu nel 1921 di 1.500.000 ettolitri.

Ma bisogna notare che almeno 300 mila ettanidri di alcool vanno consumati per altri usi industriali e nella fabbricazione dei liquori.

Qualora l'alcool entrasse nell'uso corrente come carburante a quali altre materie prime ricorremmo di preferenza per aumentarne la produzione? Esclusi i cereali e le patate che servono per l'alimentazione, oltre il melasso e le vinacce, abbiamo però disponibili, i vini spunti, i cereali guasti, i fichi d'India, le carrube e le bietole. Le bietole sono per ora troppo care, e sono più redditizie nella fabbricazione dello zucchero, il cui prezzo simantiene ancora elevato; ma in caso di dimi-

nuzione, le bietole, di cui si può aumentare la coltivazione nell'Italia Settentrionale, saranno accessibili anche ai distillatori; la caruba invece è la materia prima il cui alcool ha un costo assai vicino a quello del melasso e la cui coltivazione potrebbe venire intensificata con vantaggio in Sicilia ed in Sardegna, insieme a quella dei fichi. Da un quintale di carrube si ottengono 20 litri di alcool. Inoltre l'Italia dovrebbe ricercare nelle sue colonie altre materie prime per ottenere l'alcool. Per citare un esempio: alla Colonia del Capo nello Stato d'Orange si è costituita di recente una Società con 100 mila sterline di capitale per la fabbricazione dell'alcool da un arbusto selvaggio, il cui frutto è una pera selvatica « priky pears » che si sviluppa spontaneamente, non richiede alcuna cura e dà un abbondante raccolto di frutti; poichè da un ettaro di terreno si possono ottenere circa 20 tonnellate di pere selvatiche, che possono fornire 1200 litri di alcool; si vede, quindi come anche questa sia una materia prima da tenere in grande considerazione, qualora le condizioni climatiche delle nostre colonie siano tali, come sembra, da consentirne la piantaggione.

Senza parlare poi dell'alcool sintetico e dell'alcool dalla cellulosa, metodi questi non ancora giunti sul terreno pratico a costi di produzione possibili, risulta evidente però che l'ap-

provvigionamento dell'alcool sarebbe più che altro un problema tecnico-agrario.

Resta la questione del prezzo. Confrontando i poteri calorifici di un litro di benzina e di uno di alcool, vediamo che questi stanno come 7900 e 5400, e supposto, come avviene per i motori attuali, che il consumo sia in rapporto alle calorie, abbiamo che per un volume di benzina si devono impiegare circa 1,4 volumi di alcool. Il suo prezzo quindi, per essere messo in confronto con quello della benzina, dovrebbe essere di circa 1,4 inferiore a questa. E cioè colla benzina a L. 280 circa all'ettolitro dazio compreso, il costo dell'alcool dovrebbe essere di L. 200 all'ettanidro, tasse comprese. Invece il prezzo attuale dell'alcool sul mercato in Italia è di L. 300 circa l'ettanidro, più la tassa di fabbricazione.

Perchè l'alcool è caro in Italia? Non è facile dirlo; la materia prima, il melasso zuccherino è nelle mani di pochi, e non è in commercio; esso gode ancora di un dazio di protezione di L. 10-oro al quintale, pari a L. 40. Ed è strano vedere come il prezzo si mantenga così elevato, quando è noto che per l'annata decorsa si ebbe uno stok di invenduto di 150 mila ettanidri di alcool di melasso, e che si prevede sarà certamente il doppio nell'anno corrente. Intanto in tali condizioni di prezzo è difficile che l'alcool possa fare concorrenza alla benzina. Non si deve però prendere come base del prezzo dell'alcool quello attuale del commercio; la Francia già si permette di avere l'alcool di melasso a 100 franchi l'ettanidro, e se la intensità di produzione e la concorrenza interverranno, e se lo Stato come ha stabilito opportunamente per il carburante Sesti, vorrà abolire a questo scopo la tassa di fabbricazione, sarà inevitabile che anche in Italia si possa avere l'alcool a buone condizioni, mentre d'altra parte si potrà stabilire fino a qual punto potremo sacrificare alla sicurezza della Nazione ed al miglioramento del suo bilancio economico, il maggior costo di un combustibile prodotto dalla nostra agricoltura.

E per finire devo accennare ancora alla più recente ed interessante proposta di utilizzazione dell'attività dei vegetali, fatta dal Mailhe in Francia, ed in corso di studio anche da noi, della preparazione cioè del petrolio dagli olii vegetali delle piante a semi oleaginosi, quali l'olio di arachide, di colza, di lino, di ricino, ecc. Trattati in sostanza dell'applicazione agli olii vegetali di un processo di craking catalitico a pressione normale, soltanto che la costituzione chimica molto complessa di questi olii (i gliceridi) e la presenza in essi dell'O che deve venire eliminato richiedono impiego di catalizzatori altrettanto complessi: disidratanti e idrogenanti insieme.

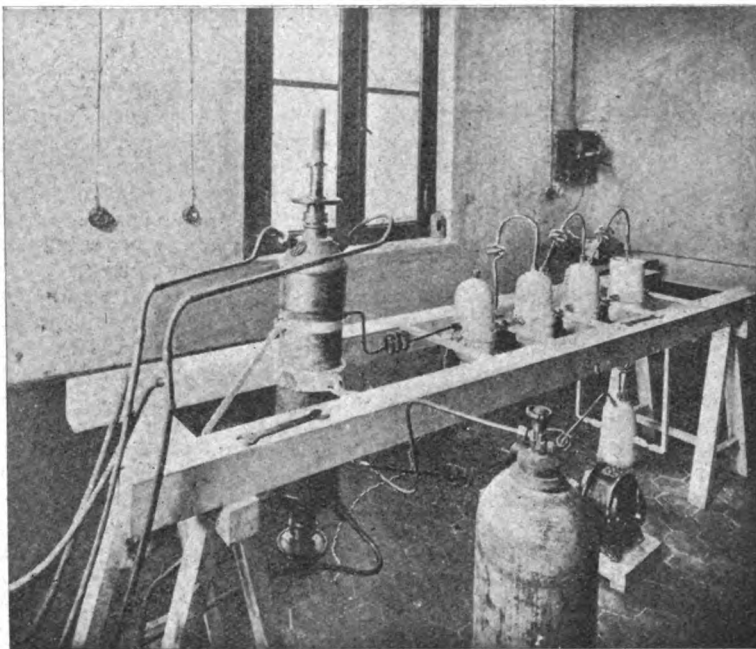


Fig. 5.

Il Prof. Mailhe in Francia ha già ottenuto mediante un tale procedimento dei risultati notevoli; egli decompone dapprima gli olii (o gli acidi grassi) facendoli gocciolare sopra un catalizzatore composto di sferette di rame e di alluminio riscaldate a 550°-560° ed ottenendo in tal modo dei prodotti liquidi e gassosi. In una seconda operazione i prodotti liquidi, ancora fortemente acidi, dopo neutralizzazione con soda, vengono sottoposti ad idrogenazione diretta su nichel a 180°, ottenendo in definitivo un prodotto simile alla benzina di petrolio, con un rendimento del 34 % rispetto all'olio originale.

Le ricerche promettenti iniziate l'anno scorso da me in collaborazione col Dott. Corelli, presso l'Istituto Aeronautico ed ora per varie vicende sospese, pure essendo orientate nello stesso senso di quella del Mailhe, ne differiscono per varie modalità essenziali. La seguente fig. 6 è una riproduzione schematica dell'apparecchio da noi impiegato.

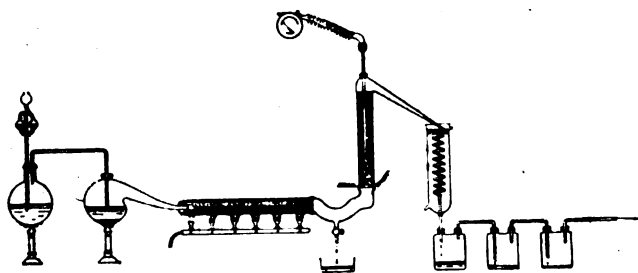


Fig. 6.

La decomposizione pirogenica dell'olio viene fatta in presenza di una base alcalina terrosa ed in corrente di vapore acqueo surriscaldato; i vapori provenienti dalla decomposizione insieme a vapore acqueo dell'olio in opportuni rapporti, vengono condotti in un tubo sopra pietra pomice, contenente una sostanza catalitica riscalda a 550°-560°, dove avviene un'ulteriore decomposizione del vapore e formazione contemporanea di idrogeno nascente a spese del vapore d'acqua.

Infine la nuova mescolanza di vapori di olio decomposto ed idrogeno nascente si fa arrivare in un secondo tubo collegato direttamente al primo e contenente nichel su pietra pomice, riscaldata a 220°-250°, dove avviene l'idrogenazione. Si ottengono così con un'operazione continua dei prodotti gassosi ad elevato potere calorifico e dei prodotti liquidi in quantità del 60-65 % dell'olio impiegato, liquidi molto mobili, d'un colore giallognolo, di odore aromatico, un po' fluorescenti, pressochè neutri (acidità 0,5 % notevole differenza questa rispetto a quelli ottenuti dal Mailhe) e costituiti in massima parte di idrocarburi che distillano sotto 300°.

Da queste ricerche preliminari è prudente di non arrivare per ora a conclusioni definitive, ma esse sono già tali da incoraggiare, appena possibile, il proseguimento su una via che sembra condurre a risultati concreti. Essa ad ogni modo costituisce uno dei mezzi a nostra disposizione per utilizzare direttamente l'energia solare accumulata nei semi delle piante oleaginose, la cui coltivazione può venire facilmente intensificata in Italia e nelle nostre Colonie.

Concludendo. — La questione del combustibile liquido per l'Italia non è soltanto una questione chimica, ma è ancora una questione meccanica, economica, agraria ed è soprattutto una questione squisitamente politica; soltanto dalla valutazione di tutti questi suoi aspetti può uscirne la giusta soluzione. E nella speranza che il nostro sottosuolo riserbi un ricco premio alla nostra fede ed alla nostra pazienza, nessuna via si deve lasciare oggi intantata per liberarci dal terribile giogo, e lo studio dei tecnici, e la collaborazione degli industriali e l'interesse del Governo intorno a questo problema vitale, costituiranno oltre a tutto e prima di tutto opera di alto patriottismo!

Abbonamenti per Laureandi Ingegneri

È aperto un abbonamento speciale all'*Elettrotecnica* per il corrente 1924 (annata completa) al prezzo ridotto di L. 40,— per gli studenti regolarmente iscritti all'ultimo anno della Scuola di Ingegneria del Regno.

Gli studenti che desiderano abbonarsi devono inviare cartolina vaglia all'Ufficio Centrale con una dichiarazione della Direzione o di un Professore della Scuola da cui risulti la loro qualità di Laureandi Ingegneri.

□ UN METODO PER LA RAPPRESENTAZIONE ANALITICA SOTTO FORMA FINITA DELLE FUNZIONI PERIODICHE POLIGONALI O COMUNQUE IRREGOLARI

LETTERIO LABOCCETTA

(Continuazione, v. N. 19)

III.

Rappresentazione dei diagrammi di funzioni periodiche poligonali

19. — I diagrammi delle funzioni periodiche elementari innanzi considerate consistono tutti di segmenti isolati; volendo formare in ciascun periodo una linea poligonale continua bisogna combinare insieme due o più diagrammi elementari. Essi sono sufficienti con la loro combinazione a formare il diagramma di qualsiasi funzione periodica poligonale, poichè comprendono segmenti orizzontali, verticali ed inclinati tanto a destra quanto a sinistra, cioè tutte le forme di segmenti che possono presentarsi a qualunque distanziate.

Per combinare insieme due o più di questi diagrammi in modo da ottenere un diagramma unico rappresentante una funzione poligonale periodica ricorriamo al metodo seguente.

Sia ad esempio il periodo c di questa funzione diviso in n intervalli

$$x_0 x_1, x_1 x_2, \dots, x_{i-1} x_i, \dots, x_{n-1} c$$

in ciascuno dei quali essa sia rappresentata da un segmento appartenente al diagramma di una delle n funzioni periodiche

$$y_1 = f_1(x), y_2 = f_2(x), \dots, y_i = f_i(x), \dots, y_n = f_n(x)$$

Si formi l'espressione

$$(68) \quad Y = f_1(x) \varphi_1 \left(\frac{1}{0} \right)_\pi + \dots + f_i(x) \varphi_i \left(\frac{1}{0} \right)_\pi + \dots + f_n(x) \varphi_n \left(\frac{1}{0} \right)_\pi$$

costituita dalla somma di n termini ciascuno dei quali consiste del prodotto della funzione periodica $f_i(x)$ che dà il valore dell'ordinata della linea di cui fa parte il segmento corrispondente all'intervento i^{mo} del periodo moltiplicata per una funzione limitatrice periodica a due valori $\varphi_i \left(\frac{1}{0} \right)_\pi$ che ha il valore $+1$ in tutto l'intervallo $x_i - x_{i-1}$ in cui il segmento deve esistere ed ha il valore zero per ogni altro valore della variabile negli intervalli che precedono e che seguono quello i^{mo} . Si scorge che nella funzione (68) in tal modo costruita nel mentre la variabile x percorre un periodo $x_0 x_n$, nel quale sono compresi gli n segmenti, l'ordinata y assume successivamente i valori delle ordinate y_1, y_2, \dots, y_n negli intervalli $x_0 x_1, x_1 x_2, \dots, x_{n-1} x_n$. La (68) è dunque la rappresentazione analitica in forma finita del diagramma poligonale periodico dato, ed essa comprende, in generale, tanti termini per quanti sono i lati della poligonale che costituisce il periodo.

In taluni casi particolari il numero dei termini potrà subire una riduzione come si vedrà dagli esempi che seguono e che servono ad illustrare alcune delle principali combinazioni dei diagrammi elementari.

20. — La più semplice poligonale richiede almeno due lati e perciò si riduce a due segmenti che formano un angolo. In pratica, conviene distinguere alcune forme diverse secondo la pendenza dei due lati e cioè:

a) La forma risultante dalla combinazione dei diagrammi delle figure 5 e 9 e rappresentata, (7) e (21), dall'equazione

$$(69) \quad y = a + b F r \frac{x}{c} + \left[a + b F^{-1} 0 \right] I \operatorname{sen}^2 \frac{\pi}{2} \left(1 + 2 \frac{x}{c} \right)$$

Si ha un diagramma a denti di sega con il lato a destra verticale come mostrato nella fig. 19. Facendo $a = 0$ la striscia del diagramma viene portata col suo orlo inferiore a contatto con l'asse delle x e ponendo $b = 1$ l'inclinazione dei segmenti obliqui viene resa uguale a 45°.

b) Volendo avere la disposizione inversa, cioè un diagramma a denti di sega con i lati verticali a sinistra, basta combinare con il diagramma della fig. 9 quello della fig. 7, scrivendo, (11) e (18).

$$(70) \quad y = a + b C m \frac{x}{c} + \left[a + b I^{-1} 0 \right] I \left(\frac{c I \frac{x}{c}}{|x|} \right)$$

e si ottiene così il diagramma della fig. 20.

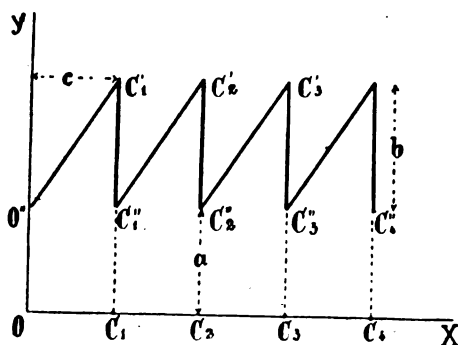


Fig. 19.

Riguardo ai valori da attribuire alle costanti valgono le stesse avvertenze che pel diagramma precedente.

c) La forma risultante della combinazione dei diagrammi delle figure 4 e 6, dopo aver soppresso in uno di essi i segmenti di posto pari e nell'altro i segmenti di posto dispari. Si può in vari modi ottenere il risultato desiderato e, in considerazione dell'importanza che ha la funzione che ne risulta, ne indicheremo qui alcuni.

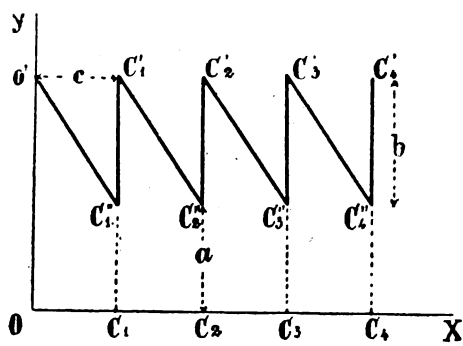


Fig. 20.

Si può anzitutto, appunto come è detto sopra, sopprimere nel diagramma della fig. 4 i segmenti di posto pari, rendendone uguali a zero le ordinate, e nel diagramma della fig. 6 i segmenti di posto dispari adoperando a tale scopo, come indicato al paragr. 10, la funzione limitatrice della (38) e (39), combinando i due diagrammi complementari che ne risultano viene

$$(71) \quad y = \frac{1}{2} \left[1 - \operatorname{sgn} \sin \pi(x+1) \right] Fr x + \frac{1}{2} (1 - \operatorname{sgn} \sin \pi x) C m x$$

In questa espressione il periodo e l'ampiezza dell'onda sono entrambi fatti uguali all'unità.

Si può invece partire da un solo diagramma, quello per esempio della fig. 4 dal quale con un ribaltamento intorno all'asse delle x dei segmenti di posto pari, applicando la (49) del paragr. 12 si passa prima al diagramma della fig. 10. In questo poi facendo scorrere in alto i segmenti già ribaltati, seguendo il metodo esposto al paragrafo 15, per un segmento uguale alla loro altezza si ottiene la poligonale che avrà la equazione

$$(72) \quad y = b Fr \frac{x}{c} (-1)^I \frac{x}{c} + \frac{b}{2} (1 - \operatorname{sgn} \sin \pi \frac{x}{c})$$

In questa equazione il periodo si è fatto uguale a c e l'ampiezza dell'onda uguale a b.

Si può procedere infine col metodo del frazionamento dell'onda esposto al paragr. 16 riducendo dapprima il diagramma della fig. 4 a quello della fig. 13 col sopprimere la seconda metà dei segmenti, ed il diagramma della fig. 6 a

quello della fig. 14 col sopprimere la prima metà di ciascun segmento.

Per effettuare queste operazioni si applicano, ad esempio, rispettivamente la prima delle (60) e la seconda delle (59), paragr. 16, nelle quali si sia fatto però $p = q = \frac{c}{2}$ e si ha

$$(73) \quad y = a + b Fr \frac{x}{c} I \frac{1 + \frac{1}{2}}{1 + Fr \frac{x}{c}} + b C m x I \frac{1 + \frac{1}{2}}{1 + C m \frac{x}{c}}$$

equazione che corrisponde al caso più generale rappresentato dal diagramma della fig. 21 nella quale si è supposto che il

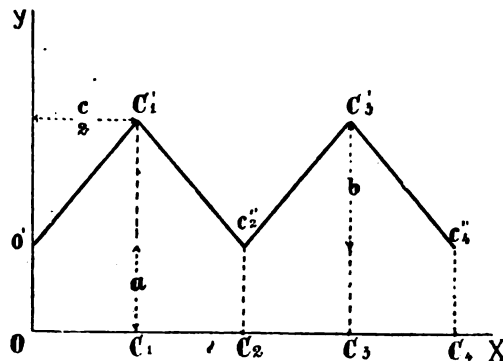


Fig. 21.

periodo abbia il valore c, il diagramma sia compreso in una striscia di larghezza b e l'orlo inferiore di questa disti di a dall'asse delle x ⁽¹⁹⁾.

Oltre le tre ora riportate anche altre espressioni possono essere date di questa importante poligonale; è notevole che essa è esprimibile in modo semplice anche mediante funzioni continue.

Infatti, convenendo che $\arcsin x$ rappresenti soltanto l'arco appartenente all'intervallo $(-\frac{\pi}{2}, +\frac{\pi}{2})$ che ha x per seno, è noto che l'equazione

$$(74) \quad y = \arcsin (\sin x)$$

rappresenta appunto questa poligonale, portata però nella posizione della fig. III, e con $h = \frac{\pi}{2}$, $c = 2\pi$.

Ma è da osservare che, nel mentre le tre equazioni date innanzi rappresentano ognuna una sola linea, l'espressione $\arcsin (\sin x)$, se non è accompagnata dalla indicazione esplicita dell'intervallo nel quale deve essere compreso $\arcsin x$, rappresenta invece complessivamente il sistema di tutte le infinite linee congruenti con quella fondamentale ed ottenute da essa mediante traslazioni parallele all'asse OY che corrispondono a multipli interi di 2π . Inoltre, poichè è anche $\sin x = \sin (\pi - x)$ la (74) rappresenta anche la poligonale data dalla equazione

$$(75) \quad y = \arcsin [\sin (\pi - x)]$$

che ha pure 2π per periodo ma 2π per ampiezza di onda, e con essa il sistema delle altre linee congruenti ottenute con le traslazioni parallele all'asse OY che corrispondono a multipli interi di 2π o, in altri termini, tutte le linee date dalla equazione

$$(76) \quad y = \arcsin \{ \sin [(2k+1)\pi - x] \}$$

dove k indica un numero intero qualunque, nullo, positivo o negativo.

⁽¹⁹⁾ Funzioni poligonali del tipo (71), (72), (73) si presentano naturalmente nello studio degli alternatori. Per le condizioni nelle quali una spira mobile dà origine ad una forza elettromotrice rappresentabile con la (73) si veda, ad esempio, p. 648 fig. 3 e 9 Vol. I di E. Genard «Leçons sur l'électricité Gauthier Villars & Fils, Paris 1899, oppure p. 358 fig. 182 di P. Janet «Leçons d'électrotechnique générale», Gauthier Villars Paris 1900.

Il diagramma della fig. 21 rappresenta anche il percorso di un raggio di luce successivamente riflesso fra due superficie piane parallele alla distanza b fra di loro.

21. — Alle poligonali a due lati seguono immediatamente quelle a tre lati e di queste saranno considerate qui soltanto due forme, la forma rettangolare e quella trapezoidale.

La forma rettangolare si ottiene immediatamente combinando il diagramma della fig. 3 con quello della fig. 9 dopo aver posto $\frac{1}{2}b$ in luogo di b nella equazione (27) della fig. 3 ed $a - \frac{1}{2}b$ in luogo di a nella equazione (21) della fig. 9. La equazione risultante è

$$(77) \quad y = a + \frac{b}{2} \operatorname{sgn} \sin \pi \frac{x}{c} + \left[a + b \left(-\frac{1}{2} + I^{-1} 0 \right) \right] I \operatorname{sen}^2 \frac{\pi}{2} \left(1 + \frac{2x}{c} \right)$$

ed a questa equazione corrisponde il diagramma della fig. 22 con le solite avvertenze intorno al significato delle costanti a , b , c , (²⁰).

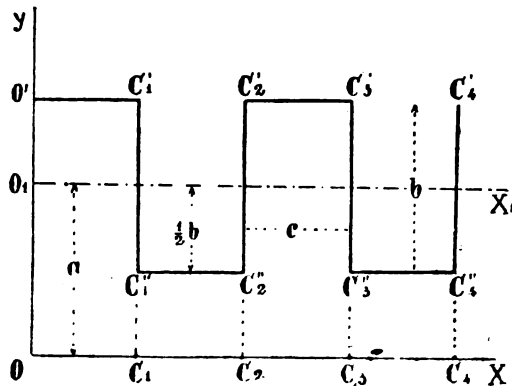


Fig. 22.

22. — Qualche volta occorre considerare delle poligonali a salti nelle quali però i lati non verticali invece di essere orizzontali, come nella fig. 22 sono alternativamente inclinati nei due sensi come mostra il diagramma della fig. 23 (²¹). Questo diagramma si può ritenere come risultante da quelli delle figure 5 e 9 combinati fra loro nel modo seguente.

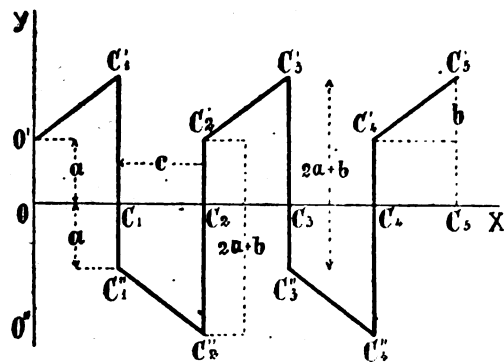


Fig. 23.

Anzitutto applicando un fattore alternante, per es. (26), alla (7) che rappresenta il diagramma della fig. 5, si opera il ribaltamento al disotto dell'asse delle x dei segmenti di ordine pari, e si ha così l'equazione

$$(78) \quad y_1 = \left(a + b F r \frac{x}{c} \right) \operatorname{sgn} \sin \pi \frac{x}{c}$$

la quale rappresenta le due serie di segmenti inclinati

$$O'C_1', C_2'C_3', C_4'C_5', \dots \quad C_1''C_2'', C_3''C_4'', \dots$$

della fig. 23.

(²⁰) Funzioni periodiche poligonali di questo tipo, omessi i tratti verticali, si presentano anch'esse nello studio degli alternatori. Si vengano ad esempio i diagrammi delle forze elettromotrici indotte in: Guido Grassi «Corso di Elettrotecnica», Roux Viarengo, Torino 1904, Vol. 1, p. 86 fig. 88, od anche Janet Op. citata p. 355 fig. 180, ed E. Gerard Op. citata p. 646 fig. 307, ecc.

(²¹) Per la occorrenza di funzioni di questo tipo nello studio delle correnti alternate si veggia ad esempio fig. 88 p. 86 Vol. I di G. Grassi Op. citata.

Restano le due serie di segmenti verticali

$$C_1' C_1'', C_3' C_3'', C_5' C_5'' \dots \quad O'O'', C_2' C_2'', C_4' C_4'', \dots$$

di ordine dispari e di ordine pari.

Le equazioni di queste due serie di segmenti si deducono entrambe da quella, (18) o (21), del diagramma della fig. 9 facendo in essa, per entrambe le serie, il periodo $2c$ e in luogo di a e b ponendo rispettivamente $-a$ e $2a+b$ per i segmenti di ordine dispari e $-(a+b)$ e $2a+b$ per i segmenti di ordine pari, ed inoltre spostando di c verso sinistra l'origine per la serie dei segmenti di ordine dispari.

Le due equazioni che ne risultano sono:

$$(79) \quad y_1 = \left[-a + (2a+b) I^{-1} 0 \right] I \operatorname{sen}^2 \frac{\pi}{2} \left(1 + \frac{x-c}{c} \right)$$

e

$$(80) \quad y_2 = \left[-(a+b) + (2a+b) I^{-1} 0 \right] I \operatorname{sen}^2 \frac{\pi}{2} \left(1 + \frac{x}{c} \right)$$

L'equazione della poligonale completa è perciò

$$(81) \quad y = y_1 + y_2 + y_3$$

L'equazione è apparentemente alquanto complicata; ma è da osservare che, tanto in questa equazione quanto nelle equazioni (69), (70) e (77) corrispondenti ai diagrammi delle figure 19, 20 e 22 la complicazione proviene dal fatto che è stata data la rappresentazione analitica anche delle serie di segmenti verticali. Ora la rappresentazione dei tratti verticali dei diagrammi se è necessaria in talune questioni di fisica, essa invece non occorre affatto, e può perciò essere omessa nelle questioni di elettrotecnica quando si tratta di rappresentare gli elementi di una corrente. Nelle quattro equazioni precedenti i termini corrispondenti ai tratti verticali sono stati dati soltanto per mostrare al lettore il modo di costruirli ove occorra. In quanto segue la rappresentazione dei segmenti verticali sarà perciò generalmente omessa.

23. — In fine resta a prendere in esame il tipo della poligonale con onda trapezia di cui la forma più semplice è quella della fig. 24 (²²).

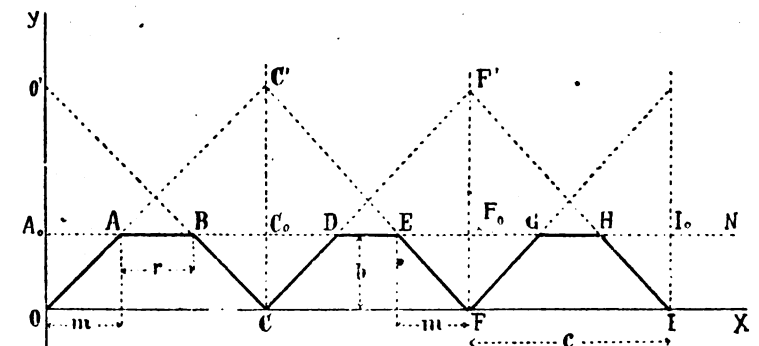


Fig. 24.

La linea si può considerare costituita da tre serie di segmenti:

a) Una prima serie di segmenti orizzontali AB, DE, \dots tutti di uguale lunghezza r e posti a distanza costante b dall'asse delle x .

Si possono considerare questi segmenti come derivati dalla retta AN , della quale in ogni periodo A_0, C_0, E_0, G_0 , si siano annullate le due porzioni estreme A_0A, BC_0 di lunghezza m lasciando sussistere la porzione centrale AB di lunghezza r .

Per operare questo frazionamento dei segmenti contenenti in ciascun periodo basta applicare alla equazione della retta come fattore una funzione limitatrice periodica $\varphi \left(\frac{1}{0,0} \right) \pi$ del tipo (63) e si ha per l'equazione della serie di segmenti orizzontali

$$(82) \quad y_1 = b I \frac{1 + \operatorname{sen}^2 \pi \frac{x}{c}}{1 + \operatorname{sen}^2 \pi \frac{m}{c}}$$

(²²) Per l'occorrenza di poligonali di questa forma si veggia figure 140 e 143 p.p. 209-210 di G. Grassi, Op. citata.

b) Una seconda serie di segmenti OA, CD, \dots anche essi tutti uguali ed ugualmente inclinati sull'asse delle x . Considerando questa serie di segmenti come derivata, col metodo di frazionamento del paragr. 16 dalla serie di segmenti OC', CF', \dots la cui proiezione ha una lunghezza $r+2m=c$, e dei quali si siano annullate le porzioni finali AC', DF', \dots si scorge che essa costituisce un diagramma della specie di quello della fig. 13. Per avere l'equazione di questa seconda serie basta perciò nella prima delle (60) presa come funzione limitatrice, porre $p=m$ e viene

$$(83) \quad y_s = b \frac{c}{m} Fr \frac{x}{c} I \frac{1 + \frac{m}{c}}{1 + Fr \frac{x}{c}}$$

Il fattore $\frac{c}{m}$ è stato qui introdotto perchè b è l'altezza della striscia nella quale è contenuta la poligonale, ma l'altezza della striscia nella quale sono contenuti i segmenti OC', CF', \dots è $b \frac{c}{m}$.

c) Una terza serie di segmenti BC, EF, \dots anch'essi tutti eguali ed ugualmente inclinati sull'asse delle x in senso contrario a quelli della seconda serie, e che costituiscono un diagramma della specie di quello della fig. 14. Per formare l'equazione di questa terza serie si fa uso del secondo dei fattori (59), nel quale si sia posto $q=m$, e si ha per i segmenti ridotti alla loro porzione finale

$$(84) \quad y_s = b \frac{c}{m} Cm \frac{x}{c} I \frac{1 + \frac{m}{c}}{1 + Cm \frac{x}{c}}$$

L'equazione perciò della poligonale nel suo complesso è data da

$$(85) \quad y = b I \frac{1 + \sin^2 \pi \frac{x}{c}}{1 + \sin^2 \pi \frac{m}{c}} + \frac{bc}{m} \left\{ Fr \frac{x}{c} I \frac{1 + \frac{m}{c}}{1 + Fr \frac{x}{c}} + Cm \frac{x}{c} I \frac{1 + \frac{m}{c}}{1 + Cm \frac{x}{c}} \right\}$$

Apparentemente i tre termini di questa equazione hanno una forma alquanto complicata; in realtà essi sono assai semplici, perchè l'equazione è, in sostanza, della forma

$$(86) \quad y = b \left\{ \varphi_2 \left(\frac{1}{0,0} \right)_\pi + \frac{c}{m} Fr \frac{x}{c} \varphi_1 \left(\frac{1}{0,0} \right)_\pi + \frac{c}{m} Cm \frac{x}{c} \varphi_3 \left(\frac{1}{0,0} \right)_\pi \right\}$$

dove $\varphi_2 \left(\frac{1}{0,0} \right)_\pi, \varphi_1 \left(\frac{1}{0,0} \right)_\pi, \varphi_3 \left(\frac{1}{0,0} \right)_\pi$ sono delle funzioni limitatrici periodiche che prendono i due soli valori zero e $+1$ e che basta indicare col loro simbolo.

24. — Il metodo ora esposto per trovar l'equazione della poligonale trapezia è quello generale; è bene vedere però come nei casi particolari la simmetria della linea, od altre sue proprietà, permettano di semplificare grandemente l'equazione di essa.

Supponendo, ad esempio, come mostra il diagramma della fig. 25 che siano uguali i tre intervalli $OA', A'B', B'C$, di ogni periodo OC e che sia proprio m il comune valore di questi intervalli, cosicchè $c = 3m$, si scorge che la linea trapezia $OABC$ si può considerare derivata dalla linea OC'' sottraendo alle ordinate di essa nel secondo intervallo le corrispondenti ordinate del suo primo segmento OA , come risulta chiaro per la eguaglianza dei due triangoli OAA' ed $AB'B$, e nel terzo intervallo il doppio delle stesse ordinate, passando così dal segmento $B''C''$ a quello $B''C_0$ al quale doppio sia stato aggiunto il segmento costante $BB'' = b$ sottraendo questa che opera la traslazione parallela del segmento $B''C_0$ in BC . L'equazione del diagramma si può perciò scrivere

$$(87) \quad y = 3b Fr \frac{x}{c} - b Fr \frac{x}{m} I 3 Fr \frac{x}{c} - b I Fr \frac{x}{2c}$$

Infatti in questa equazione il primo termine del secondo membro rappresenta la linea OC'' ; il secondo termine è nullo nel primo intervallo dove $x < \frac{c}{3}$ e quindi $I 3 Fr \frac{x}{c} = 0$, ha il valore $b Fr \frac{x}{m}$ rappresenta cioè le ordinate del segmento OA nel secondo intervallo dove $\frac{1}{3}c < x < \frac{2}{3}c$ e quindi $I 3 Fr \frac{x}{c} = 1$, ed ha il valore $2b Fr \frac{x}{m}$ nel terzo intervallo dove $\frac{2}{3}c < x < c$ e quindi $I 3 Fr \frac{x}{c} = 2$ cosicchè rappresenta in esso il doppio delle ordinate del segmento OA ; il terzo termine infine è nullo nei primi due intervalli dove $x < \frac{2}{3}c$ e quindi $I Fr \frac{3x}{2c} = 0$ ed ha il valore b nel terzo intervallo dove $\frac{2}{3}c < x < c$ e quindi $I Fr \frac{3x}{2c} = 1$.

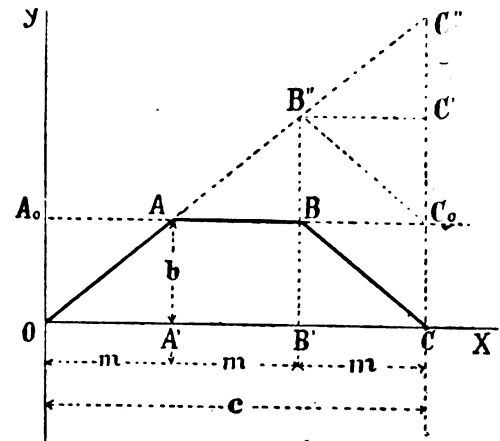


Fig. 25.

Il metodo ora esposto per formare l'equazione della linea trapezia è applicabile in casi analoghi e porta a consimili semplificazioni nelle equazioni. Per esempio il diagramma della fig. 21 si può immaginare ottenuto, in ciascun periodo, dalla linea alla quale appartiene il primo $O'C'$, dei segmenti che lo formano, estesa questa linea a tutto il periodo $O C_2$, ma nel secondo intervallo $C_1 C_2$ del quale le sue ordinate siano diminue del doppio delle corrispondenti ordinate nel primo intervallo $O C_1$. Supposto che gli intervalli siano uguali all'unità, cosicchè $c = 2$ e che sia anche $h = 1$, l'equazione prende la forma semplicissima

$$(88) \quad y = a + Fr x (1 - 2 I 2 Fr \frac{x}{2})$$

nella quale appunto il termine negativo in parentesi è un fattore, funzione limitatrice periodica del tipo $\varphi_1 \left(\frac{0}{2} \right)_\pi$ che prende il valore zero nel primo intervallo ed il valore 2 nel secondo intervallo di ogni periodo.

La funzione della fig. 24 data dalla equazione (85) è propriamente una grandezza pulsante ma non alternata; la corrispondente funzione alternata è rappresentata dal diagramma

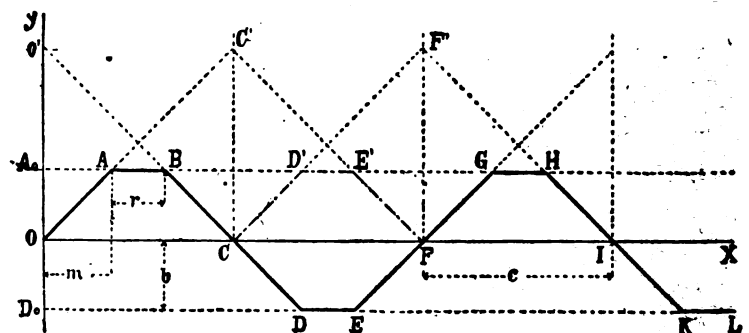


Fig. 26.

della fig. 26: la sua equazione può essere ottenuta col metodo generale esprimendone l'ordinata come somma di quattro termini che corrispondono alle quattro serie di segmenti AB, BD, DE, EG , costituenti le poligonali dei singoli periodi. Ma traendo profitto dall'osservazione che il diagramma della figura 26 si può ottenere rendendo alternata la funzione della

fig. 24 mediante il ribaltamento delle onde di ordine pari, l'equazione cercata si ottiene applicando un fattore alternante, per es. $(-1)^{\frac{x}{c}}$ alla equazione (85).

25. — La forma più generale della funzione periodica alternata ad onda trapezia è però quella della fig. 27 la quale

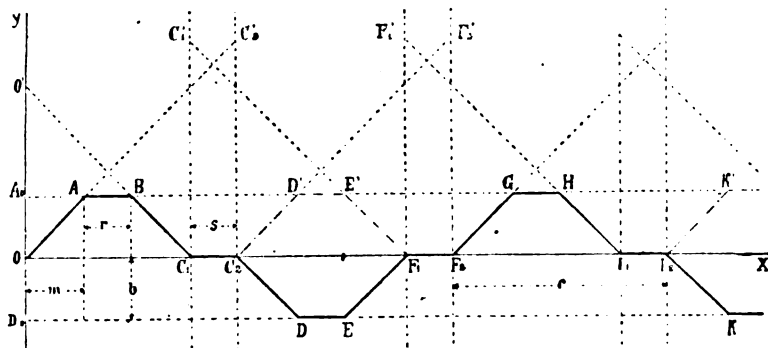


Fig. 27.

mostra fra due successive semionde un intervallo di riposo o di arresto $C_1 C_2, F_1 F_2, \dots$ durante il quale la funzione ha il valore zero ⁽²³⁾. Questo intervallo ha la lunghezza s , le semionde sono del resto supposte uguali a quelle della fig. 24 e della fig. 26 e valgono perciò le stesse notazioni dei diversi elementi precedentemente usati, ponendo però $c = r + s + 2m$.

Volendo procedere alla rappresentazione di questa linea col metodo generale l'equazione consterebbe di sette termini: tre per rappresentare le tre serie di segmenti $AB, GH, \dots, OA, F_2 G, \dots, BC_1, HI, \dots$ delle semionde superiori, tre serie di segmenti $DE, KL, \dots, C_2 D, I_2 K, \dots, EF_1, LM, \dots$ delle semionde inferiori, ed uno per rappresentare la serie degli intervalli di riposo $C_1 C_2, F_1 F_2, \dots$. Ma si giunge ad una espressione più semplice con le considerazioni seguenti:

Supposte raddrizzate le semionde inferiori in modo che esse prendano la posizione indicata con linee a tratti e punti nella figura, si ha di nuovo un diagramma del tipo di quello della fig. 24 con la sola differenza della interposizione degli intervalli s di riposo fra due semi onde successive. Si vede però subito che anche questo diagramma è esprimibile mediante una somma di tre soli termini.

Infatti tenendo presente la fig. 24, considerando i segmenti $OA, C_2 D', \dots$ come porzioni iniziali dei segmenti $OC_2, C_2 F_2, \dots$ avventi per proiezione $OC_2 = C_2 F_2 = c$, l'equazione che li rappresenta è la stessa equazione (83) relativa ai corrispondenti segmenti della fig. 24. Siccome però i segmenti debbono alternativamente essere ribaltati in basso bisogna moltiplicare l'equazione per un fattore alternante del tipo $\varphi_1 \left(\frac{+1}{-1} \right)_{\pi}$ e l'equazione diventa

$$(89) \quad y_1 = b \frac{c}{m} Fr \frac{x}{c} I \frac{1 + \frac{m}{c}}{1 + Fr \frac{x}{c}} \operatorname{sgn} \operatorname{sen} \pi \frac{x}{c}$$

Similmente si scorge che i segmenti $BC_1, E'F_1, \dots$ debbono essere rappresentati da una equazione identica a quella (84) che rappresenta i segmenti BC, EF, \dots della fig. 24, con l'avvertenza tuttavia che per questa seconda serie di segmenti, essendo nella fig. 27 il periodo $C_2 F_2 = s + m + r + m$, l'origine O delle ordinate non coincide con l'origine di un periodo ma coincide con l'estremo destro del primo intervallo s del periodo, quindi, completata col fattore alternante occorrente per il ribaltamento dei segmenti di ordine pari l'equazione è

$$(90) \quad y_2 = b \frac{c}{m} Cm \frac{x+s}{c} I \frac{1 + \frac{m}{c}}{1 + Cm \frac{x+s}{c}} \operatorname{sgn} \operatorname{sen} \pi \frac{x+s}{c}$$

Infine i segmenti $AB, D'E', \dots$, che non cadono più centralmente nel periodo come avviene per quelli corrispondenti della fig. 24, potrebbero essere trattati col metodo del paragrafo 18, oppure possono essere considerati come porzioni

iniziali dei segmenti $AD', D'G, \dots$ ed allora essi sono rappresentabili con l'equazione (61) corrispondente al diagramma della fig. 17, con l'avvertenza tuttavia che, essendo in tal caso il loro periodo $AD' = r + m + s + m$ l'origine O delle ordinate non coincide con l'origine di un periodo ma invece con l'estremo sinistro dell'ultimo intervallo m , quindi, modificata per tener conto di questa circostanza l'equazione cercata è

$$(91) \quad y_3 = b \operatorname{sgn} \pi \frac{x-m}{c} I \frac{1 + Fr \frac{x-m}{c}}{1 + \frac{r}{c}}$$

In quanto alla serie dei segmenti di riposo $C_1 C_2, F_1 F_2, \dots$ ove si formi l'ordinata della poligonale come somma delle ordinate delle tre serie di segmenti precedenti, non occorre per essa rappresentazione speciale, perchè il valore zero della ordinata negli intervalli s risulta già dalla combinazione delle tre equazioni precedenti.

Combinando dunque la (89) con la (90) e la (91) l'equazione complessiva è

$$(92) \quad y = y_1 + y_2 + y_3$$

26. — Le poligonali considerate nei paragrafi precedenti sono state tutte formate disponendo successivamente l'uno dopo l'altro i diversi segmenti con i loro estremi a contatto. Si presentano però nella pratica delle poligonali risultanti dalla riunione di diagrammi diversi che parzialmente si sovrappongono l'uno all'altro e per le quali perciò l'ordinata è in ogni intervallo la somma delle ordinate dei diversi diagrammi che in esso si sovrappongono. E s'intende che i valori delle ordinate di taluni di questi diagrammi possono anche essere negativi.

Considereremo qui a titolo di esempio di queste poligonali uno dei casi più semplici e che più frequentemente oc-

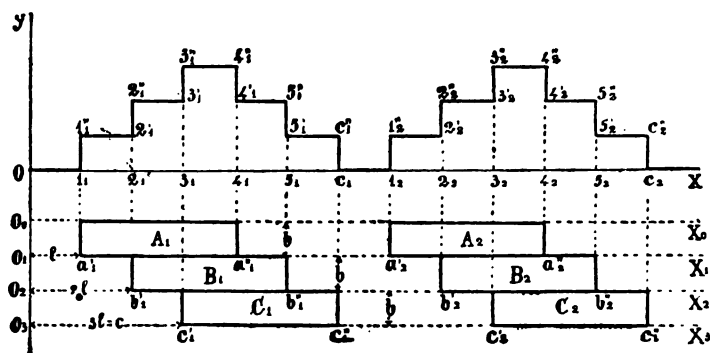


Fig. 28.

corrono, ⁽²⁴⁾ quello della fig. 28 la quale mostra che in ogni periodo $OC_1, C_1 C_2, \dots$ si hanno da sommare le ordinate di tre diagrammi rettangolari uguali $A_1 B_1 C_1, A_2 B_2 C_2, \dots$ ma fra loro sfasati e perciò parzialmente sovrapposti, i quali, combinandosi insieme, danno delle onde con profilo a scalinata $01, 1'1', 2'1', 2''1', 3'1', 3''1', 4'1', 5'1', 5''1', C_1, \dots$

Si tratta di trovare l'equazione delle poligonali di questo tipo e si può procedere in due modi diversi. Seguendo anzitutto il metodo generale della somma delle ordinate dei tre diagrammi componenti A, B, C , si scorge che questi, omessi i lati verticali, sono del tipo di quello della fig. 3, rappresentato

dalla (4) nella quale però si sia posto $\frac{1}{2} b$ invece di a e di b

allo scopo di far cadere sull'asse della x la serie di segmenti inferiori $C'_1, C'_2, C'_3, C'_4, \dots$. Con questa sostituzione, e tenendo conto che la prima ascissa dei diagrammi invece di essere zero è, rispettivamente, $l, 2l, 3l$, le equazioni dei tre diagrammi risultano

$$(93) \quad y_A = \frac{1}{2} b \left\{ 1 + (-1)^{\frac{x-l}{c}} \right\}$$

$$(94) \quad y_B = \frac{1}{2} b \left\{ 1 + (-1)^{\frac{x-2l}{c}} \right\}$$

$$(95) \quad y_C = \frac{1}{2} b \left\{ 1 + (-1)^{\frac{x-3l}{c}} \right\}$$

⁽²³⁾ Per la occorrenza di funzioni periodiche di questo tipo veggasi ad es. fig. 306 p. 645 Vol. I di E. Gerard, Op. citata.

⁽²⁴⁾ Si veggia per es. M. ASCOLI ed F. LORI *Elettrotecnica*, F. Vallardi, Milano, p. 340-341 e fig. 251, 252, in qual modo nascono funzioni di questo tipo nello studio dei motori a campo rotante.

La somma di essi

$$(96) y = \frac{1}{2} b \left\{ 3 + (-1)^{\frac{x-l}{c}} + (-1)^{\frac{x-2l}{c}} + (-1)^{\frac{x-3l}{c}} \right\}$$

è l'equazione della linea risultante, omissi i lati verticali; volendo avere anche la rappresentazione di questi bisognerebbe aggiungere i termini ad essi corrispondenti.

Come appare chiaro dalla (96) procedendo in questo modo la somma fra parentesi si accresce di un termine per ogni diagramma aggiunto a quelli componenti.

Ma se si prende invece a rappresentare nel suo insieme la poligonale già formata, si può pervenire ad una equazione la quale comprenda sempre lo stesso numero di termini, qualunque sia il numero n dei diagrammi elementari componenti A, B, C, \dots

Infatti, tenendo presente che, nel caso generale, $c = nl$ essendo i diagrammi sfasati l'uno rispetto all'altro tutti della stessa quantità l , le poligonali delle successive onde possono essere considerate come formate:

a) da una serie di segmenti orizzontali $01, 1'', 2', 2'', 3', 1''_2, 2''_2, 3'_2, \dots$ in ascesa, rappresentabili evidentemente con la equazione

$$(97) y_1 = b \left\{ I \frac{x}{l} - n I \frac{x}{c} \right\} I \frac{3}{2 \left(1 + Fr \frac{x}{c} \right)}$$

nella quale il primo fattore è una funzione periodica che indica le serie di n segmenti orizzontali che sarebbero comprese in ciascun'onda e il secondo fattore è una funzione limitatrice periodica $\varphi_1 \left(\frac{1}{0} \right)_\pi$ del tipo delle (60) che ha il valore $+1$ negli intervalli $0, 3, 1, 3, 2, \dots$ corrispondenti alla prima metà di ciascun'onda, ed il valore zero negli intervalli $3, 1, 3, 2, \dots$ corrispondenti alla seconda metà di ciascun'onda.

Che il primo fattore abbia proprio il significato attribuitogli lo si riconosce facilmente riflettendo che esso consta di due termini, il primo dei quali $b I \frac{x}{l}$ rappresenta la serie indefinita dei segmenti orizzontali in ascesa, come mostrato dal diagramma della fig. 1; il secondo termine $n I \frac{x}{c}$ è quello che

conferisce la periodicità alla funzione rappresentata dal primo, poichè infatti questo secondo termine, preso col segno negativo che lo precede, indica che quando x è cresciuto fino ad mc cioè quando ha percorso m periodi, le ordinate del diagramma rappresentato dal primo termine debbono essere diminuite di $m \cdot bn$ ossia in ogni punto di ascissa mc l'ordinata del diagramma torna ad essere zero.

b) da una serie di segmenti orizzontali $3'', 4'', 4', 5'', 5', 1', 3'', 4'', 4', 5'', 5', 2', 5', 2', 3'', \dots$ in discesa, analogamente rappresentabili con la equazione

$$(98) y_2 = b \left[n - \left\{ I \frac{x}{l} - n I \frac{x}{c} \right\} \right] I \frac{3}{3 \left(1 + Cm \frac{x}{c} \right)}$$

nella quale invece la funzione periodica limitatrice $\varphi_2 \left(\frac{1}{0} \right)_\pi$ del tipo delle (59) è zero nella prima metà dell'onda ed ha il valore $+1$ nella seconda metà.

L'insieme delle due serie di segmenti viene rappresentato con la somma di queste due espressioni

$$(99) y = y_1 + y_2$$

IV.

Rappresentazione dei diagrammi costituiti da uno o più archi di curve di natura qualsiasi periodicamente ripetuti

27. *Metodi generali di rappresentazione.* — Nel capitolo precedente è stato indicato il modo di costruire una funzione periodica poligonale, un funzione periodica cioè che nei diversi intervalli nei quali è diviso il periodo segue delle leggi lineari. Il caso più generale da considerare è che si abbia a rappresentare una funzione periodica la quale nei diversi intervalli del periodo segua leggi diverse, arbitrariamente assegnate, e il cui diagramma quindi sia ottenuto con la ripetizione periodica di un arco di curva, oppure, più generalmente, è costituito da un certo numero di archi appartenenti a curve, asse-

gnate ad arbitrio, che possono anche essere tutte fra loro diverse, i quali archi vengono periodicamente ripetuti.

Il metodo usato per la rappresentazione delle funzioni poligonali è stato il seguente: riconosciuto che a formare una poligonale qualsiasi non occorrono che quattro specie soltanto di segmenti, segmenti orizzontali, verticali ed inclinati nell'uno o nell'altro senso, si sono prima costruite quattro funzioni periodiche « elementari » (4), (7), (11), (18) rappresentate ciascuna in ogni periodo da un segmento di una delle quattro specie e poi combinando insieme (68) queste funzioni elementari opportunamente limitate ciascuna ad un intervallo del periodo, si è ottenuta la funzione poligonale. La stessa via verrà seguita per ottenere la rappresentazione analitica delle funzioni che, invece di essere rappresentate da segmenti rettilinei, sono, nei diversi intervalli di ogni periodo, rappresentate da archi di curve di natura qualsiasi.

Si dovrà perciò cominciare col trovare le funzioni periodiche elementari corrispondenti ad ognuna delle curve che contribuiscono a formare il diagramma; quelle funzioni cioè che sono ciascuna la rappresentazione analitica di un diagramma costituito da una successione di archi della stessa curva tutti uguali fra loro. La risoluzione di questo problema non sarebbe certo agevole se per ogni curva speciale si dovesse, come s'è fatto per i segmenti rettilinei, ricorrere ad un particolare procedimento per trovare la funzione elementare ad essa corrispondente. Ma, per fortuna, esistono dei metodi generali applicabili identicamente ad ogni specie di curva, sia essa periodica o pur no, che permettono con grande facilità di trasformarla in una curva periodica il periodo della quale sia costituito da un arco assegnato della curva primitiva. Indicherò qui due di questi metodi, il primo dei quali si potrebbe chiamare metodo della « variazione delle costanti » o dello « spostamento periodico dell'origine » ed il secondo metodo della « periodicità della variabile ».

28. *Metodo della variazione delle costanti.* — Si abbia una funzione qualsiasi

$$(100) y_1 = f(x)$$

e si supponga di voler costruire il diagramma ottenuto con la ripetizione periodica dell'arco di essa corrispondente all'intervallo x_1, x_2 . Posto $x_1 = a$ e $x_2 = a + c$, sarà c il periodo e a l'ascissa dell'estremo sinistro del primo periodo, chiamando primo periodo quello costituito dall'arco che appartiene alla (100) ed i cui estremi hanno per ascisse x_1 e x_2 .

Ora si osservi che l'equazione della curva alla quale appartiene l'arco costituente il secondo periodo si ottiene dalla (100) ponendo in essa $x - c$ invece di x

$$y_2 = f(x - c)$$

il che equivale ad avere spostato la curva di c verso destra mantenendo fissa l'origine.

Analogamente l'equazione della curva alla quale appartiene l'arco costituente il terzo periodo è

$$y_3 = f(x - 2c)$$

Così continuando si scorge che l'equazione della curva alla quale appartiene l'arco costituente il periodo $n + 1^{\text{mo}}$, cominciando a contare dal periodo che ha per estremo sinistro il punto di ascissa a è

$$(101) y_{n+1} = f(x - nc)$$

Ora si osservi che n , in questa espressione, non è altra cosa che il numero di periodi compresi fra il punto x_1 di ascissa a e il punto x , cioè, è

$$(102) n = I \frac{x - a}{c}$$

e portando nella (101) questo valore che resta costante in ogni periodo si ottiene

$$(103) y = f \left(x - c I \frac{x - a}{c} \right)$$

Questa è l'equazione cercata che rappresenta la funzione periodica elementare della (100), ed essa si riduce a

$$(104) y = f \left(x - c I \frac{x}{c} \right)$$

quando l'estremo sinistro del primo periodo cade nell'origine e perciò $a = 0$.

Infatti la (103) è una funzione periodica che ha c per periodo e nella quale la variabile, $x - cI \frac{x-a}{c}$ assume in ogni periodo tutti i valori compresi fra a ed $a+c$.

Se la (100) è già essa stessa una curva periodica, ma c è differente dal suo periodo, essa viene trasformata in questo modo in una nuova funzione periodica ogni periodo della quale è costituito da un arco della funzione primitiva minore o maggiore del periodo. Curve periodiche di questa specie si incontrano frequentemente nelle questioni di elettrotecnica, ed in appresso (115) (118) ne saran dati degli esempi.

29. *Metodo della periodicità della variabile.* — Si può rendere periodica una funzione data (100) qualsiasi operando direttamente sulla variabile senza sostituire prima ad essa una altra funzione di cui si fanno variare le costanti, nel passare da un periodo all'altro. Infatti se nella funzione data si pone $cFr \frac{x}{c}$ invece di x si ottiene

$$(105) \quad y = f\left(cFr \frac{x}{c}\right)$$

la quale è una funzione periodica il cui periodo ha il valore c poichè la quantità $cFr \frac{x}{c}$ varia periodicamente da 0 a c . Questa espressione si riferisce al caso in cui l'origine delle coordinate sia anche l'estremo sinistro del primo periodo. Se questo invece avesse come suo estremo sinistro il punto di ascissa $+a$ l'equazione prenderebbe la forma

$$(106) \quad x = f\left(a + cFr \frac{x-a}{c}\right)$$

Ora ricordiamo, (6) paragrafo 2, che $Fr x$ non è altro che un modo abbreviato di scrivere $x - Ix$ cosicchè

$$(107) \quad x - cI \frac{x}{c} = cFr \frac{x}{c}$$

e

$$(108) \quad x - cI \frac{x-a}{c} = a + cFr \frac{x-a}{c}$$

si scorge che la (103) e la (105) come pure la (104) e la (106) sono fra loro identicamente uguali.

Si può avere un diagramma costituito da una successione di archi identici a quelli data dalla (105) ma rivolti dalla parte opposta scrivendo

$$(109) \quad y = f\left(cCm \frac{x}{c}\right)$$

poichè infatti il periodo è ancora c come prima, ma la quantità $cCm \frac{x}{c}$ varia periodicamente fra c e zero.

In tal modo il problema della costruzione di funzioni elementari semplicemente periodiche di forma qualunque è completamente risoluto, in modo generale.

30. *Funzioni pulsanti e raddrizzate.* — Come applicazione del metodo ora esposto cerchiamo l'equazione del diagramma mostrato dalla fig. 29 il quale rappresenta una fun-

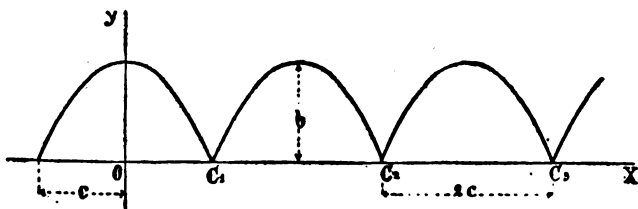


Fig. 29.

zione pulsante costituita da tanti archi di parabola tutti uguali con i loro assi paralleli a quello delle y , aventi i loro vertici alla distanza $+b$ dall'asse delle x e intercettanti su questo delle corde di lunghezza $2c$, cosicchè $2c$ è il valore del periodo, (25). Supposto che, come mostra la figura, una delle

parabole abbia il suo asse coincidente con quello delle y , la sua equazione sarà

$$(110) \quad y = b\left(1 - \frac{x^2}{c^2}\right)$$

Assunta questa parabola come parabola fondamentale, costituente cioè il primo periodo, si scorge che l'estremo sinistro di questo ha per ascissa $-c$, quindi applicando la (103) nella quale si sia posto $2c$, invece di c e $-c$ invece di a , la (110) fornisce come equazione del diagramma della fig. 29.

$$(111) \quad y = b - \frac{b}{c^2} \left\{ x - 2cI \frac{x+c}{2c} \right\}^2$$

Se l'estremo sinistro del primo periodo coincide con l'origine, cosicchè l'asse della prima parabola invece di coincidere con l'asse delle y ha per ascissa c la sua equazione diventa

$$(112) \quad y = \frac{b}{c^2} (-x^2 + 2cx)$$

ed, applicando la (105) si ha per il corrispondente diagramma l'equazione

$$y = \frac{b}{c^2} \left\{ -\left(2cFr \frac{x}{2c}\right)^2 + 2c \cdot 2cFr \frac{x}{2c} \right\}$$

ossia

$$(113) \quad y = 4b \left\{ -\left(Fr \frac{x}{2c}\right)^2 + 4Fr \frac{x}{2c} \right\}$$

In modo analogo si procederebbe per avere la funzione periodica elementare di un'altra curva qualsiasi.

E' da osservare che questo metodo, applicato ad una funzione periodica alternata, può servire a raddrizzarla rendendola pulsante senza ricorrere all'uso di un fattore alternante.

Riprendendo infatti, a titolo di esempio, l'equazione (51) della sinusoide ordinaria ed applicando ad essa la (105) nella quale si sia fatto $c = \pi$, si sia posto cioè uguale esattamente ad un semiperiodo l'arco da ripetere, viene

$$(114) \quad y = \text{sen } \pi \left[Fr \frac{x}{\pi} \right]$$

e si ritrova così per altra via e sotto un'altra forma, ma anch'essa semplicissima, l'equazione della sinusoide raddrizzata che avevamo antecedentemente (52) trovato.

In modo analogo si procederebbe per operare il raddrizzamento di qualsiasi funzione alternata simmetrica senza ricorrere all'uso del fattore alternante.

31. *Funzioni periodiche intermittenti.* — Una categoria particolarmente interessante di funzioni periodiche, sia alternate che pulsanti, è quella delle funzioni che presentano il carattere della intermittenza. I diagrammi rappresentativi di queste funzioni offrono perciò la particolarità di essere costituiti da una serie di archi isolati fra di loro, separati cioè da intervalli, appartenenti ad ogni periodo o semiperiodo, nei quali l'ordinata ha il valore zero.

Grandezze periodiche intermittenti rappresentabili con funzioni di questo tipo si incontrano in molte questioni di elettrotecnica e, secondo il modo come esse sono generate presentano caratteri diversi. Basti ricordare le valvole elettrolitiche, i raddrizzatori a vapori di mercurio e simili apparecchi, i quali di una corrente alternata che si fa ad esse pervenire lasciano passare solo le semi onde di uno stesso segno e forniscono perciò una corrente intermittente unidirezionale la quale manca degli interi semiperiodi di uno dei segni. Altri commutatori, a getto di mercurio rotante per esempio, danno di una corrente alternata o polifase solo le creste delle successive onde o semi onde e si ha in tal caso l'annullamento della grandezza considerata nei due intervalli estremi di ogni periodo. Leggi meno semplici segue la periodicità delle grandezze che occorre considerare nello studio delle correnti intermittenti alle quali danno luogo l'arco cantante, gli interruttori, elettrolitici o meccanici, adoperati coi rocchetti di induzione e simili.

In tutti i casi però il metodo generale da seguire per avere l'espressione analitica della funzione periodica intermittente è sempre lo stesso. Si comincia col formare la funzione periodica elementare alla quale appartengono gli archi che debbono restare a costituire il diagramma definitivo, ed a questa funzione si applica uno dei processi di frazionamento già indicati, paragrafo 16. In tale applicazione si possono seguire due vie diverse: o il fattore costituente la funzione pe-

(25) Il diagramma della fig. 29 rappresenta il moto di una sfera elastica rimbalzante su di un piano, senza smorzamento, i tempi essendo portati come ascisse e le altezze come ordinate.

riodica limitatrice che deve annullare le ordinate della funzione trattata negli intervalli di riposo si applica direttamente alla funzione periodica elementare già formata, oppure invece di operare per così dire « esternamente » sulla funzione già formata, si può operare « internamente » sulla variabile applicando a questa il fattore che deve annullarla negli intervalli corrispondenti agli archi da sopprimere. Bisogna però in questo secondo caso che al valore zero della variabile corrisponda anche il valore zero della funzione, altrimenti è necessario tener conto della costante residua.

Daremo qui alcuni esempi che si riferiscono ai tipi più caratteristici ed importanti di questa categoria di funzioni.

32. Il caso più semplice che possa incontrarsi è quello di una grandezza alternativa della quale si sopprimono tutte le semionde di ordine pari o dispari, conservando quelle di ordine dispari o pari rispettivamente, come avviene praticamente di una corrente alternata che passa attraverso una valvola elettrolitica. In questo caso gli archi conservati comprendono ciascuno tutto un semiperiodo della funzione primitiva e si possono considerare come stesi ad un intero periodo della funzione ottenuta con il raddrizzamento di essa. La funzione intermittente si può considerare allora ottenuta da quella raddrizzata con un semplice diradamento che sopprime uno di ogni due periodi successivi.

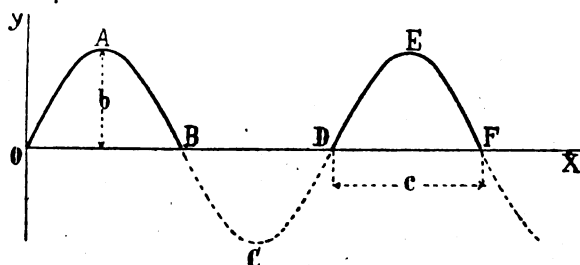


Fig. 30.

La fig. 30 si riferisce ad un caso di questa specie in cui la funzione alternata primitiva è una sinusoide e di questa si immaginano le sopresse semionde inferiori B C D, ... indicate a trattini cosicché resta la funzione intermittente costituita dalle semionde superiori O A B, D E F, ..., di ordine dispari, separate da intervalli di arresto B D, F G, ... aventi la stessa lunghezza delle onde O B, D F, ... cioè del periodo.

Applicando perciò alla sinusoide il procedimento del paragrafo 10, si ha come equazione della funzione intermittente

$$(115) \quad y = \frac{1}{2} \left(1 + \operatorname{sgn} \sin \pi \frac{x}{c} \right) b \sin \pi \frac{x}{c}$$

33. — Il caso che immediatamente segue è quello mostrato dalla fig. 31 nella quale si suppone raddrizzata la sinusoide,

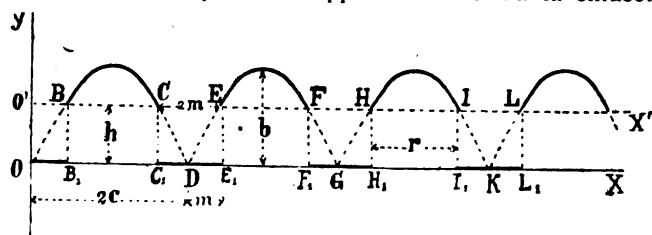


Fig. 31.

(52) o (114), e della funzione pulsante così ottenuta sopprime quindi in ogni periodo le porzioni estreme O B, C D, D E, F G, ... di ogni onda comprese fra l'asse O X e la parallela ad esso O'X' che ne dista di h. Resta così la funzione intermittente costituita dagli archetti residui B C, E F, H I, ... tracciati a tratto continuo e che occupano l'intervallo centrale di ogni periodo $r = 2c - 2m$.

Per avere la rappresentazione analitica di questa serie di archetti isolati, che sono le creste delle successive semionde, si può applicare il metodo di frazionamento del paragrafo 17 moltiplicando il valore (114) dell'ordinata della sinusoide raddrizzata per un fattore (63) che la lasci invariata in tutti gli intervalli intermedi B₁ C₁, E₁ F₁, ... e la annulli in tutti gli altri intervalli e si ha

$$(116) \quad y = b \sin \left(\pi Fr \frac{x}{2c} \right) I \frac{1 + \sin^2 \pi \frac{x}{2c}}{1 + \sin^2 \pi \frac{m}{2c}}$$

34. — Quando l'intervallo intermedio r corrisponde esattamente ad una parte aliquota del periodo, $r = \frac{2c}{n}$ per es. allora combinando insieme n di queste funzioni intermittenti convenientemente sfasate fra di loro si ottiene una funzione pulsante unidirezionale continua, come mostra la fig. 32. La

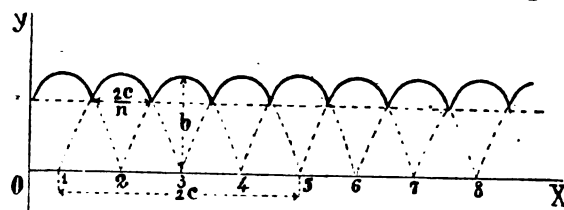


Fig. 32.

combinazione poi delle n funzioni, in questo caso particolare nel quale sono tutte eguali e sfasate di multipli dello stesso intervallo, ha luogo in modo assai semplice, poichè per avere il diagramma risultante basta rendere periodica (105) la funzione originale limitando l'intervallo appunto a $\frac{2c}{n}$ e dalla equazione

$$(117) \quad y = b \sin \frac{\pi}{n} \left(\frac{n-1}{2} + \frac{nx}{2c} \right)$$

la quale rappresenta la sinusoide di cui fa parte il primo archetto, avente cioè $\frac{c}{n}$ per ascissa nel vertice, ponendo $\frac{2c}{n} Fr \frac{nx}{2c}$ in luogo di x si ottiene

$$(118) \quad y = b \sin \frac{\pi}{n} \left(\frac{n-1}{2} + Fr \frac{nx}{2c} \right)$$

che rappresenta la funzione pulsante continua della fig. 32.

Con funzioni di questo tipo ottenute col raddrizzamento delle creste di ampiezza $\frac{\pi}{n}$ di un sistema di n sinusoidi sfasate di $\frac{\pi}{n}$ l'una rispetto all'altra, sono rappresentabili le correnti unidirezionali pulsanti continue date da taluni convertitori con interruttore a getto di mercurio rotante che trasformano in corrente continua un sistema di correnti polifasi (*).

35. Quantunque apparentemente più complicato, a motivo della mancanza di simmetria, pure non maggiori difficoltà di

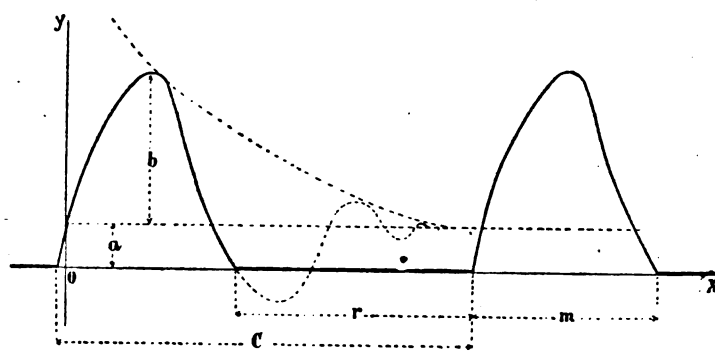


Fig. 33.

quello della fig. 31 presenta il diagramma della fig. 33 che si riferisce ad una corrente alternata, fortemente smorzata

$$(119) \quad y = a + b \sin \pi \frac{x}{c} \cdot A^{-kx}$$

la quale si annulla dopo una frazione m del suo periodo, costituente il primo intervallo del periodo C della funzione intermittente. Dopo questo primo intervallo m segue una pausa costituente il secondo intervallo C — m = r che può anche non essere un multiplo esatto del primo (**). Per conseguenza per

(*) Si veggia ad esempio: O. M. CORBINO: « Convertitore di correnti trifasi in correnti continue », L'Elettrotecnica, 5, ottobre 1918, p. 392, fig. 3.

(**) Correnti che danno luogo a diagrammi di questo tipo si presentano nello studio dell'arco contante, si veggia ad es. p. 76, fig. 32 di H. BARKHAUSEN: « Das Problem der Schwingungserzeugung mit besonderer Berücksichtigung schneller elektrischer Schwingungen ». S. Hirzel, Leipzig, 1907.

avere la rappresentazione del diagramma, bisogna anzitutto rendere semplicemente periodica, con un secondo periodo C la (119) che è periodica smorzata con periodo $2c$ e ciò si ottiene ponendo in essa $C Fr \frac{x}{C}$ invece di x . Si ha così l'equazione

$$(120) \quad y = a + b \operatorname{sen} \left(\pi \frac{C}{c} Fr \frac{x}{C} \right) \cdot A^{-k C Fr \frac{x}{C}}$$

che rappresenta la serie di correnti alternate smorzate (119), ripetute in ogni periodo C . A questa funzione si applica poi, come nel caso della fig. 31, il metodo del frazionamento, servendosi però di un fattore (60) che annulla la funzione nel secondo intervallo $C - m$ del periodo e si ha così finalmente

$$(121) \quad y = a + b \operatorname{sen} \left(\pi \frac{C}{c} Fr \frac{x}{C} \right) \cdot A^{-k C Fr \frac{x}{C}} I \frac{1 + \frac{m}{C}}{1 + Fr \frac{x}{C}}$$

36. Diamo ora un esempio del secondo modo di procedere per produrre l'intermittenza operando il frazionamento direttamente sulla variabile; mostrandone l'applicazione al diagramma della fig. 34. Questo diagramma che si riferisce anch'esso

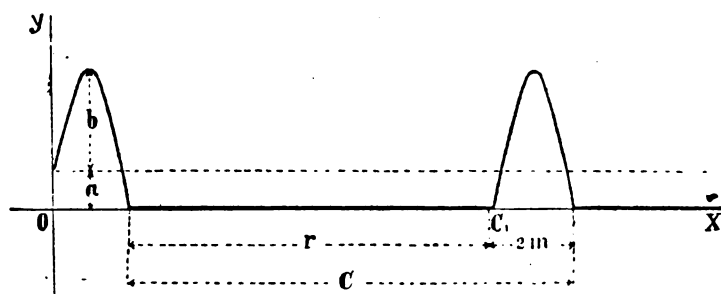


Fig. 34.

a correnti intermittenti ottenute in condizioni analoghe a quelle che danno luogo ai diagrammi del tipo della fig. 33, ⁽²⁸⁾ consiste di un arco di senoide di ampiezza $2m$, che può essere maggiore o minore del semiperiodo $2c$, seguito da un lungo intervallo di riposo $C - 2m = r$, che può non essere un multiplo esatto del primo.

L'equazione della senoide alla quale appartiene l'arco che trovasi nel primo periodo ed al cui vertice corrispondono le coordinate $x = m$, $y = a + b$ è

$$(122) \quad y = a + b \operatorname{sen} \pi \frac{x + (c - m)}{2c}$$

In questa equazione applichiamo come nel caso precedente lo stesso fattore (60), ma direttamente alla variabile, anziché alla funzione e tenendo presente che il semiperiodo è $2c$, ed il primo intervallo, nel quale i valori della variabile restano inalterati è $2m$, e si ha

$$(123) \quad y = a + b \operatorname{sen} \frac{\pi}{2c} \left[x I \frac{1 + \frac{2m}{C}}{1 + Fr \frac{x}{C}} + (c - m) \right]$$

L'equazione si semplifica se $m = c$ ed $a = 0$ perchè allora

$$(124) \quad y = b \operatorname{sen} \pi \left[\frac{x}{2c} I \frac{1 + \frac{2c}{C}}{1 + Fr \frac{x}{C}} \right]$$

37. *Pseudo sinusoidi.* — Per ragioni diverse nella tecnica si trova spesso conveniente, ed anche necessario, di sostituire ad una linea costituita da un'unica curva analiticamente definita un'altra linea che si approssima ad essa per la forma esterna, ma di più facile tracciamento o trattamento analitico, e talvolta formata con archi appartenenti a linee diverse opportunamente raccordati. Nascono in tal modo le così dette « pseudo-curves » quali l'ovale o pseudo ellisse usata nella co-

struzione delle volte, principalmente dei ponti, costituita da più archi di cerchio; la voluta o pseudo evolvente usata in architettura e costituita anch'essa di archi di cerchio e così via.

Anche per la senoide può occorrere di dover operare questa sostituzione impiegando in sua vece una curva costituita da archi di ellissi o di parabole con le loro concavità rivolte in sensi opposti nelle successive semionde e fra loro raccordati nei punti di flesso.

Tutte le anzidette pseudo curve, e le altre ad esse analoghe formate con archi diversi insieme raccordati, sono, come è facile persuadersene, agevolmente rappresentabili analiticamente col metodo che forma oggetto del presente scritto.

Qui, a titolo di applicazione delle cose dette nei paragrafi precedenti, mi limiterò soltanto ad indicare il modo di rappresentare la pseudo senoide.

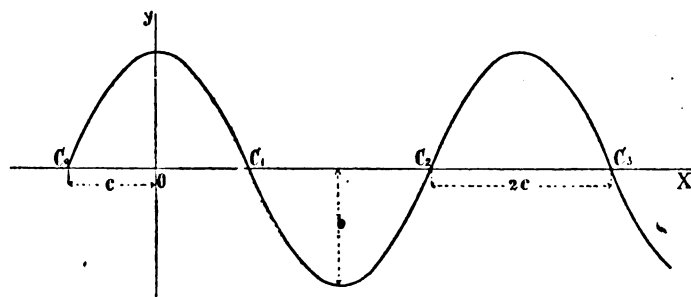


Fig. 35.

Si abbia, come mostra la figura 35 una pseudo senoide formata da tanti archi di parabola con i loro assi paralleli a quello delle y e raccordati fra di loro nei punti nei quali essi vanno ad incontrare l'asse della x .

E' chiaro che questa pseudo senoide si può ottenere dal diagramma della fig. 29 per ribaltamento, in basso degli archi i cui assi hanno per ascissa un multiplo dispari di $2c$. Basta dunque applicare alla (111) che rappresenta appunto la funzione pulsante della fig. 29, un fattore alternante che abbia il valore -1 per tutti i valori della variabile x per i quali $I \frac{x-c}{2c}$ è dispari ed il valore $+1$ per tutti gli altri valori della

variabile per i quali $I \frac{x-c}{2c}$ è pari. Si ha così

$$(125) \quad y = \left[b - \frac{b}{c^2} \left\{ x - 2c I \frac{x+c}{2c} \right\}^2 \right] (-1)^{I \frac{x-c}{2c}}$$

In modo analogo si procederebbe per formare delle pseudo sinusoidi con archi di curve di altra natura. Potrebbe tuttavia dar luogo a qualche esitazione il caso di quelle curve, come ad esempio il circolo o l'ellisse, le quali danno due valori dell'ordinata per ogni valore dell'ascissa, invece di darne uno soltanto come la parabola.

In tal caso infatti, data ad esempio l'equazione della ellisse di semi assi a, b col centro nell'origine

$$(126) \quad \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

se si risolve rispetto ad y^2 , scrivendo

$$(127) \quad y^2 = b^2 \left(1 - \frac{x^2}{a^2} \right)$$

e, tenendo poi presente la (104), si pone in questa equazione $-a + 2a Fr \frac{x+a}{2a}$ in luogo di x , si ha una equazione

$$y^2 = b^2 \left[1 - \frac{1}{a^2} \left(-a + 2a Fr \frac{x+a}{2a} \right)^2 \right]$$

ovvero

$$(128) \quad y^2 = 4b^2 \left[Fr \frac{x+a}{2a} - \left(Fr \frac{x+a}{2a} \right)^2 \right]$$

Ora questa equazione rappresenta non una successione di semi ellissi, ma di intiere ellissi l'una a contatto con l'altra agli estremi dell'asse $2a$. Si riduce però subito alle semi ellissi, quelle superiori per esempio, estraendo la radice

$$(129) \quad y = 2b \sqrt{Fr \frac{x+a}{2a} - \left(Fr \frac{x+a}{2a} \right)^2}$$

e convenendo che il radicale debba avere il suo valore assoluto.

⁽²⁸⁾ Si veda H. BARHKAUSEN. Opera citata, fig. 30, p. 74.

Si abbia, come mostra la fig. 35 una pseudo senoide

Aggiungendo dopo ciò il fattore alternante si ha l'equazione della pseudo sinusoidale ellittica

$$(130) \quad y = 2b \sqrt{Fr \frac{x+a}{2a} - \left(Fr \frac{x+a}{2a}\right)^2} (-1)^{\frac{x-a}{2a}}$$

38. *Poligonal periodiche mistilinee.* — Per concludere questo capitolo aggiungiamo un esempio di funzione periodica costituita in ciascun periodo da due archi di curve diverse e precisamente, scegliendo le due funzioni più semplici, prenderemo in considerazione la poligonale mistilinea periodica

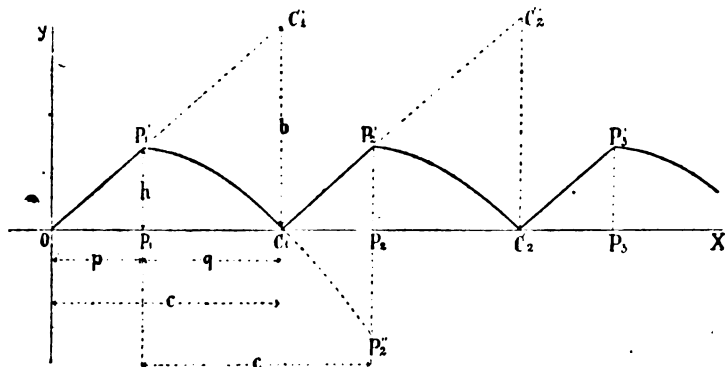


Fig. 36.

della fig. 36 la quale nel primo intervallo di ogni periodo è costituita da un segmento rettilineo ascendente, e nel secondo intervallo da un arco parabolico discendente. Questo diagramma rappresenta, in funzione del tempo preso come ascissa, il moto di un punto materiale pesante, sollevato con velocità uniforme in una prima fase di durata p fino all'altezza h e poi lasciato ricadere liberamente, quindi con moto uniformemente accelerato, al primitivo livello nel tempo q (²⁹), essendosi posto il periodo $p + q = c$. Un moto di questo genere, nel quale però non sempre la velocità è costante nel primo periodo, è quello dei pestelli, dei martelli, dei magli frontali e simili, in uso in molte industrie.

Nel primo periodo la curva rappresentante il moto è un segmento rettilineo OP_1, C_1P_2, \dots ascendente verso destra e nel secondo periodo un arco di parabola discendente P_1C_1, P_2C_2, \dots che ha il suo vertice nel punto di inizio P_1, P_2, \dots

Prolungando i segmenti rettilinei OP_1, C_1P_2, \dots fino ad incontrare in $C_1 = C_2, \dots$ le parallele condotte per i punti C_1, C_2, \dots all'asse delle y , e paragonando quindi con la fig. 13 nella quale sono indicati con le stesse lettere i punti e le parti corrispondenti, si scorge che la serie dei segmenti rettilinei è rappresentabile senz'altro in modo analogo alla (56), servendosi di uno dei fattori (60), e dopo aver fatto $b = h \frac{c}{p}$.

$$(131) \quad y_1 = h \frac{c}{p} Fr \frac{x}{c} I \frac{1 + \frac{p}{c}}{1 + Fr \frac{x}{c}}$$

Quanto ai segmenti parabolici, poichè l'equazione della parabola alla quale appartiene il primo arco è

$$(132) \quad y = h \left[1 - \frac{1}{q^2} (x - p)^2 \right]$$

per avere l'equazione della serie di archi di semiparabole P_1P_2, P_2P_3, \dots comprese nel secondo intervallo q di ogni periodo e nel primo p del successivo, e che perciò hanno anch'essi per periodo $p + q = c$, basta con riferimento alla (104) e facendo attenzione che nel presente caso bisogna porre

$$p + c Fr \frac{x-p}{c}$$

in luogo di x , scrivere

$$(133) \quad y'' = h \left[1 - \frac{c^2}{q^2} \left(Fr \frac{x-p}{c} \right)^2 \right]$$

(²⁹) Tolgo l'esempio ed il diagramma di questo particolare moto periodico da: A. BATTELLI e G. CARDANI: «Trattato di fisica sperimentale», Vol. II, p. 3, fig. 2. Francesco Vallardi, Milano 1913.

Per annullare poi le porzioni di questi archi che cadono nel secondo intervallo p del periodo basta fare uso di un fattore di frazionamento (59) ricordando però che qui è p il secondo intervallo, e si ha

$$(134) \quad y_2 = h \left[1 - \frac{c^2}{q^2} \left(Fr \frac{x-p}{c} \right)^2 \right] I \frac{1 + \frac{p}{c}}{1 + Cm \frac{x}{c}}$$

e così finalmente pel diagramma complessivo, sommando le (131) e (134)

$$y = y_1 + y_2 = h \frac{c}{p} Fr \frac{x}{c} I \frac{1 + \frac{p}{c}}{1 + Fr \frac{x}{c}} +$$

(135)

$$+ h \left[1 - \frac{c^2}{q^2} \left(Fr \frac{x+p}{c} \right)^2 \right] I \frac{1 + \frac{p}{c}}{1 + Cm \frac{x}{c}}$$

(Continua)

:: SUNTI E SOMMARI ::

ELETTROFISICA.

L. PUCCIANI — **La determinazione geometrica della lunghezza d'onda dei raggi Röntgen.** (N. Cimento, Serie 7, Vol. XXV, N. 5-6, maggio-giugno 1923, pag. 307).

L'A. basandosi sul fatto, controllato dal Copton, che i raggi Röntgen, quando colpiscono, con incidenze quasi radenti, alcuni corpi come il vetro, l'argento, la vernice di lacca, subiscono una riflessione totale, si è proposto di misurare per via geometrica la lunghezza d'onda dei raggi X.

Supponiamo, che un sottile pennello di raggi X colpisca con incidenza quasi radente un comune reticolo di diffrazione. Oltre al raggio regolarmente riflesso si avranno raggi diffratti i quali, data l'inclinazione dei raggi incidenti presenteranno un'apprezzabile separazione non ostante la loro piccolissima lunghezza d'onda, se quindi indichiamo con α l'angolo che il raggio fa col piano del reticolo, con β_k l'angolo che col piano del reticolo fa il raggio diffratto d'ordine k , con p il periodo del reticolo e con λ la lunghezza d'onda sarà

$$\cos \alpha - \cos \beta_k = \pm \frac{K\lambda}{p}$$

ed approssimativamente:

$$\beta_k^2 = \alpha^2 \pm \frac{2K\lambda}{p}$$

relazione, da cui si può dedurre λ e nella quale k è sempre positivo, il segno + vale per i raggi diffratti più inclinati, rispetto al piano del reticolo del raggio regolarmente riflesso, e il segno — per gli altri.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

R. J. SAULSBURY — **Il funzionamento in derivazione delle convertitrici rotanti nelle sottostazioni per servizio di trazione.** (E. R. J., novembre 1923, pag. 815).

Le tramvie di Pittsburgh si estendono con circa 950 km di binari per la maggior parte entro la città ma anche con alcune importanti linee interurbane. Queste ultime erano servite in origine, ciascuna da una propria centrale a corrente continua, che in seguito venne sostituita con una sottostazione equipaggiata con gruppi convertitori. Una sola centrale, per circostanze speciali, rimase in servizio. Verso il 1913, quando la costruzione delle convertitrici a 60 periodi aveva raggiunto un grado sufficiente di perfezionamento, venne prescelto questo tipo di macchina per l'equipaggiamento delle nuove sottostazioni, in vista del miglior rendimento e del minore ingombro, così che oggi la rete comprende: una centrale a corrente continua, 10 sottostazioni equipaggiate con gruppi convertitori (delle quali tre con motori a induzione) e undici sottostazioni con convertitrici rotanti. Tutte le macchine funzionano in parallelo sul lato a corrente continua e tutte le sottostazioni, meno una, sono alimentate dalle stesse sbarre a corrente alternata le quali, a lor volta sono servite da una rete complessa, comprendente impianti a diverse tensioni.

L'adozione delle convertitrici ed il collegamento delle sottostazioni, segnarono un notevole peggioramento nel servizio, nel quale aumentarono le interruzioni e si fecero più frequenti le fiammate ai collettori: di più, un guasto sulla rete a corrente alternata si ripercuoteva su tutto l'impianto a corrente continua con effetti diversi a

seconda della sua natura. Se il disturbo interessava soltanto la tensione, il carico tendeva a concentrarsi sui gruppi convertitori, mentre se si abbassava la frequenza, il carico si concentrava sulle convertitrici. Inoltre un piccolo guasto in una sottostazione, anche di poca importanza, si ripercuoteva su una zona più vasta determinando la messa fuori servizio di altre sottostazioni o il distacco di altri feeder. La Compagnia davanti a questi risultati dispose per uno studio accurato del problema allo scopo di eliminare gli inconvenienti lamentati. Venne rilevata tutta la rete di distribuzione e misurata la resistenza ohmica dei diversi tronchi di connessione fra le sottostazioni. I tecnici incaricati dello studio, vennero alla conclusione che il servizio compound non era conveniente né per i gruppi convertitori, né per le convertitrici. Infatti in caso di guasti sui feeder a corrente continua le convertitrici tendevano a sovraccaricarsi in causa della piccola resistenza delle linee di collegamento fra le sottostazioni che consentiva il facile spostamento di carichi anche notevoli, dall'una all'altra di esse.

Per evitare i pericoli di questi sovraccarichi si decise di sostituire il sistema compound con quello in semplice derivazione. Gli effetti furono immediati e superiori all'aspettativa. Nei 30 giorni precedenti alla trasformazione si erano avute sulla rete 62 interruzioni della durata complessiva di 401 minuti e di esse, 34 erano state provocate da fiammate ai collettori; nei 30 giorni successivi, le interruzioni si ridussero a 25 con una durata di 154 minuti e 3 sole provocate da fiammate.

Il funzionamento in derivazione migliorò anche il comportamento delle macchine nelle singole sottostazioni per modo che fu possibile tarare gli apparecchi automatici di protezione per intensità di corrente maggiori e per maggiori ritardi. La diminuzione delle fiammate ai collettori diminuì le spese di manutenzione per la maggior durata delle spazzole e dei portaspazzole e le più rare forniture dei collettori. Infine, la modificazione non diede luogo a inconvenienti di sorta né nella commutazione, né nel riscaldamento e neppure fece risentire un peggioramento del rendimento.

L'Autore conclude che, per quanto non sia consigliabile l'impiego promiscuo di gruppi convertitori e di convertitrici in un impianto di tramvie, pur tuttavia coll'accennato sistema in derivazione si possono eliminare molti dei disturbi ai quali andrebbero altrimenti soggette le convertitrici.

g. a. r.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

L'inaugurazione della "World Power Conference", a Londra.

Il 30 giugno 1924, nella gran sala delle Conferenze della Esposizione di Wembley, è stata inaugurata dal Presidente Lord Derby, alla presenza del Principe di Galles, che pronunciò una breve allocuzione, la Conferenza dell'Energia Mondiale (World Power Conference) alla quale prendono parte i delegati tecnici e industriali di trentacinque Nazioni. L'idea fondamentale che condusse a questa riunione è quella svolta e discussa ormai in quasi tutte le nazioni, di arrivare gradualmente ad intese fra le Associazioni tecniche ed industriali delle varie nazioni che consentano una migliore utilizzazione generale delle risorse naturali produttrici di energia, quali i combustibili e le forze idrauliche. Gli ultimi cento anni hanno visto lo svolgersi continuo ed immane dei progressi industriali che, come giustamente fece notare l'Ing. Guido Semenza, Presidente della Delegazione italiana, nel suo odierno discorso in risposta al Principe di Galles, sono esclusivamente dovuti all'esser riuscito il genio umano ad iniziare e a svolgere sotto varie forme l'utilizzazione delle energie naturali.

La grande importanza di questa riunione è mostrata dal numero imponente dei partecipanti, oltre un migliaio, fra delegati delle varie nazioni e membri tecnici. L'Italia è in essa rappresentata da una delegazione governativa e dei vari sodalizi tecnici di dodici membri, oltre a parecchie decine di ingegneri, e ha presentato molte memorie alla riunione. Come abbiamo detto, la delegazione italiana è presieduta dall'Ing. Guido Semenza, e non è senza significato che il rappresentante italiano sia stato pregato di rispondere all'allocuzione del Principe di Galles a nome di tutte le nazioni del Continente europeo; egli poté quindi eloquentemente chiudere il suo breve discorso augurandosi che come egli, forse per la prima volta in una riunione internazionale, aveva avuto l'ardire di poter parlare a nome delle nazioni europee, così sollevandosi sopra le meschine competizioni giornalieri, si augurava non lontano il giorno in cui un solo uomo possa assumere l'onore di parlare a nome di tutte le nazioni del mondo. L'applauso riecheggia che accolse la chiusa del discorso mostrò che la cooperazione tecnica dapprima, e quella industriale che ne consegue, dovranno prima o poi condurre a questo che ancora poteva poco tempo fa sembrare un sogno, mentre ora può essere proposto e studiato e considerato da uomini di scienza e da uomini d'azione, seriamente e minutamente come tali uomini usano studiare i problemi loro sottoposti, senza timore che nessuno possa tacciarli di seguire una chimera.

La cerimonia dell'inaugurazione, semplice ed austera, si svolse rapidamente alla presenza di tutti i delegati e i membri delle varie nazioni, e di molte signore che mettevano nella vasta sala, usa ai se-

veri dibattiti tecnici, una nota di colore e di vivacità assai simpatica. Il Principe di Galles giovanilmente svelto ed energico nei movimenti lesse la sua allocuzione che fu accolta da grandi applausi; gli risposero, oltre l'Ing. Semenza, un rappresentante delle Colonie e dei Dominions inglesi, un rappresentante degli Stati Uniti a nome anche delle altre nazioni americane, un rappresentante del Giappone in posto delle Nazioni asiatiche ed infine il rappresentante della Francia. Col 1° luglio si iniziarono le sedute e le discussioni tecniche delle quali ci riserviamo di dare successivamente notizie dettagliate.

Avevamo già stampata la precedente nota su notizie ricevute direttamente da Londra, quando ci giunse il testo del breve discorso pronunciato all'inaugurazione dall'Ing. Guido Semenza, in risposta all'allocuzione del Principe di Galles. Siamo lieti di pubblicarlo qui nella traduzione italiana.

Altezza Reale, Signore e Signori,

Nell'alzarmi a parlare a nome di tutte le Nazioni dell'Europa Continentale che partecipano a questa Conferenza, tengo soprattutto ad esprimere a V. A. quanto le Delegazioni abbiano profondamente apprezzato l'onore d'essere state accolte con un discorso da V. A. -

Le Delegazioni sono orgogliose di tanto onore, poichè sentono di avere il diritto di interpretare questo fatto come l'espressione della considerazione nella quale son tenute in questi tempi e l'Ingegneria e l'Industria.

Questo segno di considerazione da parte di V. A., il numero di Delegati qui presenti, l'attiva organizzazione che fu svolta in ogni Nazione per la partecipazione alla Conferenza, il numero delle Memorie presentate, segnano già fin d'ora il successo della Conferenza ancor prima che questa cominci. E ciò perchè l'idea stessa di questa Conferenza porta seco le ragioni del successo.

Si tratta infatti di effettuare la statistica delle energie naturali di tutto il mondo, di perfezionare tutti i metodi di utilizzazione delle energie naturali, di invitare tutto il mondo tecnico a raccogliersi intorno a questa entità che si chiama «energia».

«Energia», nello spirito del filosofo questa parola risveglia un mondo di prodigiosi fenomeni che culminano da una parte nei misteri infinitamente grandi dei sistemi delle stelle vaganti, e dall'altra nei misteri infinitamente piccoli della costituzione dell'atomo. Ma la risonanza che suscita questa parola nello spirito dell'Ingegnere non è meno suggestiva. Un ingegnere è sempre in contatto con forme varie di energia e io credo che una definizione comprensiva dell'Ingegneria, se si esclude forse l'ingegneria di costruzioni, può essere la seguente: «l'arte dell'utilizzazione delle energie naturali». Infatti si ha l'utilizzazione di energie naturali nella produzione e nella trasmissione di energia e in ogni genere di tecnologia. Ma si può dire ancor molto di più. Se si considerano i successivi progressi nella storia della civiltà si può constatare che questi progressi sono intimamente connessi colla scoperta dei mezzi di utilizzazione delle energie naturali.

E' probabile che il primo periodo di civiltà corrisponda alla scoperta del fuoco; da questo la combustione. Di conseguenza l'energia chimica fu probabilmente la prima forma di energia che l'uomo utilizzò; quando la forza del vento cominciò ad essere utilizzata ebbe principio la navigazione. E così si può procedere per gradi e si può affermare che fra le ragioni per le quali le più antiche civiltà non riuscirono a procedere oltre sulla via dei progressi materiali, la più importante fu che l'uomo non seppe scoprire i mezzi di utilizzare nuove forme di energia.

I più grandi passi sono stati fatti nell'ultimo secolo dopo la scoperta della macchina a vapore e della pila di Volta, e queste scoperte hanno aperto la strada a quanto si fa nei nostri giorni. Ora, dovunque noi volgiamo lo sguardo vediamo spettacoli simili. Dalla Sierra Morena attraverso le terre bagnate dal Rodano, dall'Elba, dalla Vistola, fino agli Urali, dalle estreme coste ghiacciate della Scandinavia sorpassando tutte le terre percorse dalla Mosa e dall'azzurro Danubio, fino alla terra che ha veduto le glorie di Roma, troviamo lo stesso sforzo tendente a perfezionare i mezzi di utilizzazione delle risorse naturali.

Sui due versanti dei Pirenei, tutt'intorno alla poderosa catena delle Alpi nevose, noi vediamo sorgere impianti idroelettrici. Lungo le linee che segnano i depositi naturali di carbone sono concentrati impianti per l'estrazione e per la produzione del ferro e dell'acciaio. Nei Carpazi e nelle regioni Caspiche sorge naturalmente il petrolio, ovunque minerali vengono estratti e lavorati. Il carattere predominante di questa attività è il medesimo sforzo che tende a migliorare i rendimenti. Si potrebbe credere che questo sforzo sia dovuto alla consapevolezza che le nostre ricchezze di energia accumulata nei combustibili sono limitate e che il totale dell'energia idraulica è lontano dall'essere sufficiente ai bisogni dell'uomo, perciò l'economia è assolutamente essenziale. Ma questa non è la ragione più importante. Non dobbiamo temere di queste ristrettezze; guardiamo in faccia ai nostri scienziati e noi leggeremo nei loro occhi pensosi sogni di conquiste future; sogni di atomi spezzati in frammenti e una parte ancorchè piccolissima della loro energia interna rubata da noi e per noi. Non dobbiamo avere timori.

Il miglioramento nel rendimento dell'utilizzazione dell'energia significa l'adozione di mezzi che risparmiano tempo e lavoro umano; mezzi che aumentano la produzione di ogni uomo. Ciò significa riduzione dell'operaio dalle più basse forme di lavoro; ciò indica la

possibilità di una vita più intellettuale e più nobile per chi lavora, non importa se colle braccia o col cervello.

Perchè questo progresso possa essere raggiunto, tutte le Nazioni stanno lavorando l'una presso all'altra: chiamandole tutte qui a questa grande Conferenza, Voi avete fatto cosa giusta nel giusto momento. Le avete chiamate a cooperare in questo vasto campo. E qui vi è un fatto, un piccolo fatto, al quale mi permetto di richiamare la vostra attenzione; questa è forse la prima volta, io credo, che in una riunione ufficiale un sol uomo (e sono orgoglioso che questo onore sia caduto su me) abbia osato di parlare a nome di tutte le Nazioni dell'Europa Continentale.

Da questa Conferenza ha inizio una sincera cooperazione che potrà venire aumentata.

Alla presenza di S. A. R., circondati come siamo da questa meravigliosa esposizione dell'attività di questo Impero, sul quale il sole non tramonta mai, lasciateci guardare in alto, sopra le miserevoli lotte di ogni giorno, e lasciateci sperare che presto venga un giorno nel quale un sol uomo sia autorizzato, anche in molti altri campi, a parlare per conto di tutte le Nazioni del Mondo.

COMITATO NAZIONALE ITALIANO DELLA ILLUMINAZIONE E DEL RISCALDAMENTO

Vocabolario della Illuminazione

PARTE I

FONDAMENTI DELLA TECNICA DELLA ILLUMINAZIONE E DELLA FOTOMETRIA.

Abbagliamento - È il senso di disturbo che l'occhio prova allorché nel campo visivo vengono a trovarsi dei corpi di luminosità (V.), propria o riflessa, assai maggiore di quella che il resto del campo ha od aveva poco prima. Il disturbo è accompagnato da una grande diminuzione delle facoltà di percezione dell'occhio.

Accomodamento (dell'occhio) - Modificazione degli elementi ottici dell'occhio in relazione alla distanza degli oggetti osservati.

Acetato di amile (lampada ad) - Sinonimo di *Lampada Hefner* (V. «Hefner» [lampada]).

Acetilene (Lampada ad) - V. «Lampada ad acetilene».

Adattamento (dell'occhio) - Modificazione della sensibilità dell'occhio in relazione all'entità ed alla natura del flusso luminoso (V.) che lo investe. Variazioni troppo grandi o troppo rapide in questo flusso, e quindi nella luminosità, possono dare luogo a fenomeni di *abbagliamento* (V.).

Acromatismo - Acromatico - Termini in antitesi a «cromatismo» (V.) e «cromatico» (V.), impiegati per indicare la sensibile assenza di quel fenomeno o di questa qualità.

Arco (Lampada ad) - V. «Lampada elettrica ad arco».

Angström (unità) - È una unità di lunghezza, pari ad un decimillesimo di mm., molto usata per esprimere le lunghezze d'onda (Abbreviazione: U. A.).

Assorbimento - Trasparenza - Riflessione e diffusione (della luce) - Allorché un flusso luminoso (V.) investe un corpo, una parte del flusso viene, in generale, rinviata indietro dalla superficie del corpo, una seconda può giungere ad attraversarlo, il resto del flusso viene trattenuto dal corpo. Dicesi *assorbimento* quest'ultimo fenomeno; *trasparenza* (V.) il secondo; *riflessione* (V.) o *diffusione* (V.) il fenomeno del rinvio, a seconda che, rispettivamente, il rinvio avvenga solo nella direzione coniugata (V. «riflessione») con quella di incidenza, oppure avvenga, sia pure con varia intensità, in tutte le direzioni.

Assorbimento (coefficiente di) di un corpo - È il rapporto fra il flusso luminoso trattenuto dal corpo (V. Assorbimento) ed il flusso totale incidente; è dunque un numero puro, compreso fra 0 ed 1, che l'esperienza dimostra variabile con le dimensioni e la natura del corpo e, per un medesimo corpo, variabile con la lunghezza d'onda della radiazione (e quindi con la costituzione del flusso luminoso incidente). Per un medesimo corpo e per uno stesso flusso incidente, la somma dei tre coefficienti di assorbimento, di trasparenza (V.) e di riflessione (V.), o diffusione (V.), è eguale all'unità.

Assorbimento (costante di); *trasparenza specifica* di un corpo - Allorché un flusso luminoso (V.) investe un corpo, detto Φ_0 , il flusso entrante, cioè quello che riesce ad attraversarne la superficie (sarà il flusso incidente diminuito della parte che il corpo rinvia, per riflessione o diffusione), la parte Φ_x che riesce a pervenire fino alla profondità x nell'interno del corpo è data dalla relazione:

$$\Phi_x = \Phi_0 \cdot e^{-kx}$$

(essendo e la base dei logaritmi naturali).

La costante k dicesi *costante d'assorbimento* del corpo (essa dipende solo dalla natura e dalla lunghezza d'onda della radiazione), o *potere assorbente*.

Il fattore numerico e^{-kx} dicesi *trasparenza specifica* (dipende solo dalla natura del corpo e della lunghezza d'onda); esso esprime il rapporto fra il flusso giunto nell'interno del corpo sino alla profondità uno ed il flusso entrante.

Assorbimento (spettro di, riga di, striscia di) - Allorché un flusso luminoso attraversa un corpo, la costituzione spettrale del flusso uscente non è simile, in generale, a quella del flusso entrante, a causa della variabilità della costante di assorbimento (V.) colla lunghezza d'onda. Se il flusso entrante è a spettro continuo (V.) e se il corpo ha spessore sufficiente, il flusso uscente potrà anche mancare (sensibilmente) delle radiazioni che il corpo ha maggiormente assorbito; sicché il suo spettro, che dicesi di *assorbimento*, sarà interrotto da discontinuità, le quali prendono il nome di *righe* (di assorbimento) quando sono molto strette (cioè quando l'assorbimento è stato esercitato solo su radiazioni di lunghezza d'onda compresa entro limiti assai vicini), o di *striscie* (o *bande*, o *zone*) nel caso contrario.

In mancanza di indicazioni speciali, si intende generalmente che il flusso entrante abbia la costituzione spettrale della luce bianca.

Attinicità (delle radiazioni); **radiazioni attiniche** - L'attinicità è una grandezza fisica affine alla «visibilità» (V.) e riferentesi alla attitudine delle radiazioni a provocare reazioni chimiche; attiniche sono quelle radiazioni la cui attinicità è sensibilmente diversa da zero. Nel linguaggio comune, il termine «attinicità» è spesso impiegato per denotare semplicemente l'attitudine sopra accennata, non la sua misura.

Attinometriche (grandezze) - Sono grandezze del tutto analoghe a quelle fotometriche (V.), ma riferentesi (anziché agli effetti che le radiazioni possono produrre sull'occhio) agli effetti di natura chimica che le radiazioni possono produrre allorché investono i corpi.

Attinometro - Strumento atto alla misura delle grandezze attinometriche (V.).

Auer - (Reticella, Lampada a gas) - V. «Lampada a gas».

Banco fotometrico - Supporto lineare e graduato lungo il quale possono spostarsi le sorgenti luminose che si vogliono paragonare, o l'apparecchio che ne permette il confronto, durante le misure di natura fotometrica.

Baricentro luminoso (di una lampada o, in generale, di un radiatore di luce) - È la posizione che dovrebbe occupare una sorgente luminosa *puntiforme*, la quale emettesse, in modo analogo al radiatore in questione, lo stesso flusso luminoso, onde produrre (a distanze notevoli rispetto alle dimensioni del radiatore) sensibilmente gli stessi effetti. Sinonimo di «centro luminoso».

Birifrangente (corpo) - V. «rifrazione (doppia)».

Bolometro - Apparecchio atto a misurare la intensità delle radiazioni in base alle variazioni che subisce la resistenza di un conduttore elettrico da esse colpito, e predisposto in modo da poter assorbire la massima parte dell'energia corrispondente. Allo stesso scopo del bolometro si impiegano anche forme particolari di pile termoelettriche.

Bunsen (Fotometro) - V. «Fotometro a macchia».

Campione (lampada) - V. «Sorgenti luminose campioni».

Candela decimale - francese (nuova) - inglese - tedesca (Ve-reinskerze) - **Candela Hefner** - **Candela normale** - Sono unità di *intensità luminosa* (V.) il cui uso è ormai abbandonato, o tende ad essere sostituito da quello della «Candela internazionale» (V.), che è l'unità oggi adottata; in funzione della quale le prime cinque «candele» sopraccennate sono misurate rispettivamente dai numeri 1,02; 1,21; 1,02; 1,08, 0,90.

Qualcuna di queste unità veniva chiamata «candela normale» nel paese di origine; la candela decimale veniva detta «pyr».

Candela Hefner - V. «Candela decimale,....», ed «Hefner».

Candela internazionale - È l'unità oggi in uso di *intensità luminosa* (V.); è definita da accordi intervenuti nel 1909 fra i Laboratori Nazionali Fisico-Tecnici di Washington, di Londra (Teddington, e Parigi (1)), ed è conservata dopo d'allora per mezzo di lampade elettriche ad incandescenza. I campioni da Laboratorio della «Candela internazionale» sono tarati per confronto diretto con queste lampade.

Carcel (Unità, Lampada) - L'unità Carcel è una unità di *intensità luminosa* (V.), ormai in disuso, che equivale a 9,7 candele internazionali (V.). Era la intensità luminosa che aveva, in direzione orizzontale, una speciale lampada ad olio (Lampada Carcel).

Centro luminoso - Sinonimo di «Baricentro luminoso» (V.).

Chiarezza - Sinonimo di «luminosità» (V.); è preferibile quest'ultimo termine.

Candela-metro - Sinonimo improprio della unità di illuminazione, il *Lux* (V.).

Caratteristica (Curva, di una lampada) - Diconsi «caratteristiche» (di una lampada) le curve che rappresentano l'andamento di determinate grandezze (flusso luminoso, intensità luminosa, durata della lampada, ecc...) in funzione di adatte variabili (tensione di alimentazione, altezza della fiamma, pressione atmosferica, ore di accensione, ecc...).

Claude (Lampada) - V. «Lampada elettrica a gas rarefatto».

Collimatore - La parte degli spettroscopi, degli spettrofotometri ecc. destinata ad individuare e delimitare i fasci di luce che si vogliono studiare, o paragonare fra di loro.

Colorato (corpo) - V. «Corpo colorato».

Colorimetro - Apparecchio destinato ad individuare e a misurare il colore della luce.

(1) L'Italia non è entrata in questi accordi perché essa non aveva e non ha ancora un Laboratorio Nazionale Fisico-Tecnico.

Complementare - Un fascio di radiazioni dicesi complementare di un altro, allorchè sovrapposto al primo dà luogo a luce bianca.

Consumo specifico (di una sorgente di luce) - Rapporto fra la quantità di energia assorbita in ogni unità di tempo dalla sorgente di luce (potenza assorbita) e la intensità luminosa della sorgente stessa. Il consumo specifico può essere riferito all'intensità luminosa sferica (V.), oppure alla media emisferica inferiore (V.), alla media orizzontale (V.), all'intensità luminosa massima, e così via. È pertanto indispensabile indicare caso per caso quale è la intensità alla quale il consumo specifico è riferito. Per evitare questa causa di equivoci, si va diffondendo l'uso di riferire il consumo specifico al *flusso luminoso* (V.) totale emesso dalla sorgente, grandezza fisicamente omogenea con la intensità luminosa: nel qual caso il consumo specifico, anzichè essere misurato in *watt per candela*, verrebbe misurato in *watt per lumen* ⁽¹⁾.

Cooper-Hewitt (Lampada) - V. «Lampada elettrica ad arco» e «Lampada elettrica a gas rarefatto».

Corpo colorato - Diconsi colorati quei corpi i quali hanno la proprietà di rinviare (per riflessione o diffusione) o di lasciar passare (per trasparenza) in misura ineguale (cioè in modo *selettivo*) le radiazioni luminose di diversa lunghezza d'onda dalle quali sono investiti; il colore di questi corpi appare pertanto diverso da quello della luce incidente, ove questa non sia *monocromatica* (V.).

Corpo grigio - Dicesi grigio un corpo allorchè il suo coefficiente di diffusione (V.) o quello di riflessione (V.), a seconda che diffonda o rifletta la luce incidente, è indipendente dalla lunghezza d'onda della luce incidente. Allorchè questo coefficiente è eguale a zero per tutte le radiazioni, al pari del coefficiente di trasparenza (V.), il corpo dicesi «nero» (V.).

Diconsi pure «grigi» per trasparenza quei corpi la cui *trasparenza specifica* (V.) sia indipendente dalla lunghezza d'onda.

Corpo nero - Estendendo il significato di una locuzione di uso comune, dicesi *nero* il corpo che ha la proprietà di assorbire completamente tutte le radiazioni che lo investono, qualunque ne sia la lunghezza d'onda; quindi esso è anche opaco (V.).

Dal punto di vista dei fenomeni dell'emissione e dell'assorbimento dell'energia radiante, il corpo nero ha un comportamento relativamente semplice, al quale conviene spesso fare riferimento per definire il comportamento di altri corpi.

Corpo opaco - Dicesi opaco un corpo allorchè è zero il suo coefficiente di *trasparenza* (V.). Tuttavia, nel linguaggio comune si riserva più specialmente l'aggettivo *opaco* a quei corpi i quali, avendo una elevata costante di *assorbimento* (V.), siano praticamente opachi anche in strati sottili.

Cromatico - Dicesi, di un sistema ottico, allorchè esso dà luogo a fenomeni di cromatismo (V.).

Cromatismo (Fenomeno di) - Separazione dei raggi luminosi di diversa lunghezza d'onda.

Curva caratteristica (di una lampada) - V. *Caratteristica*.

Curva isofota - Luogo geometrico dei punti, di una superficie, aventi eguale *illuminazione* (V.).

Densità della luce emessa da (od incidente su di) una superficie - È la *quantità di luce* (V.) emessa dalla (od incidente sulla) superficie per unità di area. (Simbolo consigliabile per la densità di luce: Δ).

Diagramma - Parete o schermo munito di aperture, e destinato a limitare la sezione trasversale dei fasci di radiazioni.

Diffondente (superficie) - Una superficie dicesi diffondente quando rinvia in tutte le direzioni la luce che la investe. Allorchè la diffusione segue la legge di Lambert, ossia l'emissione in ogni direzione è proporzionale al coseno dell'angolo che la direzione stessa fa con la normale alla superficie, la superficie dicesi *diffondente perfetta od ideale*.

Diffrazione - Deviazione dall'andamento rettilineo delle radiazioni in genere (ed in particolare dei raggi luminosi) all'orlo di ostacoli interposti al loro passaggio, ovvero al limite di separazione fra due mezzi di diverso indice di rifrazione. L'entità della deviazione è funzione della lunghezza d'onda; sicchè, i fenomeni di diffrazione sono generalmente accompagnati da fenomeni di cromatismo (V.).

Diffusione della luce (coefficiente di) - Per analogia alla definizione di coefficiente di assorbimento (V.), dicesi «coefficiente di diffusione» di una superficie il rapporto fra il *flusso luminoso* (V.) che la superficie rinvia per diffusione ed il *flusso incidente* totale. Questo coefficiente è un numero puro, compreso fra zero ed uno.

Diffusore - Nome generico dato sia a quelle superficie diffondenti (V.) che si collocano nelle immediate vicinanze delle sorgenti di luce allo stesso scopo dei *riflettori* (V.); sia a quegli involucri chiusi od aperti, semitrasparenti (di vetro *smerigliato, opalino, latte, alabastrino*, ecc.), oppure trasparenti, ma a parete di spessore variabile, che si collocano intorno alle sorgenti di luce, più per attenuarne lo *splendore* (V.) (ostacolando la vista diretta del corpo luminoso) che per modificare la distribuzione nello spazio del *flusso luminoso* emesso e, quindi, la illuminazione prodotta sulle superficie circostanti. (Nelle lampade elettriche ad incandescenza ad ampolla smerigliata o di vetro latte il diffusore fa parte della lampada stessa).

Diottrico (sistema) - Nome generico dato ad un insieme di *lenti* disposte in guisa da raggiungere determinati intenti.

Dispersione (Angolo di) - È l'angolo che formano, dopo la dispersione (V. «dispersione delle radiazioni») le direzioni (primitivamente parallele) di due radiazioni di determinata lunghezza d'onda contenute nel fascio. Esso costituisce una misura del potere dispersivo dell'apparecchio al quale la dispersione è dovuta.

Dispersione delle radiazioni - Oltre che nel noto significato comune (del rinvio in tutti i sensi per riflessione, diffusione o trasparenza, delle radiazioni incidenti), questa locuzione si adopera spesso per denotare la separazione, ottenuta con mezzi adatti, di radiazioni di lunghezza d'onda (V.) diversa.

Disuniformità di illuminazione di una superficie (grado di) - È il rapporto, nei riguardi di una superficie illuminata non uniformemente, fra il valore massimo ed il valore minimo dell'*illuminazione* (V.).

Effetto specifico - V. «Efficienza».

Efficienza (di una sorgente di luce) - È il reciproco del consumo specifico (V.); può pertanto essere espressa in candele (medie sferiche, medie emisferiche, ecc.) per watt, oppure in lumen per watt. Viene anche detta «effetto specifico».

Emissione (di energia radiante; righe di; bande di) - V. «Energia radiante»; «Spettro di emissione»; «Spettro continuo e discontinuo»; ecc.

Emissione specifica (di una superficie, per dati valori della temperatura e della lunghezza d'onda). L'*irradiazione integrale* (V.) I di una superficie, può pensarsi come la somma di infiniti irradamenti dI , ciascuno dei quali corrisponde ad uno degli intervalli infinitesimi $d\lambda$ nei quali può suddividersi l'intero campo di variazione della lunghezza d'onda ($0 - \infty$). Si dà il nome di *emissione specifica* della superficie, per una data lunghezza d'onda, al rapporto fra le coppie di valori di dI e di $d\lambda$ che corrispondono a quella lunghezza d'onda. Indicando con ϵ l'emissione specifica, si ha:

$$I = \int_{\lambda=0}^{\infty} dI = \int_0^{\infty} \epsilon \cdot d\lambda$$

Emissione specifica (curve di) - Curve che rappresentano l'andamento dell'emissione specifica (V.) di un dato corpo in funzione della lunghezza d'onda o della temperatura.

Energia irradiata (da un corpo) - È la quantità di energia emessa dal corpo sotto forma di radiazioni (V. «energia radiante»).

Energia radiante - Radiazioni - Dicesi energia radiante quella forma di energia che i corpi emettono di continuo (in misura maggiore o minore a seconda della loro natura e delle condizioni nelle quali si trovano) e che è caratterizzata dalle note proprietà di poter attraversare rettilineamente lo spazio vuoto con la velocità di 300.000 km al secondo (velocità della luce), di attraversare numerosi altri corpi (che vengono detti «trasparenti»), venendo più o meno assorbita, di essere riflessa, diffusa, rifratta, ecc. Quale che sia la loro essenza intima (probabilmente elettromagnetica), i fenomeni nei quali consiste il propagarsi dell'energia radiante sono sicuramente di carattere *periodico*.

Il fenomeno dell'emissione di energia radiante si esprime anche dicendo che i corpi «emettono delle radiazioni», ciascuna delle quali viene caratterizzata da un determinato valore del periodo, cioè della lunghezza d'onda (prodotto dalla velocità di propagazione, che è indipendente dal periodo, per la durata di un periodo). Sicchè, si dirà che un corpo emette, o no, una radiazione di determinata lunghezza d'onda a seconda che i fenomeni costituenti la propagazione dell'energia irradiata dal corpo ammettono, oppure no, il periodo corrispondente alla lunghezza d'onda fissata.

La natura degli effetti che le radiazioni producono allorchè investono i corpi dipende in modo essenziale dalla lunghezza d'onda. Le radiazioni di minore lunghezza d'onda conosciute (alle quali, cioè, corrispondono i più piccoli valori del periodo) sono le così dette *radiazioni γ* (V. «rad. X»); seguono, in ordine di lunghezza d'onda crescente, le *radiazioni ultra-violette* (V.), quelle *visibili* (V.), le *ultrasorose* (V.) e le *elettromagnetiche* (V.).

Essendo le proprietà delle radiazioni funzione sensibilmente continua della lunghezza d'onda, la delimitazione delle varie categorie di radiazioni è necessariamente incerta.

Equivalenti meccanico della luce - Locuzione impropria, usata talvolta per denotare il limite minimo al quale il consumo specifico (V.) potrebbe scendere se la sorgente di luce emettesse energia esclusivamente sotto forma di radiazioni luminose (V.). Questo limite varia col variare della composizione del fascio di radiazioni che si considera, ed è eguale all'inverso della «*visibilità*» (V.) del fascio.

Eterocromatici - Due fasci di radiazioni diconsi «eterocromatici» quando sono costituiti da radiazioni diverse, ovvero in diversa proporzione. Due sorgenti di luce eterocromatiche emetteranno pertanto luce che l'occhio giudicherà di colore diverso.

Fanale - Custodia di forma appropriata, a pareti in parte trasparenti, che contiene una o più lampade; munita talvolta di riflettori o di sistemi diottrici.

Faro - Grande fanale (V.) collocato in vicinanza del mare o sorretto da apposita costruzione, avente lo scopo di permettere al navigante di individuare determinati punti della costa; il sistema diottrico è generalmente mobile, per impartire alla luce emessa caratteristiche speciali che consentano di distinguere un faro da un altro.

⁽¹⁾ Espresso in *watt per lumen* il consumo specifico è notoriamente misurato da un numero 4π volte più piccolo di quello che misura il consumo specifico in *watt per candela media sferica*.

Faro (o fanale di testa) d'automobile, di locomotiva, ecc. - Tipo speciale di *proiettore* (V.).

Fiamma libera (lampada a) - Nome generico dato a quelle lampade nelle quali si utilizza, senz'altro, la luce emessa dalla fiamma di adatte sostanze combustibili (gas illuminante, acetilene, petrolio, olio, ecc.); luce che è dovuta principalmente alla incandescenza di particelle di *carbonio* (derivanti dalla decomposizione del combustibile) trovantisì in sospensione nella fiamma.

Filtro - Parete o schermo la cui trasparenza abbia carattere *selettivo* (V. *selettività*); un filtro è perciò atto a isolare più o meno nettamente, da un fascio, le radiazioni di lunghezza d'onda compresa entro certi limiti.

Flusso luminoso (emesso o ricevuto) - È il rapporto fra la *quantità di luce* (V.), emessa o ricevuta, ed il tempo durante il quale si è prolungata l'emissione o la ricezione (considerando intervalli di tempo infinitesimi si avranno i valori istantanei veri del flusso, emesso o ricevuto; altrimenti, dei valori medi).

L'unità di flusso luminoso adottata quasi universalmente è il *Lumen internazionale* (V.). (Simbolo consigliabile per il flusso: ϕ).

Foot-Candle - V. «Lux».

Fotometria - L'insieme delle considerazioni e dei metodi relativi alla misura delle grandezze fotometriche (V.).

Fotometrica (grandezza) - Dicesi *fotometrica* una grandezza allorché abbia relazione coi fenomeni dell'energia raggiante e valga a caratterizzare gli effetti di natura luminosa che il fascio di radiazioni al quale essa si riferisce è capace di produrre (direttamente od indirettamente) sull'occhio umano, senza bisogno di conoscere anche la costituzione del fascio, cioè il suo *spettro* (V.) (1). Le grandezze fotometriche principali sono la *visibilità*, la *quantità di luce*, il *flusso luminoso*, la *luminosità*, la *illuminazione*, la *intensità luminosa* e lo *splendore* (V. V.). Le loro «dimensioni» fisiche non si possono ricondurre a quelle sole della lunghezza, della massa e del tempo: necessità, per esprimerle, l'aggiunta di una quarta grandezza fondamentale, di natura fotometrica.

Fotometro - Strumento atto alla misura di grandezze fotometriche.

Fotometro a contrasto - Fotometro (V.) col quale il confronto fra le luminosità acquistate da due superficie esposte, rispettivamente, alla luce emessa dalle due sorgenti da luce in esame, è ricondotto, mediante un artificio ottico, al confronto fra leggeri contrasti di luminosità.

Fotometro a discriminazione - Fotometro (V.) col quale si paragonano le luminosità di due parti di uno schermo, tenendo conto essenzialmente della facilità con la quale possono distinguersi segni o caratteri di varia grandezza, tracciati su di esse. Dicesi anche fotometro «ad acuità visuale».

Fotometro ad eguale luminosità - Fotometro (V.) col quale si paragonano le luminosità di due superficie eguali, ciascuna delle quali riceva luce solo dall'una o dall'altra delle due sorgenti luminose in esame.

Fotometro a confronto simultaneo - Fotometro (V.) col quale si paragonano le luminosità di due superficie eguali (ciascuna delle quali riceva luce dall'una o dall'altra delle due sorgenti luminose) che si trovano simultaneamente nel campo visivo dell'osservatore. Rientrano in questa categoria i fotometri ad ombra (V.), ad eguale luminosità (V.), a macchia (V.), a contrasto (V.), ecc.

Fotometro a confronto successivo - Fotometro (V.) col quale si paragonano le luminosità di due superficie eguali (ciascuna delle quali riceva luce solo dall'una o dall'altra delle sorgenti luminose in esame) portate alternativamente, in rapida successione, nel campo visivo dell'osservatore.

Fotometro a macchia - Fotometro (V.) col quale si paragonano le luminosità di due porzioni contigue, una delle quali resa più trasparente mediante sostanze grasse, di un medesimo foglio di carta; il quale foglio viene situato fra le due sorgenti di luce (normalmente alla retta che ne unisce i baricentri), in guisa che ciascuna delle sue superficie riceva luce direttamente da una delle due sorgenti e indirettamente (per trasparenza) dall'altra. Questo fotometro (che viene anche detto «di Bunsen») ha subito molte varianti, consistenti nella sostituzione del foglio di carta con dispositivi otticamente equivalenti.

Fotometro ad ombra - Fotometro (V.) col quale si paragonano le intensità delle due ombre che un medesimo oggetto opaco proietta sopra una superficie allorché viene illuminato contemporaneamente dalle due sorgenti di luce (non allineate coll'oggetto) che si vogliono confrontare.

Fotometro a polarizzazione - Fotometro (V.) nel quale la equivalenza delle grandezze fotometriche che direttamente si paragonano (per es., le luminosità di due superficie) è ottenuta, anziché con lo spostamento delle sorgenti di luce o degli apparecchi lungo un banco fotometrico, mediante l'uso di sistemi polarizzanti (generalmente una coppia di *nicol*) interposti sul cammino della luce proveniente da una almeno delle sorgenti.

Fotometro a selenio - È un *fotometro indiretto* (V.) col quale il confronto fra le sorgenti di luce è fatto in base alle variazioni di resistenza elettrica subite dal *selenio*, esposto successivamente alle radiazioni emesse dalle sorgenti di luce.

Fotometro a sfarfallamento - ad ondeggiamento - a scintillamento - a vibrazione - Sinonimi di «fotometro a confronto successivo» (V.).

Fotometro fisico - Sinonimo improprio di *fotometro indiretto* (V.).

Fotometro indiretto - Si dicono indiretti quei fotometri nei quali la misura delle grandezze fotometriche è fatta con procedimenti in cui l'occhio umano non abbia parte diretta; nei quali, cioè, non sia l'occhio umano a giudicare direttamente (ad esempio) dell'eguaglianza delle luminosità di due superficie contigue (V. «fotometro ad eguale luminosità»).

I più importanti fotometri indiretti sono quelli nei quali l'occhio umano è sostituito da un dispositivo ottico equivalente (*occhio artificiale fotometrico*, (V.); ché ove questa equivalenza non ci fosse, i risultati delle misure non sarebbero generalmente suscettibili di immediata interpretazione, in senso *fotometrico*.

Fotometro integratore - Fotometro (V.) nel quale mediante superficie riflettenti o diffondenti (od altrimenti) si dirigono verso un medesimo apparecchio di prova contemporaneamente le radiazioni emesse in varie direzioni da ciascuna (od almeno da una) delle sorgenti luminose; in questi fotometri, pertanto, vengono confrontate non le intensità luminose in date direzioni, ma le intensità luminose medie relative ad angoli determinati di emissione, cioè, i flussi luminosi emessi dalle sorgenti di luce entro questi angoli. «Fotometro integratore» è dunque sinonimo di «lumenometro» (V.), per quanto quest'ultimo nome venga talvolta riservato ad uno speciale tipo di fotometro integratore.

Fotometro meridiano - Fotometro integratore (V.) che permette la misura diretta della intensità luminosa media ponderata (cioè, tenuto conto degli angoli di emissione) relativa ad un piano passante per l'asse della lampada (piano meridiano).

Fotometro sferico - Fotometro integratore con il quale è possibile la misura della intensità media sferica della sorgente di luce, cioè la misura del flusso luminoso (V.) totale che essa emette. Nell'uso comune, con «fotometro sferico» od a «sfera» si intende spesso di indicare, senz'altro, il fotometro sferico Ulbricht, caratterizzato dalla forma a sfera di una superficie diffondente che circonda la sorgente di luce in esame.

Grigio - (V.) «Corpo grigio».

Hefner (Lampada) - La lampada Hefner è una speciale lampada a fiamma (bruciante *acetato di anile*), di cui tutte le parti hanno dimensioni determinate, notevole per la costanza della sua *intensità luminosa*. È stata molto adoperata in passato, e lo è tutt'ora in alcuni paesi, come campione *primario* di intensità luminosa assumendosi come unità (*candela Hefner*, V.) la intensità luminosa che la lampada ha in direzione normale all'asse della fiamma. (Una *Candela Hefner* equivale a 0,90 Candele internazionali, V.). Oggi, la si impiega piuttosto come campione *secondario* (V. «Sorgenti luminose campioni»).

Illuminamento (di una superficie) - Sinonimo di «*illuminazione*» (V.). È preferibile adoperare quest'ultimo termine.

Illuminazione (di una superficie) - Dicesi «*illuminazione*» di una superficie il rapporto fra il flusso luminoso che la superficie riceve e l'area della superficie. Questo rapporto viene anche detto «intensità della illuminazione» (della superficie). L'unità di illuminazione è il *lux* (internazionale) (V.); cioè la illuminazione uniforme di una superficie che riceva un flusso di un lumen (V.) per ogni metro quadrato. (Simbolo consigliabile per la «illuminazione»: E).

Illuminazione indiretta - Dicesi *indiretta* quella illuminazione nella quale le sorgenti di luce non siano visibili dal campo illuminato, il quale riceverà luce solo per riflessione e diffusione. È usata nei locali chiusi, allo scopo di ottenere una ripartizione molto uniforme della luce, attenuare le ombre ed evitare fenomeni di *abbagliamento* (V.).

Illuminazione indiretta, a cornice - Sistema di illuminazione indiretta nel quale le sorgenti luminose sono disposte al disopra della cornice del locale e proiettano la luce sulla volta, che agisce da riflettore e diffusore.

Illuminazione indiretta «lunare» - Sistema di illuminazione nel quale le sorgenti luminose proiettano la loro luce su di una sfera bianca che agisce da riflettore e diffusore. Usato in qualche biblioteca.

Illuminazione policromatica - Sistema di illuminazione indiretta nel quale le lampade proiettano la luce su tessuti colorati a zone, con tre o più tinte complementari. Spostando opportunamente le zone davanti alla lampada si ottengono per riflessione e diffusione varie gradazioni di colore. Usato per i teatri. Su questo principio si basa il sistema Fortuny.

Illuminazione semidiretta - Dicesi *semidiretta* quella illuminazione nella quale una parte della luce giunga direttamente (ma in generale attraverso schermi semitrasparenti) sul campo illuminato e una parte vi giunga per riflessione e diffusione, come nella illuminazione indiretta.

Illuminometro - Apparecchio atto a misurare la *illuminazione* (V.) di una superficie.

Incandescenza (Lampada a gas ad, Lampada elettrica ad) - V. «Lampada a gas», «Lampada elettrica ad incandescenza».

(1) Così, ad esempio, la *potenza* emessa da un corpo sotto forma di radiazioni non è una grandezza fotometrica, in quanto la previsione degli effetti che le radiazioni emesse produrrebbero sull'occhio, ove lo investissero, è impossibile senza la conoscenza, oltretutto della *potenza*, della *proporzione* nella quale le radiazioni di diversa lunghezza d'onda sono emesse.

Intensità di illuminazione (di una superficie) - Sinonimo di «illuminazione» (V.) (di una superficie).

Intensità (o profondità) di un'ombra - Rapporto fra il flusso luminoso intercettato dal corpo che produce l'ombra ed il flusso che avrebbe investito, in assenza di questo corpo, la superficie in ombra. La intensità di un'ombra è un numero puro, variabile fra 0 e 1.

Intensità luminosa (di una sorgente di luce, in una data direzione) - Rapporto fra il flusso luminoso emesso dalla sorgente, *supposta puntiforme*, entro un angolo solido infinitesimo avente la direzione considerata per asse, e la misura dell'angolo solido stesso. Ove la sorgente di luce non sia puntiforme, si potrà ancora parlare, *in via approssimata*, di intensità luminosa, purché si immagini che tutta la luce parta dal baricentro luminoso (V.) della lampada. Unità di intensità luminosa: la *candela* (internazionale) (V.). (Simbolo consigliabile per la intensità luminosa: *I*).

Intensità luminosa media in un piano (passante per il baricentro luminoso) di una sorgente di luce. — È la media ponderata (tenuto conto, cioè, dei corrispondenti angoli solidi di emissione) delle intensità che la sorgente di luce ha in quel piano. Se il piano è normale ad un asse di simmetria della lampada, la media ponderata diventa la media aritmetica.

Intensità media sferica (di una sorgente di luce) - È la intensità che dovrebbe avere una sorgente luminosa la quale irradiasse luce *uniformemente* in tutte le direzioni (che, cioè, avesse come *superficie fotometrica* (V.), una superficie sferica) per emettere, in complesso, lo stesso flusso luminoso della sorgente considerata. È misurata dal flusso luminoso totale, emesso dalla sorgente di luce, diviso per 4π .

Intensità media emisferica (di una sorgente di luce) - È l'intensità che dovrebbe avere una sorgente di luce, la quale irradiasse luce *uniformemente* entro un emisfero (cioè, che avesse, in questo emisfero, una mezza sfera come *superficie fotometrica* (V.), per emettere in questo emisfero lo stesso flusso luminoso della sorgente considerata. È misurata dal flusso luminoso emisferico, emesso dalla sorgente di luce, diviso per 2π .

Irradiazione (di una superficie) - È la potenza irradiata (V.), (o ricevuta) dalla superficie, per unità di area. Si esprime generalmente in watt per centimetro quadrato, e si denomina anche «*irradiazione integrale*».

Irradiazione integrale - Sinonimo di «*Irradiazione*» (di una superficie).

Irraggiamento - È il fenomeno per cui un corpo emette dell'energia radiante (V.). Ove non si aggiungano indicazioni speciali, si sottintende alludere all'emissione che avviene in assenza di cause eccitatrici speciali (elettriche, meccaniche, chimiche, ecc.) (V. «*luminescenza*»), cioè, a quella che viene detta «*irradiazione per temperatura*», in quanto è la temperatura del corpo che ne determina (oltre la natura e le dimensioni del corpo) l'entità e le modalità.

Irradiazione (coefficiente di) di un corpo - È il rapporto (numero puro) fra la potenza (V.) che il corpo emette sotto forma di radiazioni e la potenza contemporaneamente assorbita.

Isofote (curve) — V. «*Curve isofote*».

Lambert (internazionale). — Unità di «*luminosità*» (V.), definita come la luminosità di una superficie che emetta 1 lumen (V.) per cm^2 .

Lampada - Nome generico dato a qualsiasi apparecchio destinato alla produzione della luce.

Lampada ad acetilene - Nome generico dato agli apparecchi destinati alla produzione della luce mediante la combustione dell'acetilene (V.); si tratta generalmente di apparecchi a *flamma libera* (V.).

Lampada ad alcool (ad incandescenza) - Nome generico dato alle lampade costruite sullo stesso principio delle *lampade a gas* (V.) ad incandescenza; ma nelle quali la reticella viene portata all'incandescenza per mezzo della fiamma dell'alcool in combustione (la quale, di per sé, è debolmente luminosa); per evitare l'uso di *stoppini*, *calzette* e simili, l'alcool viene spesso bruciato dopo la trasformazione in vapore ottenuta a spese dello stesso calore prodotto nella combustione, od altrimenti. Si conoscono numerosi tipi di queste lampade, contraddistinti da speciali nomi commerciali.

Lampada a gas - Nome generico dato agli apparecchi destinati alla produzione della luce mediante la combustione di un gas, per es., quello che si ottiene dalla distillazione del carbone fossile. Si distinguono in lampade a *flamma libera* (V.) (oggi di importanza modesta), ed in lampade a gas ad incandescenza, nelle quali la combustione del gas (che si procura di rendere completa con iniezioni supplementari di aria nella fiamma) serve solo a portare alla incandescenza un corpo immerso nella fiamma (*radiatore*), particolarmente atto ad emettere luce a causa dello spiccato carattere di *selettività* (V.) della sua emissione. Questi radiatori hanno generalmente la forma di *gabbietta* o *reticella*, costituita da un impasto di ossidi di torio e di cerio (*reticella Auer*, ecc.). Le lampade a gas ad incandescenza si costruiscono in un gran numero di tipi, molti dei quali hanno nomi commerciali variabili da un paese all'altro; se ne hanno a *flamma dritta* ed a *flamma rovesciata* (od *invertita*), a *pressione normale* (utilizzante, cioè, gas ad una pressione di qualche decina di mm. di acqua) ed a *pressione sopraelevata*; a *ricupero*, ecc.

Lampada a petrolio - Nome generico dato agli apparecchi destinati alla produzione della luce mediante la combustione del petrolio. Si distinguono in lampade a *flamma libera* (V.) (sono le più usate ove

occorra una modesta intensità luminosa) nelle quali il petrolio viene acceso all'estremo di una striscia (*calzetta*, *stoppino*) di uno speciale tessuto, imbevuto di combustibile per capillarità (l'altro estremo pesca nel petrolio); ed in lampade a petrolio ad incandescenza, costruite sullo stesso principio delle *lampade a gas* (V.) ad incandescenza; in esse la *reticella* viene portata all'incandescenza per mezzo della fiamma del petrolio, la cui combustione si cerca di rendere più completa che sia possibile; a questo scopo, ed anche per evitare la presenza di calzettoni o stoppini, il petrolio viene talvolta bruciato dopo la trasformazione in vapore, ottenuta a spese dello stesso calore prodotto nella combustione, od altrimenti. Si conoscono numerosi tipi di queste lampade, contraddistinti da speciali nomi commerciali.

Lampada campione (primaria o secondaria) - V. «*Sorgenti luminose campioni*».

Lampada elettrica - Nome generico dato a qualsiasi apparecchio destinato alla produzione della luce mediante il consumo di energia elettrica. Le lampade oggi usate si dividono in tre categorie principali: 1. *ad arco* (V.), 2. *a gas rarefatto* (V.), 3. *ad incandescenza* (V.).

Lampada elettrica ad arco - *Lampada elettrica* (V.) nella quale si utilizza il fenomeno dell'*arco voltaico*, il quale arco viene fatto scoccare nell'aria, fra due elettrodi di carbone generalmente impregnati di adatti sali ed aventi ciascuno un'*anima centrale* più conduttrice. I carboni e gli archi prendono nomi diversi, a seconda della natura degli effetti di questi sali (archi e carboni *intensivi*, archi a carboni a *flamma*, carboni ad *effetto*, carboni *mineralizzati*, ecc.); e le lampade si dicono ad arco *aperto* o *chiuso* a seconda che l'arco si svolga in aria che possa liberamente rinnovarsi, oppure a rinnovamento ostacolato da un involucro trasparente, pressoché chiuso. Nelle lampade a magnetite (lampade Steinmetz) uno degli elettrodi è a base di ossido di ferro, l'altro è di rame.

Nelle lampade Cooper-Hewitt (od a vapore di mercurio) l'arco avviene in un recipiente privo di aria ed uno almeno degli elettrodi è di mercurio; sicché, questo tipo di lampada potrebbe anche includersi fra le *lampade a gas rarefatto* (V.).

Lampada elettrica a gas rarefatto - *Lampada elettrica* (V.) nella quale si utilizza il fenomeno della luminosità che i gas rarefatti assumono allorché sono attraversati dalla scarica elettrica. A seconda della natura del gas adoperato e delle particolarità della alimentazione, queste lampade prendono nomi diversi (*lampada a neon*, oppure *lampada Claude*; *lampada ad azoto*; *lampada ad anidride carbonica*, *lampada Moore*, ecc.).

In questa categoria di lampade potrebbe rientrare anche la *lampada Cooper-Hewitt* (V. 1. ad arco).

Lampada elettrica ad incandescenza - *Lampada elettrica* (V.) nella quale si utilizza il fenomeno della incandescenza d'un filamento conduttore, percorso da una corrente sufficientemente intensa. A seconda della natura del conduttore, si distinguono in lampade a *filamento di carbone* e lampade a *filamento metallico* (dette anche a filo di tungsteno; in passato si è impiegato il tantalio e l'osmio); queste ultime possono essere a filamento *nel vuoto* (lampade ordinarie a filamento metallico, lampade *monowatt*, ecc.), oppure immerse in un gas *inerte* (azoto, argon, ecc.) e prendono allora vari nomi commerciali (lampade *mezzo-watt*, *Ala*, *Nitra*, *Arga*, *Mazda-C.*, ecc.).

Ha ancora qualche applicazione la lampada *Nernst*, nella quale il conduttore destinato ad arroventarsi è una o più asticine formate da un impasto di ossidi (terre rare) agglomerati, i quali sono conduttori a caldo).

Lampione - Sinonimo di *fanale* (V.).

Lanterna - Sinonimo di *fanale* (V.); usato talvolta sia come sinonimo di *faro* (V.), sia per indicare la sola parte del faro che è destinata alla emissione della luce, (non la costruzione che la sorregge).

Lanterna da proiezione - Tipo speciale di *proiettore* (V.) col quale la luce emessa da una lampada viene in parte concentrata sopra oggetti (opachi o trasparenti; per es.: *diapositive*) di cui deve essere prodotta a distanza, generalmente mediante sistemi diottrici, una immagine ingrandita.

Luce - Termine adoperato nel comune linguaggio in più significati noti; il più corretto dei quali è sensibilmente l'equivalente di «*radiazioni luminose*» (V.). «Un corpo emette o riceve della luce», significa «un corpo emette o riceve delle radiazioni luminose»; «vedere una luce», significa «avere l'occhio investito da radiazioni luminose»; «in un ambiente c'è poca luce», significa: «la luminosità (V.) media dell'ambiente è scarsa»; e così via. V. anche «*Luce*» (quantità di).

Luce (Quantità di) - La «quantità di luce», emessa o ricevuta da un corpo, è il prodotto della quantità di energia radiante (V.), emessa o ricevuta, per la corrispondente *visibilità* (V.). La «visibilità» e la «quantità di luce» sono, in un certo senso, le più fondamentali fra tutte le grandezze fotometriche, in quanto è da esse che possono più logicamente farsi derivare tutte le altre (V. le definizioni delle grandezze *flusso*, *intensità*, *illuminazione*, ecc.). Tuttavia, realizzata una lampada campione, le unità più direttamente definibili per via sperimentale sono quelle di *intensità luminosa*, di *flusso luminoso* e di *illuminazione*; conviene perciò che la unità di quantità di luce sia definita in modo indiretto. Si ricorre generalmente, per questo, al prodotto di un flusso per un tempo (prodotto «omogeneo» con una quantità di luce); cioè al *lumen-ora* (V.) od al *lumen-secondo* (V.). Simbolo consigliabile per la quantità di luce: *L*, oppure *L_t*.

Lume - Sinonimo di lampada (V.).

Lumen (internazionale) - Unità di flusso luminoso (V.) generalmente adottata, definita come il flusso emesso, entro un angolo solido eguale all'unità, da una sorgente di luce puntiforme, avente in tutte le direzioni la intensità luminosa (costante anche nel tempo) di una candela internazionale (V.).

Lumenometro - Apparecchio capace di misurare tutto o parte del flusso luminoso (V.) emesso da una sorgente di luce (V. « fotometro integratore »).

Lumen-ora, Lumen-secondo - Sono due unità di quantità di luce (V.), in uso nella tecnica; sono eguali alla quantità di luce che corrisponde alla emissione (od alla ricezione) di un flusso luminoso di un lumen (V.) per un tempo rispettivamente eguale ad una ora o ad un secondo. Un lumen-ora equivale, ovviamente, a 3600 lumen-secondo.

Luminescenza - È il fenomeno per il quale i corpi possono, in determinate condizioni e per effetto di speciali cause eccitatrici (elettriche, meccaniche, chimiche, ecc.) emettere certe radiazioni in maggior copia di quello che corrisponderebbe alla loro temperatura, ove mancassero quelle cause. La maggiore irradiazione (V.) che in queste condizioni si determina prende il nome di « irradiazione per luminescenza ».

Luminosità (di una superficie) - Rapporto fra il flusso luminoso emesso dalla superficie e l'area emittente. Unità di luminosità: il *lambert* internazionale (V.) (Simbolo consigliabile per la luminosità: *el*).

Lummer-Brodhun (dado; doppio-prisma; fotometro) - Chiamasi *doppio-prisma* o *dado* di Lummer-Brodhun un ingegnoso perfezionamento del dispositivo a macchia di Bunsen (V. « Fotometro a macchia »); il dispositivo ottico di Lummer-Brodhun si trova, più o meno modificato, in molti *fotometri* moderni a confronto simultaneo (V.).

Lunghezza d'onda (di una radiazione) - V. « Energia raggiante »; « Radiazioni ».

Lux (internazionale) - Unità di « illuminazione » (V.) generalmente adottata; definita come la illuminazione di una superficie che riceva un flusso luminoso (V.) di un lumen internazionale (V.), uniformemente distribuito, per ogni metro quadrato di area.

In Inghilterra ed in America è ancora usata, come unità, la illuminazione di una superficie che riceva 1 lumen per ogni piede quadrato (un piede quadrato è eguale a m. $0,3048 \times 0,3048$ = metri quadrati 0,0929); questa unità (*foot-candle*) equivale a 10,76 Lux.

Magnetite (Lampada a) - V. « Lampada elettrica ad arco ».

Mezzo-watt (Lampada) - V. « Lampada elettr. ad incandescenza ».

Micron - Unità di lunghezza eguale ad un millesimo di millimetro; usata per esprimere le lunghezze d'onda (abbreviazione comune: μ).

Monocromatico - Dicesi di un fascio di radiazioni, allorché è costituito da radiazioni di un'unica lunghezza d'onda (V.).

Monowatt (Lampada) - V. « Lampada elettrica ad incandescenza ».

Moore (Lampada) - V. « Lampada elettrica a gas rarefatto ».

Naturale (Radiazione, Luce) - Un fascio di radiazioni (V. « Energia raggiante ») dicesi « naturale », in contrapposto a « polarizzato » (V.), allorché il suo comportamento è sostanzialmente definito dalla sua « potenza » (V.) e dalla sua « lunghezza d'onda » (V.) (o, se si tratta d'un fascio non monocromatico, dalla composizione del fascio). Le proprietà d'una radiazione naturale sono le stesse in tutte le direzioni ortogonali a quella di propagazione.

Sono generalmente « naturali », nel senso ora definito, le radiazioni che provengono direttamente dalle sorgenti d'energia raggiante, senza cioè avere subito fenomeni di riflessione, rifrazione, diffrazione o diffusione. (V. « Polarizzata ») (Luce, radiazioni).

Neon (Lampada a) - V. « Lampada elettrica a gas rarefatto ».

Nernst (Lampada) - V. « Lampada elettrica ad incandescenza ».

Nero (corpo) - V. « Corpo nero ».

Nicol (prisma di) - Prisma obliquo di carbonato di calcio cristallizzato (spato), avente le facce convenientemente orientate rispetto agli assi cristallografici e formato di due parti incollate. È impiegato in alcuni apparecchi fotometrici a causa della sua proprietà di lasciarsi attraversare, parallelamente al suo asse, solo da luce polarizzata (V.) in un determinato piano.

Occhio artificiale fotometrico - Si dà questo nome convenzionale a qualunque apparecchio la cui sensibilità (V.) alle radiazioni sia praticamente quella stessa dell'occhio umano normale medio. (V.).

Occhio umano normale medio - Si dà questo nome ad un occhio avente proprietà medie fra quelle, analoghe ma non identiche, degli occhi umani sensibilmente privi di difetti. Tutte le grandezze e le misure fotometriche debbono intendersi riferite a questo occhio normale medio, il quale è essenzialmente caratterizzato, dal punto di vista fotometrico, dall'andamento in funzione della lunghezza d'onda dei valori della visibilità (V.) delle varie radiazioni.

Olofano (globo, vetro) - Tipo particolare di « rifrattore » (V.).

Omocromatico - Due fasci di radiazioni (V.) dicesi « omocromatici » quando sono costituiti dalle stesse radiazioni e nelle stesse proporzioni. Se fra le radiazioni ve ne sono di quelle luminose, i fasci appariranno all'occhio dello stesso colore.

Opaco (corpo) - V. « corpo opaco ».

Pentano (Lampada a) - Sinonimo di Lampada Vernon-Harcourt (V. « Vernon-Harcourt (lampada) »).

Polarizzata (Radiazione, Luce) - Un fascio di radiazioni (V. « Energia raggiante ») dicesi « polarizzato », in contrapposto a « naturale » (V.), allorché il suo comportamento non è definito solo dalla sua « potenza » (V.) e dalla sua « lunghezza d'onda » (V.); sicché due radiazioni polarizzate, pur avendo eguali la lunghezza d'onda (o la costituzione del fascio) e la potenza, potranno in certi fenomeni comportarsi in modo diverso, e diverso anche da quello di una radiazione naturale analoga. Verosimilmente, si ha « polarizzazione » tutte le volte che i fenomeni di carattere periodico, nei quali consiste il propagarsi della radiazione, presentino qualche dissimmetria di distribuzione nei vari piani passanti per la direzione della propagazione. Ammettendo che questi fenomeni siano assimilabili a semplici moti vibratorii trasversali (¹), una radiazione (o luce) sarà naturale allorché questi moti saranno distribuiti uniformemente in tutte le direzioni (normali alla direzione della propagazione); sarà polarizzata rettilineamente allorché questi moti saranno rettilinei, diretti normalmente alla propagazione e giaceranno tutti in un unico piano (passante per la direzione della propagazione); finalmente, sarà polarizzata circolarmente od ellitticamente allorché le traiettorie dei moti, pur essendo in piani normali alla direzione della propagazione, saranno delle circonferenze o delle ellissi. In generale, le proprietà d'una radiazione polarizzata non sono le stesse nelle varie direzioni ortogonali a quella della propagazione.

Polarizzatore - Strumento atto a polarizzare la luce (V. « Polarizzata ») (radiazione).

Potenza (di un fascio di radiazioni, o di luce) - È la quantità di energia che il fascio sarebbe capace di cedere, in ogni unità di tempo, ad un corpo che lo assorbisse completamente; è dunque veramente la « potenza » (nel noto significato energetico) che il fascio, per così dire, porta con sé (si misura in watt, od altra unità di potenza).

Potenza irradiata, od emessa; potenza assorbita (sotto forma di radiazioni, da un corpo). - È la quantità di energia raggiante (V.) che il corpo irradia od assorbe nella unità di tempo. (Si misura d'ordinario in watt).

Potere assorbente (di un corpo) - Sinonimo di costante di assorbimento (V.).

Potere riflettente (di un corpo) - Sinonimo di coeff. di riflessione (V.).

Potere selettivo (rispetto l'emissione e l'assorbimento) di un corpo. - È la misura della selettività (V.) del corpo; ed è definito dal modo di variare, in funzione della lunghezza d'onda (V.), del rapporto fra l'emissione specifica (V.) del corpo e l'emissione specifica del corpo nero (V.), alla stessa temperatura.

Prisma di Nicol - V. « Nicol ».

Profondità di ombra - Sinonimo di intensità di ombra (V.).

Proiettore - Apparecchio costituito da una lampada e da dispositivi, generalmente a riflessione, atti a concentrare la luce in una determinata direzione, fissa o variabile, per illuminare oggetti relativamente lontani.

Pyr - V. « Candela decimale ».

Quantità di luce - (V.) « Luce » (quantità di).

Radiazioni - V. « Energia raggiante; radiazioni ».

Radiazioni attiniche - Diconsi « attiniche » (od anche, impropriamente, « chimiche ») quelle radiazioni che producono effetti chimici notevoli; talvolta le espressioni *radiazioni attiniche* o *rad. chimiche* si usano, inesattamente, come sinonimo di « Radiazioni ultraviolette » (V.).

Radiazioni calorifiche oscure - V. « Radiazioni ultrasosse ».

Radiazioni chimiche - V. « Radiazioni attiniche ».

Radiazioni elettromagnetiche - Tutte le radiazioni, probabilmente, sono di natura elettromagnetica (V. « Energia raggiante »); ma si riserva d'ordinario questa denominazione a quelle che, avendo maggiore attitudine a dar luogo a fenomeni elettromagnetici facilmente constatabili nei corpi che investono, vengono appunto per questa proprietà adoperate nelle segnalazioni elettriche senza fili (radiotelegrafia, radiotelegrafia). Hanno lunghezza d'onda (V.) relativamente assai grande; sono ben conosciute quelle di lung. d'onda compresa fra qualche millimetro e alcune decine di chilometri.

Radiazioni luminose - (V. « Radiazioni visibili »).

Radiazioni ultrasosse - Radiazioni (V.) la cui lunghezza d'onda è compresa, all'incirca, fra 7000 unità Angström (V.) ed un millimetro. Vengono anche dette, impropriamente, « radiazioni calorifiche oscure », dal solo effetto (*termico*) che esse siano ordinariamente capaci di produrre nei corpi dai quali vengano assorbite. Ma, naturalmente, tutte le radiazioni sono più o meno calorifiche, e tutte, all'infuori delle luminose, potrebbero chiamarsi radiazioni calorifiche oscure.

Radiazioni ultraviolette - Radiazioni (V.) la cui lunghezza d'onda è compresa all'incirca fra 100 e 4000 unità Angström. Vengono anche dette, impropriamente, « radiazioni attiniche » o « radiazioni chimiche ».

(¹) Considerazioni analoghe, ma meno semplici, potrebbero farsi ove si volesse tener conto della loro natura verosimilmente elettromagnetica.

Radiazioni visibili - Radiazioni (V.) capaci di impressionare l'occhio, dando luogo, in maniera apprezzabile, alla complessa sensazione della luce. Per un occhio normale (V.), in condizioni medie di adattamento (V.), soddisfano a questa condizione le radiazioni (intermedie fra le ultraviolette (V.) e le ultrarosse) - (V.) di lunghezza d'onda compresa all'incirca fra 4000 e 7000 unità Angström; ma questi limiti variano notevolmente con le condizioni di adattamento. Le radiazioni visibili sono anche dette «luminose».

Radiazioni X - Radiazioni (V.) di lunghezza d'onda estremamente piccola, generalmente compresa fra qualche decimo di unità Angström, ed un centinaio di U. A. Sono anche dette radiazioni (o raggi) *Röntgen*. Le così dette radiazioni γ , del radio, sono le più corte fra le radiazioni X oggi conosciute; taluno ne fa anzi una categoria a parte.

Radiometro - Apparecchio atto a misurare la intensità delle radiazioni (V.). Si dà comunemente questo nome, per altro, anche ad un piccolo apparecchio ideato dal Crookes (radiometro Crookes), atto più a svelare la esistenza che a misurare la intensità della radiazioni.

Rendimento luminoso, di una sorgente di luce - Rapporto fra la potenza emessa sotto forma di radiazioni luminose (V.) e quella totale contemporaneamente irradiata.

Rendimento totale di una sorgente di luce - Rapporto fra la potenza emessa sotto forma di radiazioni luminose (V.) e quella totale contemporaneamente assorbita. Questo «rendimento totale» è ovviamente il prodotto del «rendimento luminoso» (V.) per il «coefficiente di irradiazione» (V.).

Reticella Auer - V. «Lampada a gas».

Riflessione (della luce) - È il fenomeno che avviene allorché le radiazioni, incontrando una superficie, vengono rinviate nella direzione coniugata a quelle di incidenza (cioè simmetrica di quella di incidenza rispetto la normale alla superficie, nel punto di incidenza).

Riflessione (coefficiente di) - In analogia alla definizione di coefficiente di assorbimento (V.), dicesi coefficiente di riflessione di una superficie il rapporto fra il flusso luminoso (V.) che la superficie rinvia per riflessione ed il flusso totale che la investe. È un numero puro, compreso fra 0 e 1; viene talvolta chiamato anche «potere riflettente».

Riflettente (potere) - Sinonimo di coefficiente di «riflessione» (V.).

Riflettente (superficie) - Una superficie dicesi *riflettente* quando le radiazioni che la investono vengono rinviate, almeno in parte, secondo le leggi della riflessione regolare (V.). Sono riflettenti, ad es., le superficie speculari.

Riflettore - Nome generico dato a quelle superficie *riflettenti* (V.) che si collocano nella immediata vicinanza delle sorgenti di luce per modificare la distribuzione nello spazio del *flusso luminoso* (V.) emesso e, quindi, la illuminazione dei corpi circostanti. L'insieme formato dalla sorgente di luce e dal riflettore si comporta come una nuova sorgente di luce avente una *superficie fotometrica* (V.) diversa dalla primitiva. La forma dei riflettori varia con lo scopo da conseguire e la natura delle lampade alle quali vengono applicati (riflettori *piani*, *convergenti*, *divergenti*, *a cono*, *asimmetrici*, ecc.).

Rifratore - Nome generico dato a quegli involucri trasparenti (generalmente di vetro), chiusi od aperti, la cui parete, avendo uno spessore variabile da punto a punto secondo leggi opportunamente studiate, è atta a funzionare come un insieme di prismi o di lenti rispetto la sorgente di luce ch'essa racchiude. I rifrattori raggiungono perciò efficacemente lo scopo di modificare, anche profondamente, per mezzo di fenomeni di *rifrazione* (V.), la distribuzione nello spazio del *flusso luminoso* (V.) emesso dalla lampada, e, quindi la *illuminazione* (V.) dei corpi circostanti: appunto come se la sorgente di luce avesse una *superficie fotometrica* (V.) differente da quella vera. La forma dei rifrattori e la legge con cui varia lo spessore della loro parete dipendono dalla natura della sorgente di luce e da quella dello scopo da conseguire; un tipo particolare di rifrattori sono i cosiddetti globi od involucri *olofani*.

Rifrazione - Allorché una radiazione attraversa la superficie di separazione di due mezzi trasparenti contigui, essa cambia generalmente di direzione (si «rifrange»). Questo fenomeno dicesi «*rifrazione*»; le due radiazioni, prima e dopo il cambiamento di direzione, si dicono rispettivamente radiazione (o raggio) *incidente* e radiazione *rifratta*; e gli angoli che le due direzioni fanno con la normale alla superficie, si dicono, rispettivamente, *angolo di incidenza* e *angolo di rifrazione*.

L'entità del cambiamento di direzione (*deviazione*) è funzione, a parità di altre condizioni, della *lunghezza d'onda*: sicchè, i fenomeni di rifrazione sono generalmente accompagnati da fenomeni di cromaticismo (V.). La rifrazione dicesi «normale» quando la deviazione (a parità di altre condizioni) cresce col diminuire della lunghezza d'onda; «anormale» nel caso contrario.

Rifrazione (doppia) - È il fenomeno che avviene quando, nell'attraversare la superficie di separazione di due mezzi contigui (v. «rifrazione»), il raggio incidente dà luogo a due raggi rifratti (polarizzati), diversamente deviati rispetto la direzione primitiva. Si verifica nei corpi cristallizzati in un sistema diverso dal monometrico; i quali corpi si dicono *birifrangenti*.

Rifrazione (indice di) - È il rapporto, costante per ogni dato mezzo a temperatura e pressione determinate, fra il seno dell'angolo di incidenza e quello dell'angolo di rifrazione. (V. «Rifrazione»).

Riga di emissione, di assorbimento - V. «Spettro di emissione», «Spettro di assorbimento».

Schermo - Parete più o meno opaca, interposta sulla traiettoria di un fascio di radiazioni, allo scopo di impedire il passaggio a tutto od a parte del fascio. Schermi di tipo particolare sono i *filtri* (V.) ed i *diaframmi* (V.).

Selettività (rispetto l'emissione o l'assorbimento), di un corpo. - Attitudine del corpo ad emettere le varie radiazioni in proporzione diversa da quella caratteristica dell'emissione del corpo nero (V.), alla stessa temperatura; o ad assorbire in misura variabile con la lunghezza d'onda le radiazioni che lo investono.

Sensibilità (ad un fascio di radiazioni) - Un corpo (od un apparecchio, od un organo), dicesi *sensibile* ad un fascio di radiazioni, se taluna delle sue *proprietà* (inteso questo termine nel senso più lato) si modifica in modo apprezzabile allorché esso viene investito dal fascio.

Solido fotometrico (di una sorgente luminosa) - V. «Superficie fotometrica».

Sorgenti luminose campioni (primarie e secondarie) - Sistemi od apparecchi facilmente riproducibili, atti ad emettere luce in modo costante e ben determinato, i quali vengono impiegati nella definizione convenzionale delle *unità fotometriche* e come termini ausiliari di confronto nelle misure fotometriche. Non è stata ancora fatta in modo definitivo la scelta di un campione *primario*; si considera come *campione primario provvisorio* l'insieme di un certo numero di speciali lampade elettriche ad incandescenza, conservate parte nel Laboratorio Nazionale Fisico-Tecnico di Washington, parte in quello di Londra (Teddington), parte in quello di Parigi. È l'insieme di queste lampade che definisce l'attuale unità internazionale di intensità luminosa (V. «Candela internazionale») e, quindi, anche le altre unità. Come campioni *secondari* si adoperano altre lampade elettriche ad incandescenza, di costruzione speciale, oppure la lampada *Hefner* (V.), oppure la lampada *Vernon-Harcourt* (V.); tutte queste lampade vanno però tarate per confronto con l'accennato campione primario provvisorio.

Spettro (di un fascio di radiazioni; spettro visibile) - È l'insieme delle radiazioni costituenti il fascio, ove questo sia stato decomposto, e le radiazioni ordinate a seconda della loro lunghezza d'onda. Per «spettro visibile» o «parte visibile» di uno spettro, s'intende quella parte dello spettro che comprende le *radiazioni visibili* (V.).

Spettro continuo, discontinuo - Uno spettro dicesi continuo, o discontinuo, entro certi limiti, quando entro questi limiti esso comprende le radiazioni di *tutte* le possibili lunghezze d'onda (V.) oppure *non* le comprende tutte. Allo spettroscopio (V.), gli spettri continui e discontinui si presenteranno, nella parte visibile, come nastri di luce rispettivamente continui, oppure interrotti da intervalli trasversali oscuri (più o meno numerosi e più o meno ampi).

Spettro di alta frequenza - È quella parte dello spettro che comprende le radiazioni X (V.).

Spettro di assorbimento - V. «Assorbimento» (spettro di, riga di, ecc.).

Spettro di diffrazione - Spettro ottenuto decomponendo un fascio di radiazioni (V.) «spettro» per mezzo di fenomeni di diffrazione.

Spettro di emissione - Spettro (V.) ottenuto decomponendo un fascio di radiazioni, così come esso è emesso dalla sorgente che si considera. Allo spettroscopio, apparirà (nella parte visibile) come un nastro continuo di luce, variamente colorata, oppure come un insieme, più o meno complicato, di *righe* o di *striscie* (*bande*) luminose trasversali, a seconda che lo spettro sia *continuo* o *discontinuo* (V.).

Spettrofotometro - È un fotometro (V.) che l'aggiunta di un *apparecchio dispersivo* (V.) rende atto al confronto di determinate ristrette porzioni, generalmente variabili a volontà dell'osservatore, della parte visibile degli spettri (V.) di due fasci di radiazioni. (Con i fotometri (V.) ordinari si confrontano invece le totalità delle parti visibili degli spettri).

Spettrometro - È uno spettroscopio (V.) atto a permettere anche la misura delle lunghezze d'onda delle varie radiazioni costituenti gli spettri.

Spettro normale - Uno spettro (V.) dicesi *normale* allorché le distanze fra le posizioni occupate dalle singole radiazioni (V.) sono proporzionali alle corrispondenti differenze di lunghezza d'onda (V.).

Spettroscopio - Strumento atto a produrre e ad osservare gli spettri (V.).

Spettro ultrarosso (o «parte ultrarossa dello spettro») - È quella parte dello spettro che comprende le radiazioni *ultrarosse* (V.).

Spettro ultra-ultra - Sinonimo di «spettro ad alta frequenza» (V.).

Spettro ultravioletto (o «parte ultravioletta dello spettro»). - È quella parte dello spettro che comprende le radiazioni *ultraviolette* (V.).

Spettro visibile - V. «Spettro».

Splendore di una superficie (di piccole dimensioni, in una data direzione) - Rapporto fra l'*intensità luminosa* (V.) della superficie, considerata (essendo piccola) come sorgente di luce sensibilmente puntiforme, in quella direzione, e l'area della proiezione (parallela) della superficie, su di un piano normale alla direzione considerata. Unità di splendore: la *candela internazionale per cm²*. (Simbolo consigliabile per lo splendore: σ).

Steinmetz (Lampada) - V. «Lampada elettrica ad arco».

Superficie fotometrica (di una sorgente di luce) - È la superficie generata dall'estremità di un vettore che, uscendo dal baricentro luminoso (V.) della sorgente, ne rappresenti in ogni direzione, in scala costante, la *intensità luminosa*. Il volume limitato dalla superficie viene detto « *solido fotometrico* ». Se, come spesso avviene approssimativamente, la sorgente di luce ha un asse di simmetria, la superficie fotometrica è di rotazione e può essere individuata completamente da una sua sezione meridiana.

Trasparenza - È il fenomeno che avviene allorché un corpo si lascia attraversare dalle radiazioni, pur assorbendone una parte più o meno notevole (V. « *assorbimento* »). Si dice « *trasparenza* » anche la *proprietà* che i corpi possono avere di lasciarsi attraversare dalle radiazioni.

Trasparenza (coefficiente di) - In analogia alla definizione di coefficiente di *assorbimento* (V.), dicesi « *coefficiente di trasparenza* » di un corpo il rapporto fra il *flusso luminoso* (V.) che riesce ad attraversarlo ed il *flusso totale* che l'ha investito. Il coefficiente di trasparenza è un numero puro, compreso fra zero ed uno.

Trasparenza specifica (di un corpo) - V. « *Assorbimento* » (costante di...).

U. A. - V. « *Angström* » (unità).

Ulbricht (fotometro) - V. « *Fotometro sferico* ».

Unità fotometriche - Le unità di misura delle grandezze fotometriche (V. *candela*, *lambert*, *lumen*, *lux*, ecc.).

Vapore di mercurio (Lampada a) - V. « *Lampada elettrica ad arco* » e « *Lampada elettrica a gas rarefatto* ».

Vernon-Harcourt (Lampada) - La lampada Vernon-Harcourt è una speciale lampada a fiamma (bruciante vapori di *pentano*), di cui tutte le parti hanno dimensioni determinate, notevole per la costanza della sua intensità luminosa (V.). È stata adoperata in passato come campione *primario* di intensità luminosa; oggi la si impiega come campione *secondario* (V. « *Sorgenti luminose campioni* »).

Violle (unità) - Unità di intensità luminosa (V.), oggi in disuso; equivaleva a 20.3 *Candele internazionali* (V.). È notevole il modo nel quale veniva definita, in base alla luminosità che presenta il platino alla temperatura di fusione.

Visibilità (di un fascio di radiazioni) - La « *visibilità* » di un fascio di radiazioni è una grandezza fisica (di dimensioni non riducibili a quelle fondamentali di lunghezza, massa e tempo) la quale, moltiplicata per le grandezze *energetiche* caratteristiche del fascio (quantità di energia raggiante, potenza raggiante, ecc.) le trasforma in grandezze « *fotometriche* » (V.). Così, il prodotto della visibilità per la quantità di energia irradiata (V.) o per la « *potenza irradiata* » (V.) dà rispettivamente la « *quantità di luce* » ed il « *flusso luminoso* » irradiato. La visibilità è essenzialmente funzione della costituzione del fascio, cioè, nel caso di fasci monocromatici, della lunghezza d'onda dell'irradiazione. Naturalmente, essa è diversa da zero solo nello *spettro visibile* (V.); cioè, per un occhio normale, per lunghezze d'onda comprese fra circa 4000 e 7000 unità Angström. Questi limiti, tuttavia, variano a seconda dello stato di adattamento nel quale l'occhio si trova; e varia pure, con la luminosità dello spettro e col metodo di misura adottato, la posizione del *massimo* di visibilità, che nei casi più comuni è prossimo a $\lambda = 5580$ U. A.

I valori numerici della visibilità dipendono, per un fascio di data costituzione, dalle unità nelle quali si misurano le grandezze energetiche e quelle fotometriche corrispondenti. Misurando i flussi luminosi in *lumen internazionali* (V.) e le potenze in watt, per $\lambda = 5580$ U. A. la visibilità risulta eguale a circa 620 lumen per watt. (Simbolo consigliabile per la visibilità: V).

Nel linguaggio comune, intendesi talvolta per « *visibilità di una radiazione* » solo l'attitudine ad impressionare l'occhio.

Visibilità (coefficiente di) di un fascio di radiazioni - È il rapporto (numero puro variabile fra zero ed uno) fra la *visibilità* (V.) del fascio in questione ed il massimo dei lavori che la *visibilità* può raggiungere (cioè, la visibilità che compete alle radiazioni monocromatiche di lunghezza di onda di circa 5580 U. A.). (Simbolo consigliabile per i coefficienti di visibilità: v).

È stato approvato il bilancio dell'esercizio 1923-24. L'utile netto dell'esercizio è risultato di L. 9.967.749 che permette di distribuire un dividendo dell'8 % al capitale.

Società Istriana per Impianti Elettrici e Ferrovie economiche — Pola.

Si è approvato il bilancio dell'ultimo esercizio 1923 chiusosi con una perdita di 103.574.

Società per le Forze Idrauliche di Trezzo sull'Adda — Milano — Capitale L. 30.000.000.

L'esercizio chiuso al 31 marzo u.s. e di cui fu approvato il bilancio presenta un utile di L. 2.327.866. Viene distribuito un dividendo del 10 %.

Istrumenti di Misura C. G. S. — Milano — Cap. L. 4.500.000.

Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio che presenta un utile di L. 369.296. Si distribuisce agli azionisti un dividendo del 6 per cento.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Società Isolatori Materiale Elettrico — Livorno.

In assemblea straordinaria è stato approvato l'aumento del capitale sociale da L. 750.000 a L. 1.000.000 mediante emissione di 250 nuove azioni.

Anonima Gas Elettricità — Bologna.

È stato approvato di aumentare il capitale sociale portandolo da L. 750.000 a L. 1.000.000.

Società Volsinia di Elettricità — Roma.

Venne deliberato l'aumento del capitale da Lire 6.000.000 a L. 10.000.000 mediante emissione di 8000 azioni nuove da L. 500 cadauna.

Società Anonima Imprese Elettro-Meccaniche e Commercio Materiale e Macchinario — Roma.

Aumenta il capitale da L. 200.000 a L. 500.000.

Soc. Lombarda per distribuzione di energia elettrica — Milano.

Venne approvato l'aumento del capitale sociale da L. 80 milioni a L. 120.000.000 mediante emissione di 80.000 azioni da L. 500.

Società Generale Elettrica dell'Adamello — Milano.

Venne approvato l'aumento del capitale da Lire 160.000.000 a L. 200.000.000 mediante emissione di N. 200.000 azioni nuove da L. 200.

Società Elettrica Sarda — Milano.

È stato deliberato di aumentare il capitale sociale da L. 8.000.000 a L. 25.000.000 emettendo 170.000 azioni da L. 100.

Distribuzione di Energia Elettrica Ing. Banfi — Arcore.

Aumenta il capitale portandolo da L. 1.800.000 a L. 3.600.000 coll'emissione di 18.000 azioni nuove da L. 100.

Società Forze Idrauliche dell'Apennino — Roma.

È stata deliberata la riduzione del capitale sociale da L. 1.300.000 a L. 260.000 riducendo il valore nominale delle azioni da L. 100 a L. 20 mediante rimborso agli azionisti di L. 80 per ogni azione.

COSTITUZIONI DI SOCIETÀ.

L'Unione Consumatori Energia Elettrica L. U. C. E. — Milano.

Si è costituita questa Anonima col capitale di L. 20.000 divise in 200 azioni da L. 100.

Società Finanziaria di Elettricità — Milano.

Si è costituita per promuovere ed esercire imprese di produzione, distribuzione e utilizzazione di energia elettrica. Il capitale è di L. 21.000.000 diviso in 84.000 azioni da L. 250.

Società Anonima Industrie tessili termo-elettrici — Milano.

Si è costituita con capitale di L. 25.000 distribuito in 250 azioni da L. 500.

Società Idroelettrica Schioppo — Roma.

Si è costituita questa anonima con un capitale di L. 600.000 formato da 12.000 azioni da L. 50.

* *

L'inquieta Europa ha avuto un altro mese di sconvolgimenti politici e di preoccupazioni. Sembra che i leggeri accenni di miglioramento nella situazione politica internazionale abbiano provocato una ripresa di effervescenza nella vita politica interna delle singole nazioni, quasiché gli animi ormai disavvezzi alla pace cerchino nelle minori rivalità locali un compenso alla diminuita ansietà internazionale. Il risultato di tutto ciò è, come sempre, la perdita di un tempo prezioso e un conseguente spreco di energie che non potranno trovare il loro giusto e veramente utile impiego se non in una atmosfera di ristabilita serenità e nella visione sfiduciosa di un tranquillo avvenire.

La crisi politica succeduta in Francia al trionfo elettorale delle sinistre ha seguito interamente il suo logico corso, senza che ad arrestarla valessero i tentativi disperati dei seguaci di Poincaré e di Millerand. Il Presidente tentò invano, dopo le dimissioni di Poincaré di creare un nuovo Ministero che potesse reggere davanti alla nuova situazione parlamentare; l'ostinato rifiuto di tutti gli esponenti delle sinistre di accettare l'incarico sotto la sua Presidenza, costrinsero Millerand, che pure aveva tentato di resistere in ogni modo facendone una questione di costituzionalità, a dimettersi dalla suprema carica di Capo della Repubblica.

La elezione alla Presidenza doveva però riserbare una dura sorpresa alle sinistre trionfanti che hanno visto restare in minoranza il loro candidato Painlevé mentre riusciva eletto Doumergue, salutato

:: Note Politiche, Economiche e Finanziarie ::

Rassegna delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Società Generale Italiana Accumulatori Elettrici — Melzo — Capitale L. 4.000.000.

Il bilancio testè approvato comporta un utile di L. 928.520 sul quale viene distribuito agli azionisti un dividendo del 15 per cento.

Soc. Elettrica dell'Italia Centrale — Firenze — Cap. L. 12.000.000.

Il bilancio dell'ultimo esercizio di chiude con un utile di lire 769.340; viene distribuito agli azionisti un dividendo del 6 %.

Società Nazionale per lo sviluppo delle Imprese Elettriche — Milano — Capitale L. 20.000.000.

Venne approvato il bilancio chiuso al 31 marzo 1914, con un utile di L. 3.026.354 che permette di distribuire il 10 % agli azionisti.

Società Generale Elettrica dell'Adamello - G. E. A. — Milano — Capitale L. 160.000.000.

quasi come l'esponente della rivincita degli organi di destra. Comunque è certo che la liquidazione di Poincaré e di Millerand significa la liquidazione di tutto un passato e di tutto un metodo. La stessa elezione di Doumergue, creando una condizione di equilibrio, fa sperare in un periodo di stabilità, condizione essenziale per un proficuo lavoro di pacificazione.

Il nuovo Gabinetto francese presieduto da Herriot è stato naturalmente accolto con grande soddisfazione in Germania, dove in un primo tempo si erano create di colpo soverchie illusioni. Ma è troppo chiaro che nessun Ministero potrebbe reggersi davanti all'opinione pubblica francese se si mostrasse eccessivamente debole verso la Germania e sorpassasse nel suo contegno verso i nemici di ieri i limiti di quella equità e di quella umana ragione di convivenza che sono strettamente necessarie alla ricostituzione di Europa. E infatti, la nomina a ministro della Guerra del generale Nollet, Presidente della Commissione per il disarmo della Germania, veniva ben presto a troncarsi le illusioni ed i sogni troppo rosei dei tedeschi; l'approvazione di nuovi crediti militari per la Ruhr riconfermava la fermezza di Herriot sul problema fondamentale e rimetteva la questione, ed è bene, nei suoi giusti termini.

Se il nuovo Ministero francese tiene a non mostrarsi debole, esso tuttavia ha subito cominciato ad esplicare un'opera attiva intesa a favorire la formazione di uno stato di cose che permetta di trovare una via di uscita soddisfacente dalla insostenibile situazione europea. Vi è stato un intrecciarsi di colloqui, una ripresa di cordialità cogli alleati, un fervore di iniziative e di speranze. Gli avversari politici di Herriot lo accusano anzi di eccessivo ottimismo e di soverchia ingenuità politica. E non si possono del tutto disprezzare queste accuse davanti a certe manifestazioni di Herriot.

Non occorre, ad esempio, che venisse una smentita ufficiale inglese perché tutti rimanessero increduli quando il primo Ministro francese di ritorno da affrettati colloqui con Mac Donald, faceva sapere che si era ripresa e quasi concretata la vecchia e sepolta idea di un patto militare difensivo anglo-francese! Risultato concreto dell'attività del ministro francese è per ora la decisione di convocare, pare per il giorno 16 luglio prossimo, una ennesima Conferenza per la questione delle Riparazioni. Per quanto l'esperienza fin troppo lunga del passato non possa non indurre in scetticismo, conviene riconoscere che è forse questa la prima volta che una Conferenza si raccoglie con probabilità di fecondi risultati.

Concorrono a dare questa confortante impressione diversi fattori.

Prima di tutto il rinnovato stato d'animo in Inghilterra e in Francia; stato d'animo indubbiamente più di prima disposto a pagare con qualche sacrificio il raggiungimento di quello scopo, finalmente riconosciuto supremo, della pacificazione e della ricostruzione europea. Poi, il mutato spirito della Germania la quale, ad onta delle parate militari e del successo elettorale nazionalista, sembra effettivamente disposta ad entrare in sincera discussione per l'accettazione del piano dei Periti; in questo senso si è nettamente pronunciato il Reichstag. Pure sintomatico è il comportamento della Germania nei riguardi della ripresa del controllo militare interalleato per il quale si è dichiarata disposta ad accettare le proposte delle Potenze. Occorre ancora tener presente che è questa la prima volta che una Conferenza si riunisce non per tentare di conciliare tre o quattro proposte di diversa origine ed essenzialmente avversantesi, ma bensì per concretare l'attuazione di un piano studiato a fondo da periti competenti, esaminato dalle Cancellerie e a riguardo del quale fondamentalmente tutti si sono dichiarati favorevoli.

Una novità importante della progettata Conferenza sarà poi quella che, a quanto sembra per ora, ad essa saranno invitati non soltanto le maggiori Potenze ma anche i minori alleati e soprattutto la stessa Germania. Al riguardo della partecipazione degli Stati minori sono ancora in corso trattative: pare che essi saranno divisi in due gruppi: quelli, come la Jugoslavia, la Rumenia e il Portogallo, che hanno diritto a una parte delle riparazioni; e quelli come la Polonia, e la Ceco-Slovacchia, ai quali non spettano riparazioni, ma anzi oneri nella loro qualità di eredi degli Stati ex nemici.

Alla Conferenza è invitata naturalmente anche l'America la quale però continua nella sua politica ambigua del « forse che sì, forse che no », accettando a mezzo, con mille pregiudiziali e riserve.

Essenzialmente preme all'America che non venga abbinata la questione delle riparazioni con quella dei debiti interalleati: essa continua recisamente a mantenere intatte le sue pretese sull'integrale rimborso di quei miliardi alleati che, pagati ad usura col sangue di tante vite, sono in linea di diritto meno esigibili e in linea di fatto meno disponibili, che non i sognati e svaniti miliardi germanici! Probabilmente l'America parteciperà ancora alla Conferenza con un semplice ascoltatore, secondo la strana forma usata fin qui che le consente di giudicare senza compromettersi, di ascoltare senza parlare, di influenzare senza impegnarsi!

Come dicevamo più sopra, quasi a compenso di questo maturare di concilianti disposizioni di moltiplicano e si complicano i movimenti politici interni nei diversi Stati.

Oltre la lunga e complessa crisi francese, altra se ne ebbe non meno difficile in Germania. Esso ebbe però uno sbocco molto più semplice di quello francese, in quanto che il Gabinetto Marx dopo avere inutilmente cercato di rinnovarsi allargando la sua base parlamentare, finì col ripresentarsi immutato al Reichstag ottenendo ancora la maggioranza!

In Inghilterra il Ministero Mac Donald continua a vivere perchè

le opposizioni glielo permettono; e deve accorgersene di frequente, se più di una volta gli capita nelle votazioni di essere messo in minoranza!

La Conferenza anglo-russa è sempre più che mai arenata sulla questione finanziaria e ogni speranza di giungere a concreti risultati sembra perduta. La baruffa russo-tedesca permane nè accenna a risolversi.

Nella Spagna la situazione è giunta ad una crisi delicatissima in seguito al giudizio di radiazione dall'esercito emesso dal Tribunale militare per il generale Berenguer.

In Jugoslavia e in Romenia continuano le discordie, le rivalità, i malcontenti più o meno palesi. In Grecia si riparla di movimenti rivoluzionari nell'esercito e nella marina.

L'Albania ha compiuto senza eccessivo spargimento di sangue e con celerità sorprendente una rivoluzione militare che ha portato ad un completo rinnovamento del Governo. A capo di esso venne nominato Mons. Fan Noli, il quale ha dichiarato di voler instaurare un regime basato sui principi della democrazia e del liberalismo. Mons. Fan Noli si è espresso in termini assai cordiali verso l'Italia.

*

Tutta la vita politica italiana e tutto il nostro organismo nazionale fu scosso violentemente dalla crisi conseguente al truce delitto compiuto sull'on. Matteotti. L'episodio, sotto ogni aspetto gravissimo, ha turbato profondamente l'anima nazionale la quale è insorta con rigida volontà a chiedere severa giustizia. La deplorazione fu unanime come unanime fu il compianto; profondamente discordi furono invece gli animi nel giudicare i fatti e le responsabilità.

Il Capo del Governo che vide col suo chiaro intuito politico, tutta la portata del fatto, non esitò a tacciarne d'infamia gli autori come colpevoli non solo di delitto comune ma anche di grave delitto ai danni del Governo e della Nazione. E infatti le opposizioni politiche di tutti i partiti contrari al Governo non si lasciarono sfuggire la propizia occasione che il deprecato delitto loro offriva per attaccare con probabilità di successo il Ministero dell'on. Mussolini ed il fascismo. Su l'uno e sull'altro venne riversata la responsabilità più o meno diretta, ma in ogni caso prossima, del delitto che si volle considerare come naturale portato di un regime e come risultato inevitabile di uno stato di cose tollerate e più, di uno stato d'animo provocato e mantenuto.

E per vero l'immediato contatto col Governo, di alcuni dei maggiori responsabili, una innegabile incertezza nell'azione delle prime ore nella polizia, una tolleranza troppo spinta osservata fino ad ora in analoghi casi, per quanto assai meno gravi, porgevano alle opposizioni arma non disprezzabile di attacco. Così esse lasciavano l'aula del Parlamento rifiutando di prendere ancora parte ai lavori della Camera e si assisteva allo spettacolo di partiti dei più vari colori, dal liberale al socialista, dal popolare al massimalista, stretti in una unione di nuovo genere, plaudire tutti insieme alla relazione dell'on. Turati improvvisato duce di questa strana coalizione.

Senza entrare, e non sarebbe qui il luogo, nell'analisi politica di questo movimento, ci limitiamo ad osservare che il concetto fondamentale che muove le minoranze non può non essere a gran cuore condiviso da tutti i buoni cittadini: nessuno, infatti, può non invocare con tutta la carità di patria il ritorno a più normali condizioni di vita, a più tollerante spirito di convivenza, a più rigida applicazione della legge e della giustizia. Ma appunto per questo pare che più autorevolmente sarebbe sonata la voce delle minoranze nel loro naturale luogo, in quell'aula del Parlamento dove la volontà nazionale aveva loro assegnato il proprio posto, dove il consenso universale le avrebbe accompagnate e avrebbe soffocato gli eventuali, pochi, sconsigliati intolleranti, qualora esse avessero realmente saputo parlare la parola suprema dell'interesse nazionale, della carità di patria, della civiltà italiana.

Così operando invece, straniandosi dal Parlamento, creando una coalizione incompatibile ad ogni più retta coscienza politica, senza possibilità di uno sbocco comune, senza nessun ideale che le colleghi fuorché quello di liberarsi da un Ministero dominatore, le minoranze hanno lasciato nel Paese l'impressione di avere piuttosto servito, sia pure inconsciamente, ad un inveterato spirito di partito che, nella tradizione degli anni, ha visto nelle crisi di Gabinetto la risoluzione di tutte le difficoltà e l'aprirsi di tutte le possibilità.

Non è questo un giudizio nostro, ma l'eco imparziale della stampa politica la quale quasi unanimemente ha invitato le opposizioni a desistere dal gesto, e a portare invece tutto il loro contributo di operosità, di volontà e di critica all'opera di epurazione e di ricostruzione morale che il Governo ha fermamente annunciato. Verso questa opera che indubbiamente costituisce la prova suprema per l'on. Mussolini si appuntano le speranze di tutti i cittadini; in seno allo stesso partito fascista le voci più autorevoli si sono levate per esprimere la fiducia nel Capo del Governo, e la volontà recisa che l'opera di epurazione sia compiuta con fermezza e con sollecitudine. Il Senato si è espresso nello stesso senso cosicché si può dire che al Governo dell'on. Mussolini è stata concessa una specie di moratoria perchè esso possa coll'eloquenza dei fatti dimostrare la realtà delle sue intenzioni e la capacità di tradurre in atto colla dovuta energia i propositi indiscutibilmente lodevoli che ha manifestato. Se questo avverrà, se l'impero della legge verrà seriamente ristabilito, se la fiducia dei buoni cittadini negli ordinamenti che ci reggono verrà ricostituita e la

via alla reale conciliazione nazionale veramente aperta ai consensi senza violenza, allora si potrà dire che anche il sangue dell'on. Matteotti non sarà stato speso invano e che ancora una volta il sacrificio avrà partorito grandezza.

All'estero le ripercussioni del delitto furono grandi, e diedero luogo a manifestazioni anche aspre e violente; specialmente nei primi giorni si era fantasticato all'estero di dimissioni del Gabinetto, di crisi di regime, di controrivoluzione, ecc.; per poco l'Italia non venne additata a scandalo delle Nazioni e dei popoli. La serena parola dell'on. Mussolini giunse opportuna a stabilire che l'onore d'Italia non era e non poteva essere in gioco in simile caso. L'anima popolare italiana istintivamente forte della sua atavica civiltà millenaria non diede troppo peso a queste manifestazioni di orrore da parte di popoli la cui coscienza nazionale non aveva mai saputo balzare tutta in piedi, come la coscienza italiana oggi ha fatto, quando non minori delitti politici si compivano in Germania come nella Spagna, in Francia come in Irlanda!

L'effervescenza dei primi giorni si va gradatamente calmando, mentre l'azione della Magistratura procede alacramente estendendosi anche a precedenti incidenti di aggressioni politiche. Le stesse opposizioni accennano ad assumere un atteggiamento di meno intransigente attesa. L'estero si è calmato e considera con maggiore serenità le cose nostre.

Il Ministero è stato parzialmente rinnovato. Dopo l'allontanamento dell'on. Finzi, anche gli on. Gentile, Carnazza e Corbino hanno lasciato le loro alte cariche e vennero sostituiti dal senatore Casati, dall'on. Sarocchi e dal senatore Nava. A ministro degli Interni veniva chiamato l'on. Federzoni, salutato dal plauso generale. L'on. Lanza di Scalea veniva nominato al Ministero delle Colonie. Un più largo movimento è disposto nei Sottosegretariati.

Si annunzia anche da fonte ufficiale che si provvederà sollecitamente a far rientrare nella piena legalità la Milizia Nazionale alla quale verrà tolto ogni carattere di formazione di partito, facendole prestare giuramento al Sovrano. Si continua pure a parlare della rimozione del generale De Bono da comandante della Milizia; ma tale rimozione viene rimandata di giorno in giorno e ciò suscita qualche commento non benevolo.

L'on. Mussolini ha fatto annunciare che non lascerà Roma durante l'estate e ciò fa comprendere come egli abbia tutta la visione dell'immane compito che gli incombe. La Camera non essendovi alcuna ragione urgente per la sua convocazione ed in vista del rifiuto delle minoranze a partecipare ai lavori, viene prorogata all'autunno. Per quel tempo la situazione dovrà indubbiamente essere chiarita in un senso o nell'altro.

*

La violenta crisi per il caso Matteotti colpiva l'Italia in un delicato momento della situazione internazionale e non giovava certamente all'azione che essa poteva spiegare.

I colloqui franco-inglesi e franco-belgi si svolgevano senza la diretta partecipazione dell'Italia. Tuttavia il nostro Paese non deve essere rimasto assente, a giudicare della premura con cui ripetutamente è stato affermato, così in Francia come in Inghilterra, che nessuna decisione verrà presa senza aver sentito in proposito l'Italia. Pare che l'on. Mussolini non intenda partecipare direttamente alla prossima Conferenza interalleata alla quale invece l'Italia sarebbe rappresentata dal senatore Nava, attuale Ministro dell'Economia Nazionale.

Il più alto successo di trionfali accoglienze e di cordialità internazionale ha raggiunto il viaggio dei nostri Sovrani nella Spagna.

Salpati a bordo di una potente divisione navale, essi visitarono le principali città della Spagna dovunque ricevendo una festosissima accoglienza alla quale dava una nota di fondamentale importanza la spontanea partecipazione dell'anima popolare. Si è così compiuto un passo di più verso quella intesa latina che sembra essere una delle direttive della politica mediterranea dell'on. Mussolini.

Una improvvisa insurrezione dell'opinione pubblica contro l'Italia si era verificata in Turchia. I giornali nazionalisti favoleggiavano di velleità imperialiste italiane nell'Asia Minore, e descrivevano con vivacità pari all'inconsistenza delle notizie propalate, le concentrazioni di truppe e di materiale bellico che l'Italia compiva nelle isole dell'Egeo. Questa campagna della stampa, pur basata su notizie assolutamente fantastiche, era giunta ad allarmare l'opinione pubblica ottomana fino al punto da far credere prossima una dichiarazione di guerra da parte dell'Italia. Le stesse sfere ufficiali sembravano inquiete.

Fu solo in seguito alla energica azione spiegata dal nostro Governo presso l'ambasciatore turco a Roma che la strana eccitazione poté essere gradatamente calmata e la situazione di tensione vivissima creata fra i due Paesi, superata. Ismet Pascià fece ampie dichiarazioni alla Dieta di Angora riaffermando che le voci sparse erano risultate assolutamente fantastiche e che nessun motivo esisteva perché fossero turbate le cordiali relazioni esistenti fra Italia e Turchia. L'Ambasciatore italiano presso il Governo turco, che era stato chiamato a Roma dall'on. Mussolini ritornò al suo posto e con quest'ultimo atto venne chiuso un periodo di agitazione che naturalmente non mancò di danneggiare la nostra penetrazione economica nell'Oriente Mediterraneo, e che meriterebbe di essere studiato per riconoscerne le cause occulte e le origini lontane.

Qualche causa di turbamento si ebbe anche con la Jugoslavia.

Si tratta in sostanza di incidenti di confine che rivestono però una certa gravità per il numero delle vittime che ebbero a causare. Essi furono provocati da membri di una associazione nazionalista croata, e furono rivolti contro i nostri doganieri di confine. Ancora una volta fu messa alla prova con buon esito la sincerità dei cordiali rapporti ufficiali coi nostri vicini. Il Governo serbo non mancò di deplorare l'accaduto, presentò sollecitamente le scuse dovute, e punì i colpevoli. Essendo sorti dei dubbi sulle responsabilità prime di provocazione, il Governo di Belgrado propose la costituzione di una Commissione mista di inchiesta, che fu accettata dal nostro Governo.

Anche in occasione della rivolta albanese, Roma e Belgrado si trovarono d'accordo nell'astenersi da ogni intromissione negli affari interni dell'Albania, cosicché la rivoluzione poté svilupparsi e compiersi senza che ne derivasse, ad onta delle fosche previsioni, di certa stampa continentale, alcuna complicazione. Per chi ricordi lo stato di tensione che fino a pochissimo tempo fa regnava fra l'Italia e la Jugoslavia, non può non essere ragione di profondo compiacimento, nazionale ed umano, il nuovo stato di cose raggiunto.

Le trattative dei periti italiani ed inglesi per la definizione delle ultime questioni rimaste sospese sulla cessione del Giuba sono state condotte con grande sollecitudine e l'accordo è stato raggiunto in modo soddisfacente su tutti i punti. Così si chiuse questa vertenza che si è, senza alcuna ragione, trascinata così a lungo.

Si riparla anche della questione della Convenzione di Tangeri. Come è noto l'Italia aveva inutilmente chiesto di partecipare alla Conferenza franco-inglese-spagnola che doveva elaborare i nuovi Statuti di Tangeri. Pare che ora l'Italia si rifiuti di riconoscere la Convenzione stipulata a sua esclusione e reclami alcune modifiche che le diano modo di tutelare più efficacemente i suoi interessi. La stampa inglese si esprime in senso favorevole, e la Spagna è notoriamente partigiana delle nostre richieste; il contegno della Francia non è ancora ben chiarito.

L'Italia ha partecipato in modo ampio ed autorevole ai lavori del Consiglio della Società delle Nazioni convocato a Ginevra.

Il nostro Paese era rappresentato dall'On. Salandra il quale non lasciò sfuggire nessuna occasione di valorizzare l'opera dell'Italia. Così mentre l'Alto Commissario Nansen elogiava i generosi soccorsi ricevuti dall'Ordine di Malta per i profughi Greci, l'On. Salandra non mancò di chiarire che i fondi di cui ebbe a disporre l'Ordine, provenivano dal Governo Italiano. Trattandosi del prestito internazionale per l'Ungheria, venne pubblicamente elogiata l'Italia come la prima Nazione che concorse a sottoscrivere il prestito stesso. Il rappresentante dell'Uruguay illustrò al Consiglio l'importanza della Conferenza internazionale dell'emigrazione tenuta a Roma per iniziativa italiana. Anche nei riguardi della nuova inchiesta sulle condizioni finanziarie dell'Austria, la partecipazione del rappresentante italiano fu ampia e notevole. Così la voce d'Italia ha suonato ancora autorevolmente in quell'aula dalla quale si era creduto di poterla cacciare, nel primo istante della corrucciata sorpresa provocata da un insolito atto di energia e di dignità.

Notevole interesse ha suscitato la visita del Reggente di Etiopia in forma ufficiale a Roma, Ras Tafari; accolto con gli onori sovrani, si trattenne parecchi giorni presentando a manifestazioni militari e navali tenute in suo onore e visitando stabilimenti industriali. Un accenno politico si ebbe a proposito il ritardo proposto dalla Francia nel risolvere una certa questione di concessioni nel porto di Gibuti. Bastò che Ras Tafari accennasse che non avrebbe respinto analoghe offerte da parte dell'Italia, perché la burocrazia francese facesse ufficialmente annunciare che le pratiche erano ormai portate a compimento.

Dalle Colonie giungono notizie di nuove fortunate operazioni militari. Una rapida e complessa manovra compiuta dalle nostre truppe in Cirenaica a sud di Bengasi sgombravano una larga zona di territorio infestato di ribelli. Gli avversari sono stati completamente sorpresi dalla nostra mossa e hanno lasciato sul terreno quasi duecento morti e hanno perduto oltre 1000 cammelli e 10.000 ovini, oltre una ingente quantità di tende e di materiale. Da parte nostra le perdite furono assai limitate.

*

Nella situazione finanziaria europea, la nota predominante è sempre data dai rapporti franco tedeschi. Le difficoltà insorte per la scadenza dei contratti con la «Micum» nella Ruhr non hanno ancora potuto essere definitivamente superate cosicché permane tutt'ora il pericolo di torbidi e di complicazioni; da parte degli industriali si riparla di una possibile serrata. Tuttavia si spera che gli sforzi concordati di tutti gli interessati riescano ad evitare nuove complicazioni per tutti dannose.

Si sono riuniti i Delegati incaricati di studiare i mezzi per attuare praticamente quella parte delle proposte dei Periti che contemplano la emissione dei cinque miliardi di obbligazioni che l'industria germanica è chiamata a versare in conto riparazioni. L'operazione presenta difficoltà tecniche evidentemente grandissime ma si spera di poterle felicemente superare.

Anche il Comitato di organizzazione delle Ferrovie tedesche ha ultimato la prima parte dei suoi lavori e si è aggiornato nella attesa che vengano compilati nuovi testi delle leggi e statuti ferroviari per renderli consoni alle prime decisioni del Comitato. Sulla questione delle Ferrovie si appunta specialmente la resistenza del Governo tedesco, ma poichè esse entrano come elemento essenziale del progetto dei Periti è prevedibile che tali resistenze saranno lasciate ca-

dere. Il bilancio tedesco per il 1924 quale è stato presentato al Reichstag contempla tanto in entrata che in uscita un importo di sei miliardi di marchi oro. Il relatore ha fatto però osservare che se la Germania non potesse prelevare i dazi e le imposte nelle regioni occupate, tutto il bilancio sarebbe sconvolto venendo in tal caso a mancare circa 800 milioni di entrate. Per gli obblighi del Trattato di pace sono stanziati 641 milioni, dei quali però 480 milioni dovranno essere procurati mediante cambiali in marchi rendita sul Tesoro.

In Germania si va riproducendo una condizione di depressione economica e di pessimismo finanziario. Si verifica una forte scarsità di capitali, dovuta in gran parte ai molti investimenti improduttivi che vennero fatti durante il panico dell'inflazione. Esistono grandi stock di merci che non possono essere esitate per difficoltà di pagamenti. Ciò reciprocamente restringe le fonti di credito. La Reichsbank ha approvato misure notevoli di restrizione nella concessione di crediti. L'interesse per crediti mensili sulla piazza di Berlino è salito da 1,75 % in febbraio a 4 % alla metà di maggio. Il consumo interno va riducendosi e l'esportazione è in contrazione. Anche l'agricoltura soggiace ad una grave crisi. Contribuiscono a creare una atmosfera di pessimismo anche la notizia che il Senato Americano ha respinto il progetto che proponeva un credito di 10 milioni di dollari per soccorrere la Germania, e il conflitto russo-tedesco per effetto del quale sono state sospese ordinazioni di merci per quantitativi notevoli.

La stampa russa segnala come importante risultato finanziario raggiunto dalle rigide misure di economia adottate, il bilancio preventivo luglio-settembre 1924 che si chiude a pareggio con un totale di 480 milioni di rubli; in esso i trasporti figurano attivi, mentre in tutti i bilanci passati erano fortemente passivi (40 milioni nel 1923). Si sostiene che la realizzazione del piano di bilancio sia raggiungibile senza alcuna emissione di Buoni del Tesoro e che il deficit dell'esercizio 1923-24 sarà coperto da emissione di monete di argento.

L'Austria ha sollevato alla Società delle Nazioni la questione della revisione dell'accordo 1922 secondo il quale il bilancio della repubblica dovrebbe stabilirsi in equilibrio sulla somma di 350 milioni di corone oro. Si chiede da fonte austriaca che si assicuri un bilancio normale di 523 milioni di entrate contro 520 milioni di uscite in corone oro. Dopo ampia discussione al Consiglio della Società delle Nazioni venne decisa una nuova inchiesta sulle condizioni attuali delle finanze austriache.

La Società delle Nazioni si è pure occupata della situazione dell'Ungheria e del prestito internazionale. Molto sintomatico è il rifiuto della Francia a partecipare a tale prestito, rifiuto motivato dalla necessità di una politica economica di raccoglimento. L'Italia ha sottoscritto, prima fra tutte le Nazioni, un milione e mezzo di sterline; questo atto è stato molto apprezzato in Ungheria. La situazione finanziaria si va risanando; la stampa dei biglietti di banca è terminata; la Banca Nazionale è stata regolarmente costituita. L'Alto Commissario delle Nazioni si è espresso in termini molto fiduciosi sulla ricostruzione ungherese.

Anche in Romania le condizioni finanziarie migliorano. Il bilancio presenta una notevole eccedenza attiva. Somme notevoli vengono al Tesoro per le nuove disposizioni sui terreni petroliferi.

La Polonia ha raggiunto la stabilizzazione della sua moneta. Il caro viveri è in diminuzione; la disoccupazione si va riducendo. Le entrate del Tesoro sono state di 34 milioni di zloti in maggio in confronto a 14 milioni del gennaio. Nel complesso sembra che il Paese si sia avviato decisamente al suo risollevarsi.

Energie misure finanziarie vengono annunciate dal nuovo governo albanese appena formatosi, il quale ha accennato ad un prestito internazionale che spera di ottenere coll'appoggio e l'aiuto dell'Italia.

*

La complessa situazione politica determinatasi in seguito all'assassinio dell'On. Matteotti, ha necessariamente ristretto la attività legislativa del Ministero. Tuttavia alcune interessanti manifestazioni a riflesso finanziario non sono mancate.

Va anzitutto ricordata l'esposizione finanziaria dell'On. De Stefani al Senato. Il Ministro ha ancora una volta riconfermato il realizzarsi delle favorevoli previsioni avanzate a suo tempo sulla situazione del bilancio. L'On. De Stefani riconfermò anche le previsioni per il bilancio 1924-25 ora in corso, e che il preventivo per l'esercizio 1925-26 sarà presentato al Parlamento nel prossimo gennaio e sarà in pareggio pur contemplando un primo fondo per la riduzione del debito fluttuante. Il Ministro elenca diversi indici di miglioramento. Gli investimenti nelle Società per Azioni sono in continuo crescendo e ammontano a tre o quattrocento milioni mensili. Il traffico ferroviario nel primo quadrimestre dell'anno è aumentato di 766.000 quintali in confronto al primo quadrimestre 1923 e di oltre 2 milioni di quintali rispetto al primo quadrimestre 1922. Anche il movimento delle navi nei porti nei primi quattro mesi dell'anno ha superato quello del corrispondente periodo 1923 di oltre 3.500.000 tonnellate di stazza netta, di 1.500.000 tonnellate di merce sbarcata e imbarcata e di 21.000 passeggeri. La bilancia commerciale prosegue a migliorare: nei primi cinque mesi l'eccedenza delle importazioni sulle esportazioni scese da 3171 milioni nel 1923 a 1922 milioni nel 1924. Aumentano i depositi presso tutte le Casse. I titoli dello Stato sono sempre meglio quotati. La valuta si è mantenuta resistentissima anche in momenti delicati. La parte più interessante dell'esposizione

dell'On. De Stefani fu però quella relativa all'ammortamento del debito fluttuante. Nei primi mesi dell'esercizio 1923-24 il debito a breve scadenza è diminuito di 4440 milioni e precisamente di: 2477 milioni di buoni ordinari, 1683 milioni di buoni triennali e quinquennali, 280 milioni di biglietti di Banca ritirati. Vi si contrappone però un aumento di 3053 milioni costituito da 2372 milioni di buoni novennali, da 400 milioni di Obbligazioni della Venezia già distribuite, e da 181 milioni per maggior credito della Cassa Depositi e Prestiti. Nei primi 11 mesi dell'esercizio in corso la diminuzione del debito risulta quindi di 1387 milioni che si riducono a 783 milioni tenendo conto della diminuzione di cassa.

Complessivamente, astruendo dal Consolidato d'anteguerra e dai prestiti nazionali di guerra, il debito interno ammonta attualmente a 36.966 milioni così risultanti: 22.476 milioni di Buoni del Tesoro ordinari, 11.530 milioni di buoni poliennali, 7484 milioni di circolazione bancaria per conto dello Stato, 2482 milioni di biglietti di Stato, 532 milioni di debito del Tesoro verso la Cassa Depositi e Prestiti. Questa parte del debito interno supera dunque l'importo dei prestiti nazionali di guerra che ammontano a 34 miliardi.

Preoccupato di questo stato di cose e delle possibili ripercussioni di una così vasta massa di debito fluttuante, il Governo si è deciso di affrontare risolutamente la situazione ed ha stabilito di procedere a un graduale ammortamento. A tale scopo viene autorizzata l'emissione di nuove obbligazioni destinate a provvedere al rimborso dei Buoni del Tesoro ordinari, triennali e quinquennali e alla graduale estinzione del debito da essi rappresentato. L'ammontare della prima emissione di tali obbligazioni è stabilito in 5 miliardi; essi frutteranno un interesse del 4,75 % al netto di ogni imposta o tassa e saranno ammortizzabili in 25 anni.

Questi nuovi titoli cominceranno subito ad essere emessi col 1° luglio. L'emissione avviene alla pari. Il provvedimento diretto a dare maggiore stabilità ed elasticità finanziaria allo Stato, ha raccolto l'approvazione degli ambienti finanziari. Esso tende a mettere infatti lo Stato al sicuro dalla pericolosa situazione che potrebbe delinearsi se, in seguito a perturbamenti interni od esteri, i portatori di titoli a breve scadenza di presentassero a chiedere il rimborso.

In seguito alla esposizione finanziaria del Ministro, il Senato approvò con 201 voti favorevoli contro 31 contrari la concessione dell'esercizio provvisorio dei bilanci.

Si ricorderà lo scalpore sollevato da due provvedimenti diversi presi dal Ministero degli Interni: alludiamo ai provvedimenti per le Opere Pie e per i Giuochi d'azzardo. Entrambi avevano sollevato ampie e vivaci opposizioni. Il Ministro degli Interni, con uno dei primi suoi atti, sospendeva l'applicazione dei due Decreti, riservandosi di riprenderli in esame. E' opinione generale che essi saranno abbandonati. Tutte le pratiche già iniziate per la concessione di case di gioco sono state nettamente troncate.

Un altro Decreto che aveva sollevato le più vivaci proteste negli ambienti interessati era stato quello sui canoni delle acque pubbliche. Enti tecnici ed agricoli si erano trovati concordi nel chiedere la revoca e la riforma del Decreto. Si annuncia infatti ufficialmente che esso sarebbe stato sospeso; probabilmente verrà completamente rivisto e modificato.

*

Mercato borsistico nervoso ed incerto ma con prevalenza di una tendenza pesante su fondo in complesso molto resistente. Hanno contribuito a creare questa condizione di cose due fattori principali. L'ottimismo dei mercati perdurante da tempo aveva aiutato oltre i limiti della prudenza la speculazione al rialzo. D'altra parte gli avvenimenti politici a cui abbiamo ampiamente accennato hanno avuto un riflesso naturale di nervosismo negli ambienti borsistici creando un periodo di incertezza. E' confortante tuttavia constatare come si tratti di fenomeno transitorio e per così dire superficiale poichè nel suo complesso la quota generale pur subendo oscillazioni brusche ed anche ampie ha dimostrato una spiccata tendenza a riprendere l'equilibrio su posizioni poco inferiori a quelle raggiunte precedentemente. La traiettoria dei diversi titoli segue, si può dire, uniformemente quella generale del mercato.

Ben tenuti i titoli di Stato i quali resistono vittoriosamente alla bufera politica retrocedendo lentamente di circa un punto nel mese: segno della permanente fiducia generale nella stabilità della cosa pubblica.

Più influenzati i titoli bancari per i quali fu più forte il regresso, sebbene in chiusura si delinei una tendenza a una benefica ripresa. Le Banche d'Italia da 1920 all'inizio del mese scendono gradatamente fino a 1680 per riprendere a 1705. Le Credito meglio sostenute da 990 ripiegano a 880. Agitatissime le Commerciali che da 1490 balzano a 1605 per declinare successivamente a 1400.

I valori dei Trasporti in graduale regresso durante il mese, riprendono assai bene alla fine.

Molto attivo e movimentato il comparto dei tessili il quale dopo un primo periodo di favore subisce una depressione violenta e quasi improvvisa che supera però con energica ripresa. Come risultato del mese permane un indietroggiamento di tutta la quota. Meglio resistenti i valori metallurgici e minerari, attivamente trattati e che si sottraggono almeno in parte all'andamento generale.

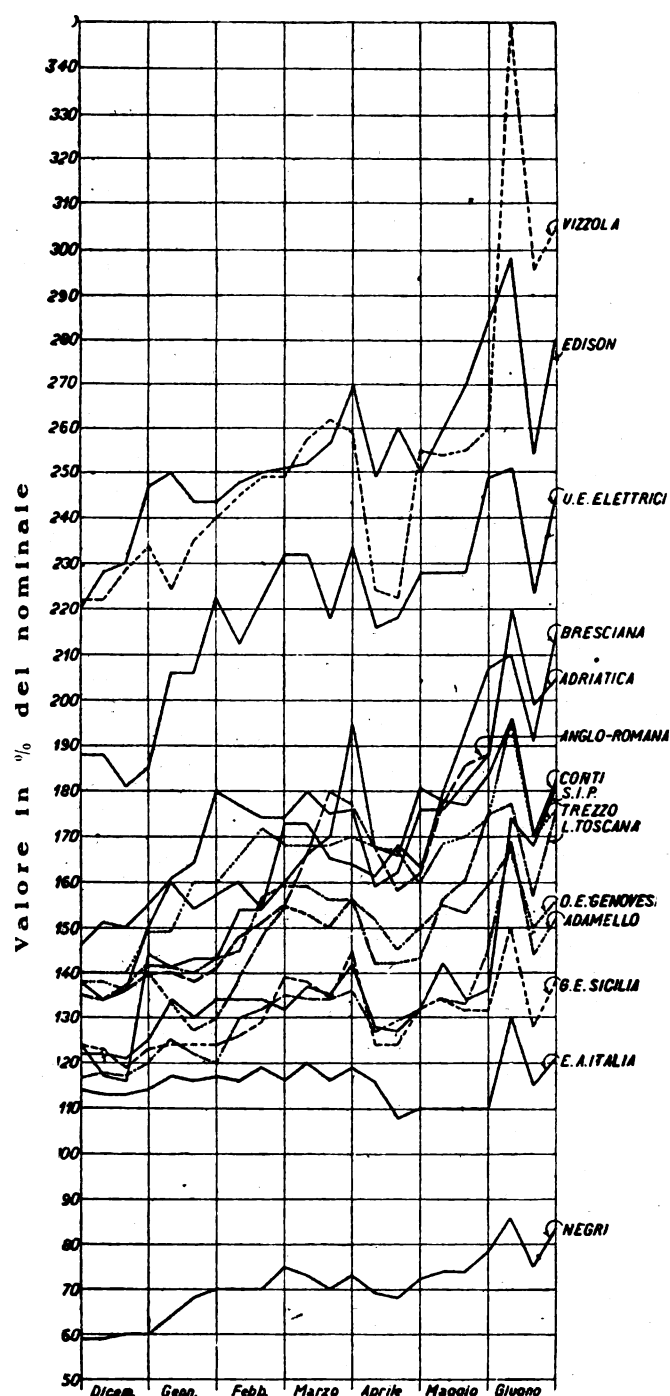
Pesanti, ma in ripresa, gli alimentari e i titoli d'esportazione. Per i titoli elettrici riportiamo il solito specchietto delle variazioni per decadi; come si vede essa riproduce l'andamento generale del mercato che abbiamo segnalato.

Variazioni dei Titoli Elettrici nel giugno 1924.

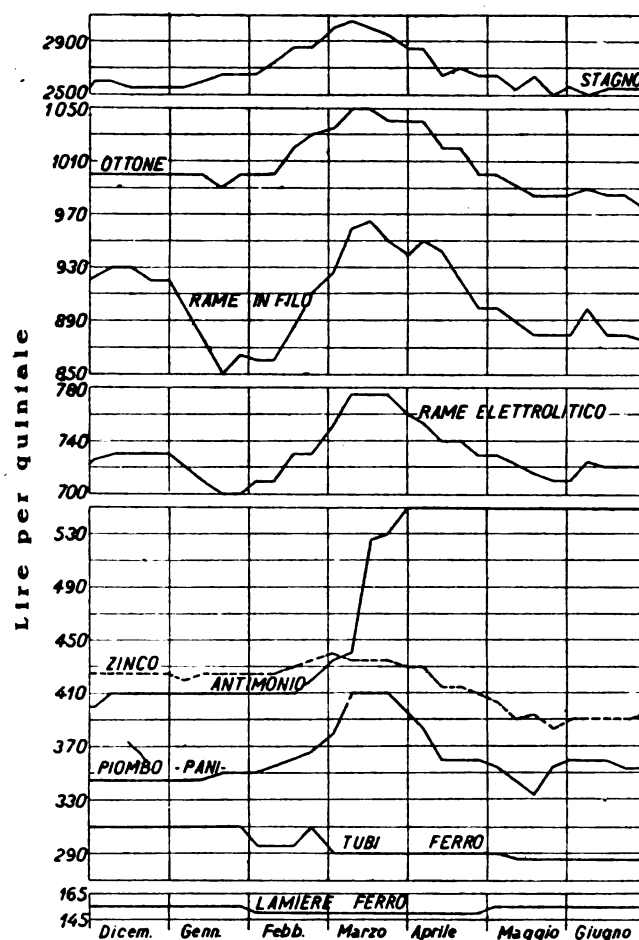
| | Valore nominale | I decade | II decade | III decade |
|--|--------------------|-------------|--------------|---------------|
| Edison | 300 | 895 | 765 | 830 |
| Conti | 250 | 495 | 439 | 460 |
| Vizzola | 500 | 1775 | 1480 | 1648 |
| Brescia | 100 | 210 | 191 | 220 |
| Adamello | 200 | 338 | 288 | 312 |
| Unione Esercizi Elettrici | 50 | 126 | 112 | 122 |
| Elettrica Alta Italia | 250 | 324 | 288 | 301 |
| Officine Elettriche Genovesi | 250 | 421 | 377 | 389 |
| Adriatica | 100 | 220 | 199 | 203 |
| Negri | 100 | 173 | 151 | 168 |
| Ligure Toscana | 200 | 355 | 315 | 351 |
| Generale Elettr. della Sicilia | 100 | 150 | 128 | 141 |
| Elettrica Brioschi | 250 | 410 | 390 | 390 |
| Emiliana Esercizi Elettrici | 35 | 59 | 50 | 56 |
| Idroelettrica Trezzo | 250 | 490 | 440 | 440 |
| Elettrica Valdarno | 100 | 155 | 129 | 140 |
| Tecnomasio | 100 | 170 | 160 | 160 |
| Terni | 400 | 730 | 610 | 640 |

* *

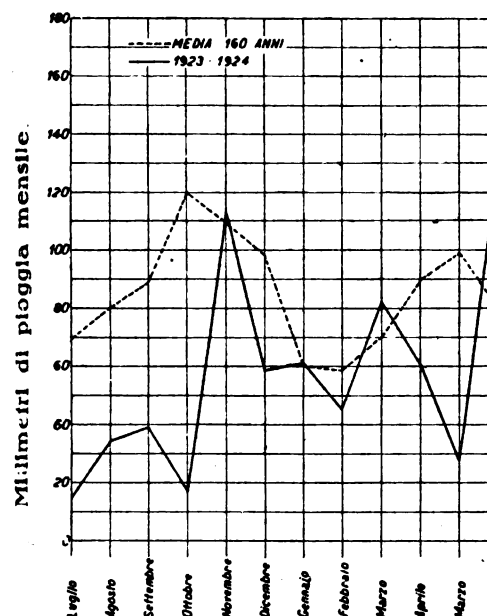
Titoli delle principali Società Elettriche (Riassunto semestrale)



METALLI (Riassunto semestrale)



Dati pluviometrici mensili per la Città di Milano (Riassunto annuale)



Elenco dei Fabbricanti in Italia di macchinario e materiale elettrico

L'Ufficio Centrale sta preparando la 3ª edizione dell'elenco, del quale pervengono continue richieste da parte di Ministeri, Enti pubblici, Camere di Commercio, Consolati, ecc. E' quindi interesse di tutte le Ditte Costruttrici in Italia di essere incluse in questa vera Guida dell'industria elettrotecnica nazionale.

Gli interessati sono pregati di rivolgersi direttamente all'Ufficio Centrale - Via S. Paolo, 10 - Milano (3)

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN-PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Dopo la "World Power Conference",

Ci eravamo ripromessi, recandoci a Londra per la World Power Conference di dare poi di essa, ai nostri lettori un ampio resoconto tecnico, analogamente a quanto facemmo dopo la Conferenza di Parigi dello scorso autunno, sulle reti ad alta tensione. Purtroppo, invece, il modo con cui la Conferenza di Londra si è svolta, rende assai arduo e praticamente superfluo il nostro lavoro di « reportage ».

L'intenzione degli organizzatori di procedere ad una grande rassegna della energia mondiale, nel quadro della British Empire Exhibition di Wembley, superba affermazione della potenza britannica, può dirsi senza dubbio raggiunto.

Le più che trecento memorie e relazioni raccolte da ogni parte del mondo, rappresentano una somma di lavoro veramente imponente, e quando saranno riunite e ordinate nei tre grossi volumi che formeranno le « Transactions » della Conferenza, costituiranno un interessantissimo quadro delle risorse mondiali dell'energia e dello stadio odierno della loro utilizzazione e saranno senza dubbio una fonte preziosa di dati e di notizie per gli studi futuri.

Non mancheremo di pubblicare anche noi un indice della preziosa raccolta, riproducendo per esteso le relazioni presentate dai nostri connazionali e riassumendo quelle che più riporteremo interessanti per i nostri lettori.

Ma come conferenza, vale a dire come convegno di tecnici autorizzati di ogni parte del mondo, riunitisi per discutere i problemi fondamentali inerenti alla utilizzazione delle energie naturali, ci sia lecito dire che la W.P.C. non ha completamente raggiunto il suo scopo. Fu questa in un certo senso una conseguenza inevitabile dello stesso successo dell'iniziativa. L'enorme massa delle memorie raccolte, il numero stragrande dei congressisti accorsi a Londra, hanno reso particolarmente arduo il compito degli organizzatori, ed è doveroso riconoscere che, in simili condizioni ben difficilmente si sarebbe potuto fare in modo diverso. Così è accaduto che la quasi totalità del tempo, nelle numerose sedute, fu impiegata dai relatori a riassumere più o meno brevemente il testo, già stampato, delle rispettive relazioni. Il fatto che il testo della maggior parte delle memorie potè essere distribuito solo a Conferenza iniziata; la mancanza degli annunciati interpreti e di una doppia lingua ufficiale — che noi riteniamo indispensabile in simili riunioni internazionali — l'ordine non sempre logico col quale, anche per l'assenza di molti relatori, furono svolte le diverse relazioni e soprattutto la ristrettezza del tempo hanno ridotto ai minimi termini quelle discussioni tecniche che avrebbero dovuto costituire la parte principale della riunione.

Il solo lavoro, diremo così collegiale, della conferenza si ridusse nella seduta plenaria di chiusura, all'approvazione senza discussione di alcuni ordini del giorno che riportiamo più avanti insieme con qualche notizia che può particolarmente interessare i nostri lettori.

Per quanto fra le quinte si sia accennato alla possibilità di tenere la seconda Conferenza mondiale dell'energia a Roma, nel 1927, è forse oggi prematuro affermare che l'iniziativa debba avere un seguito. Ma, se così fosse, sarà assolutamente necessario che le future conferenze siano organizzate con diversi criteri e secondo quelle direttive che, appena adombrate nel memorandum approvato dall'assemblea, furono particolarmente sostenute, in seno al Comitato organizzatore, dalla Delegazione italiana: solo così dall'adunata di tante persone dalle più lontane parti del globo — la quale importa essa pure un notevole dispendio di energie — sarà possibile ricavare tutti quei buoni frutti diretti che è logico aspettarsene, indipendentemente dall'utilità indiretta, avutasi senza dubbio anche a

Londra, derivante dall'intrecciarsi di tante antiche e nuove conoscenze fra tecnici e studiosi di ogni parte del mondo.

I problemi dell'illuminazione ed il prossimo Congresso alla Spezia.

Abbiamo accennato in una precedente nota alla vastità ed importanza degli argomenti che formeranno materia della XXIX Riunione Annuale da tenersi nel prossimo settembre alla Spezia. In un breve scritto che pubblichiamo più avanti, l'Ing. CARLO CLERICI illustra la portata economica dei problemi inerenti allo sviluppo della illuminazione elettrica, mostrando come si sia ancora oggi, in tale campo, assai lontani dalla saturazione e come ogni ulteriore aumento degli impianti di illuminazione purchè razionalmente fatto, si traduca in un notevole beneficio generale per la collettività oltre che in un utile diretto per l'industria elettrica.

La nota dell'Ing. Clerici potrà dare molti interessanti spunti alle discussioni nelle sedute del Congresso; intanto mentre sono in preparazione pel prossimo numero alcune memorie al Congresso destinate, rinnoviamo il più insistente invito a tutti i Colleghi che hanno annunciato relazioni e comunicazioni perchè vogliano senza ulteriore indugio trasmettere il testo.

Norme per gli impianti di bordo.

Un nuovo notevole passo si compie, in quel lavoro di normalizzazione che costituisce senza dubbio uno dei compiti più tipici della nostra Associazione. Delle « Norme di bordo » si è più volte parlato in addietro ed anche sul nostro giornale furono pubblicate lettere ed osservazioni ad un antico schema di Norme che era rimasto senza seguito. L'Ing. Del Buono, nell'ultimo periodo della sua presidenza riprese la questione affidandola ad una speciale nuova Commissione, la quale, sotto la vigile e fattiva presidenza dell'Ing. G. REBORA, potè rapidamente elaborare il nuovo Schema di Norme che oggi si pubblica e sul quale richiamiamo l'attenzione di tutti colleghi particolarmente competenti.

Infatti, secondo la procedura generale che fu delineata nel Consiglio Generale tenutosi a Bologna lo scorso marzo e che verrà senza dubbio prossimamente confermata e sanzionata, sarà fatto tempo tre mesi a tutti coloro che intendono avanzare osservazioni allo schema di norme oggi pubblicato.

Tutte le osservazioni, inviate direttamente all'Ufficio Centrale o all'Elettrotecnica saranno quindi raccolte, vagliate dalla Commissione compilatrice delle Norme, la quale renderà noti i ritocchi e le modificazioni eventualmente apportati al testo odierno. Dopo di che il testo stesso diventerà definitivo (salvo naturalmente l'ordinaria periodica revisione) con la ratifica del Consiglio Generale.

LA REDAZIONE.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

□ L'ILLUMINAZIONE NELL'INDUSTRIA ELETTRICA □ □ □ □ □ □

CARLO CLERICI

I tre elementi dell'industria che sono interessati nella distribuzione della luce.

Per fornire la luce elettrica alla maggior parte dei consumatori è necessaria la stretta cooperazione di tre parti distinte dell'industria elettrica.

Una parte fornisce l'energia elettrica consumata nella produzione della luce; una parte fornisce il macchinario e gli apparecchi per generare, distribuire, utilizzare queste energie, mentre la terza parte vende ed installa questi apparecchi. Queste 3 parti sono rispettivamente le Società di distribuzione, i costruttori di macchinario ed apparecchi elettrici, gli installatori, grossisti, rivenditori di materiali elettrici.

Negli Stati Uniti una metà circa dell'introito totale delle Società di distribuzione proviene dalla vendita dell'energia per scopo d'illuminazione, mentre in Italia siamo lontani da tale proporzione. Considerando la differenza delle tariffe tra l'energia fornita a scopo forza e quella fornita a scopo luce, appare evidente come sia interesse della Società di distribuzione di sviluppare al massimo le forniture di energia per luce. Circa un quarto dell'introito dei costruttori di macchinario ed apparecchi elettrici necessari per fornire al pubblico luce elettrica ed energia a scopo di forza, proviene direttamente o indirettamente dall'energia fornita per scopo luce.

Praticamente due terzi degli affari dei rivenditori ed installatori proviene da apparecchi per illuminazione e la maggior parte dell'introito degli installatori proviene dall'impianto di tali apparecchi.

Come un cambiamento nella richiesta per l'illuminazione può influenzare ognuna di queste 3 parti.

Lo sviluppo degli affari riguardanti l'illuminazione per quanto riguarda ognuna delle suddette 3 parti dell'industria elettrica ha subito un incremento continuo e continuerà ad aumentare con una diffusione maggiore dell'illuminazione elettrica. Ciò non pertanto i cambiamenti nella richiesta di energia a scopo luce non influenzeranno queste 3 parti nella stessa misura.

Consideriamo un caso estremo, cioè che cosa accadrebbe se nel futuro si giungesse ad un punto in cui la domanda di energia a scopo luce dovesse cessare di aumentare e rimanesse ferma ad un dato valore e che, inoltre non vi fosse ulteriore ampliamento o miglioramenti negli impianti luce.

In tali condizioni teoriche il consumo di energia per la produzione di luce aumenterebbe leggermente nell'anno immediatamente successivo a quello di saturazione, ed in seguito rimarrebbe stazionario, tale valore sarebbe leggermente superiore a quello corrispondente all'anno in cui cessò ogni aumento nella richiesta di energia per luce. Questo naturalmente nell'ipotesi ove le tariffe dell'energia rimanessero immutate.

In queste stesse condizioni la vendita di macchinario ed apparecchi elettrici destinati ad estensione e miglioramento per l'illuminazione (dagli alternatori alle lampadine) cesserebbe interamente e rimarrebbe solo la richiesta per macchinario ed apparecchi destinati a sostituire quelli che mano a mano vengono posti fuori servizio. La quantità media di macchine ed apparecchi che si dovrebbero annualmente fornire per effettuare tali sostituzioni dipenderebbe dal quantitativo totale di macchinario ed apparecchi che furono installati durante il periodo immediatamente precedente corrispondente alla durata media di tali macchine ed apparecchi. Per rendersi conto di ciò assumiamo come unità un dato tipo di apparecchio il quale si supponga che abbia una durata utile di 20 anni. Ammettiamo che alla fine di un dato anno non vi sia ulteriore richiesta per un aumento o miglioramento nella vendita degli apparecchi d'illuminazione in uso, ma che gli apparecchi sieno mantenuti a partire di tale anno senza alcuna modifica, cioè allo stato di perfezione allora raggiunto. Le richieste come detto, si limiteranno allora a quella corrispondente alla sostituzione degli apparecchi fuori uso.

Se tutti gli apparecchi durano esattamente 20 anni e se non vi sarà più un aumento nella richiesta, come ammesso,

la richiesta totale sarà in ogni anno eguale a quella dell'anno corrispondente al ventennio antecedente. Così ad esempio nel 1915 si sarebbero dovuti rinnovare tutti gli apparecchi installati nel 1896 e così via. La richiesta per gli apparecchi di rimpiazzamento si ripeterebbe perciò ciclicamente, riproducendo periodicamente la richiesta del ventennio precedente ed avrebbe perciò lo stesso valore medio ogni ventennio.

Praticamente, benché la durata media sia ancora di 20 anni si riscontrerebbero differenze notevoli nella durata dei singoli apparecchi pur appartenenti alle stesse categorie. Ad esempio molti apparecchi installati nel 1895 saranno stati rimpiazzati nel 1910, altri nel 1911; alcuni saranno ancora in servizio nel 1925.

Come risultato di queste variazioni nella durata, la domanda per il rinnovamento non riprodurrebbe le fluttuazioni della primitiva richiesta, ma assumerebbe un valor medio, determinato sopra.

Nel determinare la quantità d'apparecchi che debbono essere forniti per il rinnovamento è possibile prevedere come la richiesta di apparecchi d'illuminazione verrebbe ad essere influenzata se le domande per illuminazione dovessero cessare di aumentare.

In queste analisi la lampada elettrica verrà considerata a parte, giacché essa costituisce da sé un elemento molto importante e perché la sua durata media è inferiore a quella degli altri apparecchi d'illuminazione.

La durata media di una lampada è grossolanamente di 1 anno conseguentemente se non vi fossero aumenti o miglioramenti negli impianti d'illuminazione la richiesta di lampade elettriche dovrebbe continuare sino a raggiungere circa il 95 per cento del valore raggiunto nell'anno in cui vi fu l'ultimo aumento nella richiesta.

Risulta inoltre che presentemente circa l'80% delle lampade sono destinate a rimpiazzare le lampade messe fuori uso e solo il 20 % è destinato a nuovi impianti.

La vita degli apparecchi d'illuminazione di relativa lunga durata, può essere in media di circa 15 anni. Da un esame dello sviluppo degli affari nel campo dell'illuminazione sembra probabile che negli scorsi 15 anni la richiesta di apparecchi di lunga durata è stata circa il 70 % di quello che è stata ultimamente, se per ciò non si dovessero più oltre concludere nuovi affari, ma ridursi al solo rimpiazzamento di apparecchi a mano a mano che vanno fuori uso, è probabile che la richiesta scenderebbe al 70 % del valore odierno, giacché questo sarebbe il valore degli apparecchi vecchi tolti dal servizio.

Pel caso di apparecchi d'illuminazione, lampade eccettuate, circa il 40 % della richiesta proviene dal rimpiazzamento di vecchi apparecchi e il 60 % da nuova richiesta, questa percentuale essendo determinata dal modo con cui la richiesta è aumentata durante il periodo che rappresenta la durata media di tale apparecchio.

Il valore dei macchinari ed apparecchi destinati all'illuminazione costituisce circa il 20-30 % del valore totale della produzione dei costruttori, i cui stabilimenti costruiscono in parte apparecchi e macchine per l'illuminazione, lampade eccettuate. Quindi in base a quanto premesso un arresto nella richiesta di nuove installazioni luce, ridurrebbe la produzione di tali costruttori dal 14 al 20 %. Alcuni costruttori saranno influenzati da una percentuale maggiore ed altri da una percentuale minore, a secondo della vita media del genere di apparecchi da essi costruiti, e della percentuale della loro produzione totale che è destinata all'illuminazione.

Nelle stesse condizioni qui supposte un arresto nell'aumento di richieste nell'illuminazione ridurrebbe gli affari nel ramo illuminazione degli installatori, rivenditori e grossisti dal 30 al 40 % il che indicherebbe una diminuzione del 25 % dei loro affari totali.

In conclusione, quelle parti dell'industria elettrica che costruiscono macchine ed apparecchi di lunga durata, sarebbero danneggiati in gran misura da un arresto nelle richieste di nuovi impianti o di estensioni nell'illuminazione e maggiormente delle Società di distribuzione o dei costruttori di lampade, ma non in misura così grande come gli installatori e rivenditori. Tuttavia gli affari delle Società di distribuzione e dei costruttori di lampade dipendono grandemente dalla quantità totale di apparecchi d'illuminazione in uso, cosicché essi hanno un grande interesse in un aumento continuo nell'impianto di tali apparecchi. Un'analisi più dettagliata di questo argomento implicherebbe la considerazione di possibili cambiamenti nella durata effettiva del servizio degli apparecchi. La durata utile della maggior parte degli apparecchi necessari per fornire la

luce (come alternatori, trasformatori, materiale d'installazione) non è influenzata grandemente dalla quantità di energia che per mezzo di essi viene trasmessa. La durata evidentemente dipende molto dal tipo, dal modo di costruzione, installazione, manutenzione. Le condutture di un fabbricato possono durare tanto quanto il fabbricato stesso, indipendentemente dalla quantità di energia elettrica usata. La lampada invece costituisce la sola parte degli apparecchi, il cui consumo dipende dal numero di ore di funzionamento.

La durata utile della maggior parte delle macchine ed apparecchi d'illuminazione aumenta probabilmente per i perfezionamenti introdotti sia nel calcolo che nel progetto, costruzione e manutenzione.

Tale aumento di durata può essere ottenuto senza sacrificare il rendimento. Al contrario nel caso della lampada elettrica un alto rendimento ed una lunga durata sono fattori incompatibili. Si deve tener conto del costo della lampada e del costo dell'energia nella produzione della luce. Un'analisi nel costo della produzione dell'illuminazione, indica che i miglioramenti delle lampade debbono essere rivolti a migliorare il rendimento, piuttosto che la durata.

Da quanto sopra risulta che se quelle industrie dell'elettrotecnica che presentemente costruiscono macchine ed apparecchi di lunga durata in quantità molto superiore alla richiesta per il rinnovamento di vecchi apparecchi debbono lavorare in pieno per fornire macchine e apparecchi d'illuminazione, la richiesta per luce deve continuare a crescere con continuità sino a tanto che la quantità totale di apparecchi in servizio diviene così grande che il solo rimpiazzamento degli apparecchi che a mano a mano vanno fuori uso, diviene tale da assorbire tutta la produzione.

All'uopo la Società di distribuzione e i fabbricanti di lampade debbono far sì che la loro produzione sia in continuo aumento per molti anni sino a tanto che la produzione degli apparecchi aventi lunga durata abbia raggiunto un dato valore definito se tale valore debba essere mantenuto senza ulteriori aumenti né diminuzioni.

Naturalmente se la vendita degli apparecchi di lunga durata deve continuare a crescere è necessario che lo sviluppo degli affari delle Società di distribuzione per quanto riguarda l'energia fornita a scopo di luce e che lo sviluppo nella fabbricazione delle lampade continuino in una misura ancor più rapida che se lo sviluppo degli affari, degli apparecchi a lunga durata rimanesse stazionario.

Conseguentemente ogni programma che contempli la produzione di macchine ed apparecchi necessari per l'illuminazione (dagli alternatori ai portalampe) in una misura maggiore a quella occorrente per il rimpiazzamento delle macchine ed apparecchi che vanno fuori servizio, deve contemplare anche la necessità di fornire energia e lampade in quantità ognor crescenti.

I distributori d'energia, gli installatori ed i costruttori di macchine ed apparecchi di lunga durata destinati all'illuminazione, che sono interessati direttamente dal valore della nuova richiesta annuale di luce, debbono interessarsi in modo particolare negli sforzi che noi facciamo per stimolare lo sviluppo dell'illuminazione. Anche se molti di essi non sono a diretto contatto col consumatore, come lo sono le Società di distribuzione essi debbono rendersi conto dell'importanza che ha sui loro affari la quantità di luce richiesta dal consumatore.

Il bisogno del pubblico per una maggiore e migliore illuminazione.

E' bene per tutta l'industria elettrotecnica che il pubblico possa facilmente usare con suo grande vantaggio una quantità di luce parecchie volte superiore a quella usata presentemente. Gli interessi del pubblico e quelli dell'industria elettrica sono identici in quanto possono entrambi avere migliore profitto da un aumento generale nell'uso della luce.

Nel campo scientifico in questi ultimi anni si sono constatati i vantaggi immensi che dà una buona illuminazione. Conseguentemente ci si è reso conto che le opportunità per rendere un prezioso servizio al pubblico e nello stesso tempo creare lavoro per l'industria sono molto maggiori di quanto non ci si fosse immaginati. Noi siamo oggi pur lontani dal punto di saturazione nel campo dell'illuminazione di quanto non lo fossimo venti anni or sono.

Esperienze accurate hanno dimostrato che maggiori intensità di illuminazione artificiale, quando sieno applicate con criteri razionali facilitano il lavoro manuale nelle Officine con

conseguente aumento nella produzione, riduzione degli scarti e degli infortuni.

Il costo dell'illuminazione per ottenere tali risultati non è che una frazione dei reali benefici che il consumatore ritrae.

Le nostre abitazioni sono illuminate con intensità che sono la metà di quello che dovrebbero essere e ciò non solo riguardo alla quantità di luce, ma anche riguardo al modo con cui la luce è usata per ottenere effetti gradevoli.

Il valore di una buona illuminazione stradale come mezzo per prevenire investimenti ed infortuni nel traffico e pure per rendere più difficile delitti, furti, rapine, giustifica pienamente un aumento nell'illuminazione.

Nel campo commerciale il valore di una buona illuminazione come mezzo per creare un ambiente piacevole e come mezzo per esporre le merci con effetto attraente può essere facilmente dimostrato, e comincia ad essere intuito dal pubblico. Alcune prove hanno dimostrato che una vetrina illuminata bene e razionalmente attira l'attenzione dei passanti più che la stessa vetrina male illuminata.

L'industria può beneficiare il pubblico ed in pari tempo guadagnare diffondendo ed incoraggiando l'adozione di una migliore illuminazione.

Non vi è dubbio che l'industria elettrica può dare al pubblico un servizio molto migliore nel campo dell'illuminazione di quanto non lo dia ora. Ma è ovvio d'altra parte che sino a tanto che il pubblico non riconosce ed approva il valore di tale servizio e non lo mette in pratica, né il pubblico né l'industria potranno avere dei benefici.

La facilità colla quale un consumatore di luce può essere convinto del valore di una buona illuminazione quando gli effetti dell'illuminazione gli sieno praticamente dimostrati e i vantaggi gli sieno fatti constatare, è stata una vera rivelazione per coloro che hanno cercato di vendere la luce piuttosto che vendere solamente energia, lampade, riflettori usati per ottenere la luce. Il fotometro portatile ossia il luxmetro col quale si può misurare colla massima facilità e celerità l'intensità dell'illuminazione, permette di impostare la vendita dell'illuminazione su basi solide e scientificamente perchè pone il venditore ed il consumatore in condizioni di discutere l'illuminazione con dati di fatto. Molto è stato fatto per facilitare in ogni modo il consumatore nel risolvere i problemi d'illuminazione e per determinare l'esatta quantità di luce che occorre per ottenere il miglior risultato.

Ciò ci fa ritenere che si potrebbero ottenere grandi risultati se tutta l'industria si unisse in uno sforzo comune per diffondere tra il pubblico i concetti sopra accennati. Questo si deve fare come opera di carattere nazionale che darà vantaggi a tutti; servizio per il pubblico, lavoro all'industria e quindi per la nazione. Lampade, riflettori, conduttori, materiale d'installazione, contatori, trasformatori, quadri di distribuzione, alternatori, turbine, ecc., sono gli anelli della catena che rende possibile una migliore illuminazione.

Una volta che la richiesta per una maggiore e migliore luce è creata, gli affari rappresentanti da ogni anello della catena sono ineluttabilmente destinati a prosperare.

L'industria elettrica può far molto nel prospettare al pubblico i vantaggi di una buona illuminazione.

1) Coll'illuminare i propri locali razionalmente e ciò per propria diretta utilità e come esempio agli altri.

2) Coll'usare e diffondere tutte le informazioni e i dati i quali dimostrino come i vantaggi di una buona illuminazione compensano le spese inerenti ad esse.

3) Prendendo occasione di ogni opportunità per richiamare l'attenzione su questo argomento attraverso le scuole, le associazioni, organizzazioni, reclames, e nei contatti commerciali quotidiani.

4) Coll'appoggiare ogni sforzo ben organizzato delle industrie ed associazioni elettriche per dimostrare al pubblico una giusta valutazione di una buona illuminazione.

Una campagna ben organizzata per dimostrare il valore di una buona illuminazione è destinata a dare un vero servizio alla nazione, e contribuisce materialmente allo sviluppo di tutta l'industria elettrica in ogni sua applicazione.

L'elenco dei Soci vitalizi o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.

□ UN METODO PER LA RAPPRESENTAZIONE ANALITICA SOTTO FORMA FINITA DELLE FUNZIONI PERIODICHE POLIGONALI O COMUNQUE IRREGOLARI

LETTERIO LABOCETTA

(Contin. e fine, v. N. 20)

V.

Smorzamento

39. Detta $P\left(c Fr \frac{x}{c}\right)$ una funzione poligonale periodica

qualsiasi il cui periodo è c si procede con essa allo stesso modo come con una funzione periodica ordinaria per produrre la variazione continua, sempre nello stesso senso, del valore dell'ampiezza o del periodo, o di entrambe queste due caratteristiche ad un tempo.

Per produrre la variazione continua, sempre nello stesso senso, dell'ampiezza si ricorre all'uso di un fattore $\Phi(x)$ che applicato ai valori della funzione

$$(136) \quad y = \Phi(x) P\left(c Fr \frac{x}{c}\right)$$

ne produce lo smorzamento o l'amplificazione, secondo che esso è una funzione crescente o decrescente della x .

Per produrre la variazione continua, sempre nello stesso senso, del periodo si sostituisce alla x una funzione $\Psi(x)$ scrivendo

$$(137) \quad y = P\left(c Fr \frac{\Psi(x)}{c}\right)$$

e si ha uno smorzamento se la funzione $\Psi(x)$ è a derivata sempre crescente ed invece una amplificazione del periodo se la derivata di $\Psi(x)$ è sempre decrescente.

Volendo avere contemporaneamente la variazione dell'ampiezza e del periodo si applicano contemporaneamente i due procedimenti esposti scrivendo

$$(138) \quad y = \Phi(x) P\left(c Fr \frac{\Psi(x)}{c}\right)$$

Che se poi la variazione, dell'ampiezza o del periodo, invece di esser continua e sempre nello stesso senso, debba anch'essa esser periodica con un periodo proprio C diverso da quello c della funzione primitiva, si useranno come fattore di smorzamento e per la sostituzione della variabile due funzioni $\Phi\left(C Fr \frac{x}{C}\right)$ e $\Psi\left(C Fr \frac{x}{C}\right)$ anch'esse periodiche col periodo C e scrivendo

$$(139) \quad y = \Phi\left(C Fr \frac{x}{C}\right) P c Fr \frac{1}{c} \left(\Psi C Fr \frac{x}{C}\right)$$

si ha l'espressione più generale della poligonale primitiva di periodo c trasformata in modo che i valori della sua ampiezza e del suo periodo varino periodicamente secondo un nuovo periodo C .

Non occorre insistere su questi metodi di smorzamento che, sostanzialmente, sono identici a quelli in uso per lo smorzamento continuo delle funzioni periodiche ordinarie. Conviene piuttosto accennare, almeno brevemente, ad alcune forme discontinue di smorzamento od amplificazione dell'ampiezza o del periodo, o dell'una e dell'altro insieme, che sono proprie di quelle categorie di funzioni discontinue che formano oggetto del presente scritto.

40. *Smorzamento dell'ampiezza.* — Quando si vuole che il fattore di smorzamento vari solo nel passare da un periodo ad un altro, ma resti costante per tutto l'intervallo di ciascun periodo, che supponiamo abbia il valore c , bisogna adoperare invece delle funzioni crescenti e decrescenti (136) (137) o periodiche (138) continue ordinariamente usate, le corrispondenti funzioni a « salti » che si ottengono da esse ponendo

$$(140) \quad c I \frac{x}{c}$$

in luogo di x .

Operando questa trasformazione nei fattori della (136) e della (137) supponendo che le funzioni crescente e decrescente e periodica della x siano

$$A^{+kx} \quad A^{-kx} \quad A \sin^* \pi \frac{x}{C}$$

e come funzione poligonale si sia presa la (2), si ottengono per esempio le tre equazioni

$$(141) \quad y = A^{+kx} I \frac{x}{c} (-1)^I \frac{x}{c}$$

$$(142) \quad y = A^{-kx} I \frac{x}{c} (-1)^I \frac{x}{c}$$

$$(143) \quad y = A \sin^* \pi \frac{c}{C} I \frac{x}{c} (-1)^I \frac{x}{c}$$

che rappresentano i tre diagrammi delle figure 37, 38, 39 nelle quali le curve con linee a trattini indicano lo smorzamento continuo.

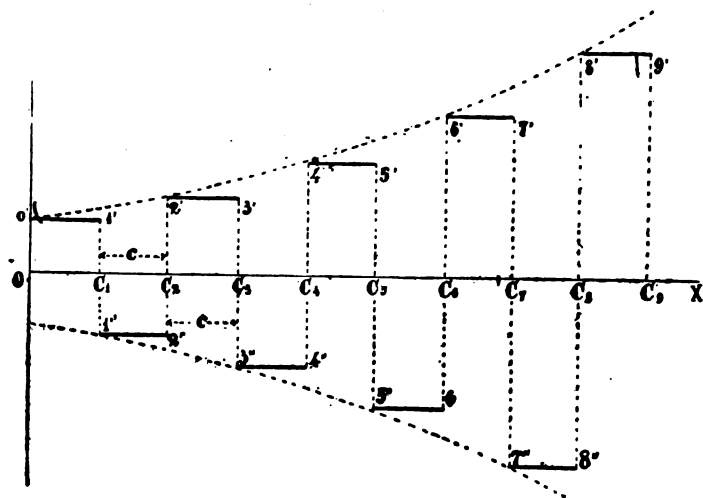


Fig. 37.

41. *Smorzamento del periodo.* — Per avere lo smorzamento discontinuo del periodo senza che perciò venga alterata l'ampiezza, si opera direttamente sulla funzione poligonale primitiva $P\left(c Fr \frac{x}{c}\right)$ ponendo in essa, in luogo di $Fr \frac{x}{c}$ che è una funzione periodica lineare della variabile col periodo costante c , una nuova funzione con

$$(144) \quad \Phi_p \left(\frac{x}{c_n} \right)$$

che è la generalizzazione di essa al caso del periodo di valore variabile, e che definiamo nel seguente modo. Data la legge con la quale varia il periodo cosicché sia noto il valore c_m del periodo m^{mo} , e supponendo di sapere esprimere in funzione di x tanto c_m quanto la somma $S_m(c_m)$ dei primi m periodi allora se x è un punto appartenente al periodo $n+1^{\text{mo}}$ sarà

$$(145) \quad \Phi_p \left(\frac{x}{c_n} \right) = \frac{x - S_n(c_n)}{c_n}$$

e poichè la differenza al numeratore non è altro che la distanza del punto considerato dall'estremo destro dell'ultimo dei periodi che lo precedono nel mentre il denominatore è il valore del periodo nel quale esso cade, la funzione (145) non è altra cosa che la « fase » nel caso del periodo di valore variabile.

E' chiaro che l'abbreviazione espressa dalla (145) è perfettamente analoga a quella della (6), che ne è un caso particolare, ed essa consente nella trattazione delle funzioni periodiche a periodo variabile semplificazioni analoghe a quelle che la funzione $Fr x$ abbiamo visto consentire nel caso delle funzioni poligonali a periodo costante.

Bisogna però mostrare con qualche esempio in qual modo si possano esprimere c_n e S_n in funzione di x , in modo da potere effettivamente calcolare la funzione

$$(146) \quad y = P \left[c_n \Phi_p \left(\frac{x}{c_n} \right) \right]$$

ponendo in luogo dei simboli i loro valori

Supponiamo che la funzione poligonale data sia

$$(147) \quad y = a + b Fr \frac{x}{c}$$

e si voglia produrre l'amplificazione dei suoi periodi facendoli crescere in progressione aritmetica con ragione r , cosicchè il periodo p^{mo} abbia il valore, se il primo si indica con c_1 ,

$$(148) \quad c_n = c_1 + (n-1)r$$

e la somma dei primi n periodi, cioè l'ascissa dell'estremo destro del periodo n^{mo} è

$$(149) \quad S_n(c_n) = \frac{2c_1 + (n-1)r}{2} n$$

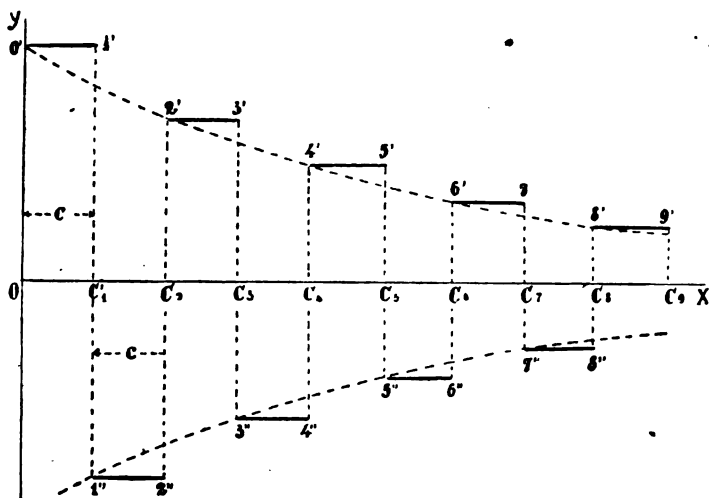


Fig. 38.

Per esprimere x in funzione di n risolviamo questa ultima equazione rispetto ad n . Essa è una equazione di secondo grado

$$(150) \quad r n^2 + (2c_1 - r)n - 2S_n(c_n) = 0$$

nella quale n indica un intero, positivo, ed $S_n(c_n)$ l'ascissa dell'estremo destro di un periodo, e precisamente del periodo n^{mo} . Se si leva la restrizione che n indichi un numero intero e si scrive y invece di n , y indicando un numero positivo qualunque, allora $S_y(c_y)$ invece di dare soltanto le ascisse degli estremi dei diversi periodi, darà anche le ascisse di tutti

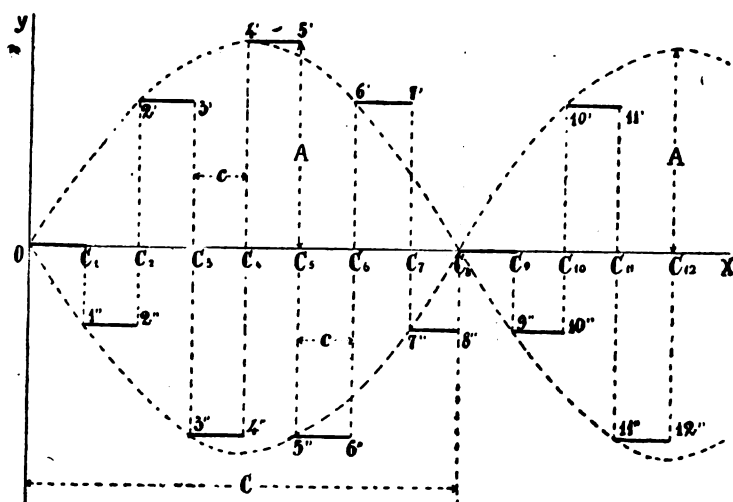


Fig. 39.

i punti compresi in ogni periodo in modo che mentre y varia da n a $n+1$, ad esempio $S_y(c_y)$ assume tutti i valori di x compresi nel periodo $S_n(c_n)$ e $S_{n+1}(c_{n+1})$. Scrivendo perciò l'equazione

$$(151) \quad ry^2 + (2c_1 - r)y - 2x = 0$$

essa dà

$$(152) \quad y = \frac{-(2c_1 - r) + \sqrt{(2c_1 - r)^2 + 8rx}}{2r}$$

omettendo la soluzione col segno — innanzi al radicale, perchè cerchiamo solo i valori di y positivi.

Ora per quanto si è detto innanzi nel mentre y varia da n a $n+1$, x varia da $S_n(c_n)$ a $S_{n+1}(c_{n+1})$ percorrendo tutto il periodo $n+1^{\text{mo}}$ e viceversa mentre x percorre tutto questo periodo y varia da n a $n+1$, cioè è sempre $ly=n$. Prendendo quindi l'intero dei due membri della (151) si ha

$$(153) \quad n = \frac{-(2c_1 - r) + \sqrt{(2c_1 - r)^2 + 8rx}}{2r}$$

e questa è l'espressione cercata di n in funzione di x .

Bisognerebbe ora sostituire questo valore nella (148) e nella (149) per poi formare la (144) espressa esplicitamente in x . Ma qui appunto si scorge la convenienza del simbolo introdotto per rappresentare questo complesso di operazioni, poichè basta scrivere

$$(154) \quad y = a + b \left[c_n \Phi_p \left(\frac{x}{c_n} \right) \right]$$

per indicare in modo rapido e chiaro che in ogni periodo la nuova variabile $c \Phi_p \left(\frac{x}{c_n} \right)$ è una funzione lineare della fase e varia da 0 a c_n conservando costante l'ampiezza, mentre il periodo varia.

Prendiamo come secondo esempio il caso dello smorzamento del periodo, sempre da applicare alla (147) assumendo che i periodi decrescano in progressione geometrica, con ragione r inferiore all'unità; cosicchè il periodo $n+1^{\text{mo}}$ abbia per valore

$$(155) \quad c_{n+1} = c_1 r^n$$

e la somma dei primi n periodi, cioè l'ascissa dell'estremo sinistro del periodo $n+1^{\text{mo}}$, sia

$$(156) \quad S_n(c_n) = \frac{c_1(r^n - 1)}{r - 1}$$

Da questa relazione, risolvendo rispetto ad r^n si ha

$$(157) \quad r^n = \frac{1}{c_1} \left[(r - 1) S_n(c_n) + c_1 \right]$$

e quindi

$$(158) \quad n = \frac{1}{\lg r} \lg \frac{1}{c_1} \left[S_n(c_n) (r - 1) + c_1 \right]$$

E qui, come nel caso precedente riflettendo che mentre n varia fra due successivi valori interi n ed $n+1$, la $S_n(c_n)$ prende successivamente tutti i valori di x compresi fra $S_n(c_n)$ e $S_{n+1}(c_{n+1})$ cioè tutti i valori del periodo $n+1^{\text{mo}}$, si ha per l'espressione di n in funzione di x

$$(159) \quad n = \frac{1}{\lg r} \lg \left[\frac{1}{c_1} \right] (r - 1)x + c_1 \left\{ \right.$$

e questo è il valore che bisognerebbe sostituire ad n nelle (155) e (156). Ma anche qui la sostituzione è superflua e basta la indicazione simbolica (154).

Ora qui si scorge che lasciando indeterminato il simbolo c_n del periodo n^{mo} si avrebbe nei due casi considerati, scelti appunto allo scopo di mostrare questa conseguenza, una identica espressione per due funzioni differenti. Conviene perciò quando si debbono trattare più funzioni analoghe di questa specie, precisare maggiormente e porre invece di c_n la sua effettiva espressione (148) e (156). In tal modo si evita qualsiasi confusione e nel simbolo appaiono tutti gli elementi necessari al calcolo effettivo di esso.

Le due funzioni considerate si scriverebbero perciò con questa convenzione

$$(160) \quad y = a + b \left[c_1 + (n-1)r \right] \Phi_p \left(\frac{x}{c_1 + (n-1)r} \right)$$

e

$$(161) \quad y = a + b c_1 r^{n-1} \Phi_p \left(\frac{x}{c_1 r^{n-1}} \right)$$

42. Smorzamento contemporaneo del periodo e dell'ampiezza. — Accade di dover considerare il caso in cui variano contemporaneamente il periodo e l'ampiezza della funzione come avviene nel noto esempio del pendolo di cui si fa variare lentamente la lunghezza del filo di sospensione e che dà luogo ad una serie di oscillazioni delle quali diminuisce l'ampiezza e la durata se il filo si accorcia e ad una serie di oscillazioni

invece delle quali aumenta tanto la durata quanto l'ampiezza se il filo si allunga ⁽²⁰⁾.

Queste variazioni però accadono in modo continuo e noi vogliamo ora considerare soltanto quelle che accadono in modo discontinuo, tutti i parametri della funzione restando costanti in ciascun periodo. Funzioni periodiche smorzate di questo tipo si presentano naturalmente quando dalla finzione della materia continua si passa alla considerazione della materia reale che, in particolare nei corpi cristallini, si rivela formata da reticolati spaziali regolari nei cui nodi sono distribuiti gli atomi degli elementi costituenti.

Lo studio delle deformazioni elastiche o termiche di questi sistemi porta a dover trattare delle funzioni periodiche del tipo menzionato, come si vedrà subito con qualche esempio. Per ottenere contemporaneamente i due effetti della variazione del periodo e dell'ampiezza basta operare nella funzione data la sostituzione della variabile nel modo indicato nel paragrafo precedente così da ottenere la variabilità del periodo, ed aggiungere poi un fattore di smorzamento nel modo indicato nel paragrafo 39 per ottenere la variabilità dell'ampiezza secondo la legge assegnata.

In pratica, la variazione dell'ampiezza essendo legata a quella del periodo, avviene che spesso con una sola operazione si conseguono insieme i due risultati.

Riprendiamo la funzione

$$(162) \quad y = a + b Fr \frac{x}{c}$$

della quale si voglia far variare in modo discontinuo il periodo e l'ampiezza cosicchè crescano entrambi linearmente col numero di ordine del periodo conservando però fra loro sempre lo stesso rapporto $k = \frac{b_1}{c_1}$.

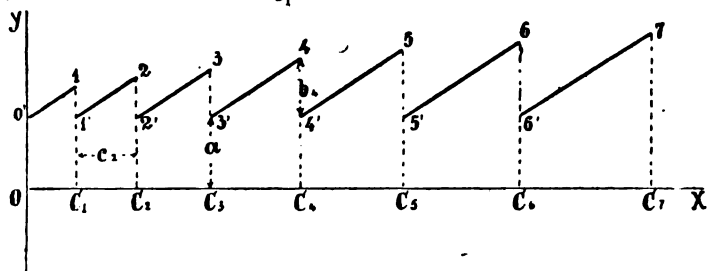


Fig. 40.

Allora se il periodo n^{mo} ha il valore (148) l'ampiezza corrispondente sarà

$$(163) \quad b_n = k [c_1 + (n-1)r]$$

Si scorge che in tal caso per avere la funzione cercata basta nella (147) porre k in luogo di b e $\Phi_p \left(c_1 + \frac{x}{c_1} (n-1)r \right)$ in luogo di $Fr \frac{x}{c}$ procedendo come nel paragrafo 41, e viene

$$(164) \quad y = a + k c_n \Phi \left(c_1 + \frac{x}{c_1} (n-1)r \right)$$

che è appunto l'equazione del diagramma della fig. 40 nella quale la y varia linearmente in ogni periodo da a fino ad $a + k c_n$.

Un diagramma di questo tipo nel quale sia fatto $a = 0$ incontra ad esempio nello studiare l'allungamento di un prisma sotto l'azione di un carico esterno e del suo peso proprio ogni periodo corrispondendo in tal caso al cammino percorso da uno strato e la y indicando la tensione nei singoli punti del percorso. L'integrale di questo diagramma dà il lavoro compiuto dalle forze elastiche. Ma sul modo di effettuare l'integrazione ritorneremo nel capitolo seguente.

Riprendendo di nuovo la stessa funzione (162) supponiamo ora che i periodi decrescano in progressione geometrica cosicchè il periodo $n+1^{\text{mo}}$ e la somma dei primi n periodi rispettivamente siano dati dalla (155) e dalla (156) ma l'ampiezza si mantenga sempre proporzionale al periodo conser-

vando con esso lo stesso rapporto $k = \frac{b_1}{c_1}$ cosicchè si abbia

$$c_n = k c_1 r^{n-1}$$

Si scorge che, anche in questo caso per avere la funzione cercata basta nella (162) porre k in luogo di b e $\Phi_p \left(c_1 r^{n-1} \right)$ in luogo di $Fr \frac{x}{c}$ procedendo come nel paragrafo 41 e viene

$$(165) \quad y = a + k c_n \Phi \left(c_1 r^{n-1} \right)$$

che è appunto l'equazione del diagramma della fig. 41 nella quale la y varia linearmente in ogni periodo da a fino a $a + k c_n$.

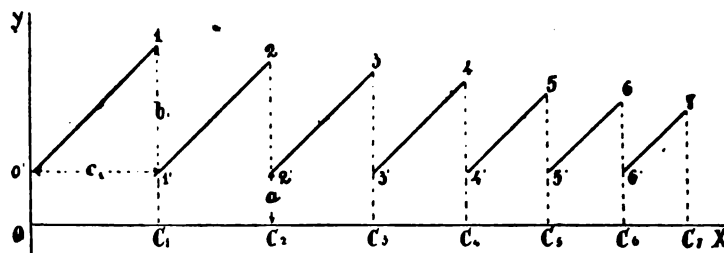


Fig. 41

Un diagramma di questo tipo, nel quale sia fatto $a=0$, si incontra ad esempio nello studiare l'allungamento di una sbarra, riscaldata ad uno degli estremi, per effetto della dilatazione termica.

La semplificazione nel formare le equazioni dei due diagrammi precedenti è dovuta al fatto che i diversi periodi erano formati da segmenti di rette aventi la stessa equazione. Una corrispondente semplificazione si incontra anche nel caso di curve di ordine più elevato quando tutti i periodi sono formati da archi di diversa ampiezza, ma appartenenti tutti a curve rappresentate da una stessa equazione.

Diamo almeno un esempio di smorzamento di questa specie e, lasciando i fenomeni molecolari per ritornare al mondo macroscopico, riprendiamo il diagramma, fig. 29, del moto della palla elastica rimbalzante su di un piano rigido, trattato al paragrafo 29.

In quell'esempio si era supposto la sfera perfettamente elastica e rimbalzante sul piano senza esser neanche soggetta alla resistenza dell'aria.

Lasciando sempre da parte la resistenza dell'aria supponiamo ora di aver da fare con una sfera reale, la cui elasticità sia perciò imperfetta. Questa sfera cadendo da un'altezza b nel rimbalzare non risale più all'altezza primitiva b ma giunge soltanto ad un'altezza minore b' . Posto

$$(166) \quad b' = k b$$

dove k è un coefficiente minore dell'unità, si ha subito la legge dello smorzamento dell'ampiezza, poichè, se il vertice della prima parabola ha per ordinata b_1 , l'ordinata del vertice della n^{ma} parabola sarà

$$(167) \quad b_n = b_1 k^{n-1}$$

In pari tempo resta determinato anche lo smorzamento del periodo, poichè dovendosi avere per il tempo di caduta

$$(168) \quad t_n = \sqrt{2g b_n}$$

risulta, ponendo per b_n il suo valore (167)

$$(169) \quad t_n = \sqrt{2g b_1} k^{\frac{n-1}{2}}$$

Ora $\sqrt{2g b_1}$ è la durata della prima caduta, cioè, in questo caso, il semiperiodo c , quindi

$$(170) \quad c_n = c_1 k^{\frac{n-1}{2}}$$

Dunque mentre le ampiezze scemano formando una progressione geometrica che ha per ragione k , i periodi scemano formando anch'essi una progressione geometrica che ha per ragione $k^{1/2}$.

Ma l'equazione (110) della prima parabola, riferendola al vertice, prende la forma

$$(171) \quad y = \frac{b_1}{c_1^2} x^2$$

⁽²⁰⁾ Questo esempio è fisicamente assai interessante come modello meccanico di certi fenomeni da considerare nello studio delle leggi, della radiazione. Esso, insieme all'altro della corda vibrante di lunghezza variabile, venne preso in esame da Lord Raleigh nel suo scritto «On the pressure of vibrations» Scientific Papers V, N. 276. Si veggia a p. 149 e seg. di Leon Brillouin «La Théorie des quanta et l'atome de Bohr». Edité par la Société Journal de Physique. Paris, 1922.

e questa equazione è soddisfatta ponendo in essa i valori (167) e (170) di b_n e c_n . Ciò significa che tutti gli archi appartengono alla stessa parabola, quella del primo periodo, e si ottengono da questa facendola scorrere in basso parallelamente all'asse delle y in modo che le ordinate del suo vertice e le sue semicorde prendano successivamente i valori dati dalle (167) e (170) nelle quali si facciano assumere ad n tutti i valori interi positivi.

Poichè la (143) è stata definita nella ipotesi che l'origine coincida con l'estremo sinistro del primo periodo partiamo dall'equazione (113) del diagramma primitivo che si riferisce appunto al caso in cui l'origine coincide con l'estremo sinistro del primo periodo. In questa equazione bisogna porre invece di b il valore b_n dato dalla (167) nella quale si suppone n espresso in funzione di x mediante una relazione del tipo della (159) e in luogo di $Fr \frac{x}{2c}$ bisogna porre $\Phi_p \left(\frac{x}{2c_n} \right)$ e viene

$$(172) \quad y = 4 b k^{n-1} \left\{ - \left[\Phi_p \left(\frac{x}{2c_n} \right) \right]^2 + \Phi_p \left(\frac{x}{2c_n} \right) \right\}$$

Per riportare poi l'origine sull'asse della prima parabola basta porre in questa equazione $x - c$, invece di x e si ha definitivamente

$$(173) \quad y = 4 b k^{n-1} \left\{ - \left[\Phi_p \left(\frac{x-c}{2c_n} \right) \right]^2 + \Phi_p \left(\frac{x-c}{2c_n} \right) \right\}$$

come equazione del diagramma della fig. 42 del tutto analoga alla equazione (113) dalla quale è stata dedotta.

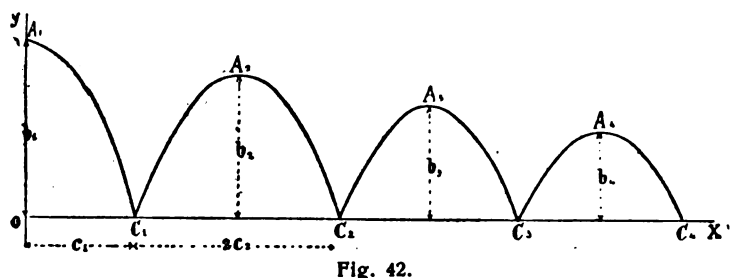


Fig. 42.

43. Smorzamento con intermittenze. — Chiudiamo con un esempio di smorzamento periodicamente variabile con intermittenze tali cioè che in ogni periodo si abbia un primo intervallo nel quale l'ampiezza della funzione diminuisce fino a zero e un secondo intervallo nel quale la funzione conserva costantemente il valore zero così assunto.

Per considerare uno dei più semplici casi possibili prendiamo in esame uno smorzamento lineare che riduce a zero l'ampiezza originale b in un mezzo periodo $\frac{1}{2}c$ seguito poi da una pausa di un altro mezzo periodo.

La funzione che viene smorzata sia poi anch'essa quella semplicissima

$$(174) \quad y = \text{sgn} \sin \pi \left(\frac{2n}{C} x \right)$$

ossia la funzione (28), rappresentante il diagramma della figura 2, nella quale si sia preso $\frac{C}{2n}$ come semiperiodo. Si suppone che anche il periodo di questa funzione debba essere smorzato fino ad annullarsi alla metà di uno dei periodi maggiori C , i successivi periodi minori formando i termini di una progressione geometrica avente $\frac{n-1}{n}$ come ragione. Poichè il primo termine di questa progressione ha, per le ipotesi fatte, il valore $\frac{C}{2n}$, la somma di tutti i termini della progressione indefinitamente prolungata è

$$(175) \quad \frac{\frac{C}{2n}}{1 - \frac{n-1}{n}} = \frac{C}{2}$$

cioè il periodo minore si annulla a metà del periodo maggiore insieme all'ampiezza.

Il diagramma di questa funzione intermittente a periodicità doppia è quello mostrato dalla fig. 43.

Supposto di far cominciare il periodo maggiore C con l'istante nel quale si inizia l'oscillazione e l'ampiezza ha il

valore massimo b , l'equazione della retta $A'B$ che rappresenta il fattore di smorzamento è

$$(176) \quad y_1 = b C m \frac{2x}{C}$$

Questa funzione ha per periodo $\frac{C}{2}$ e di essa bisogna annullare i periodi di ordine pari servendosi ad esempio di un fattore di frazionamento (60) nel quale si sia fatto $p = \frac{C}{2}$, e viene

$$(177) \quad y_1 = b C m \frac{2x}{C} I \frac{3}{2 + 2 Fr \frac{x}{C}}$$

Per trasformare in funzione periodica a periodo variabile la (174) che è una funzione periodica a periodo costante, non si può applicare immediatamente la sostituzione indicata al paragrafo 41 perchè quella sostituzione si riferiva al caso in cui la variabilità aveva luogo da periodo a periodo, mentre qui si è supposto che debba aver luogo ad ogni semiperiodo.

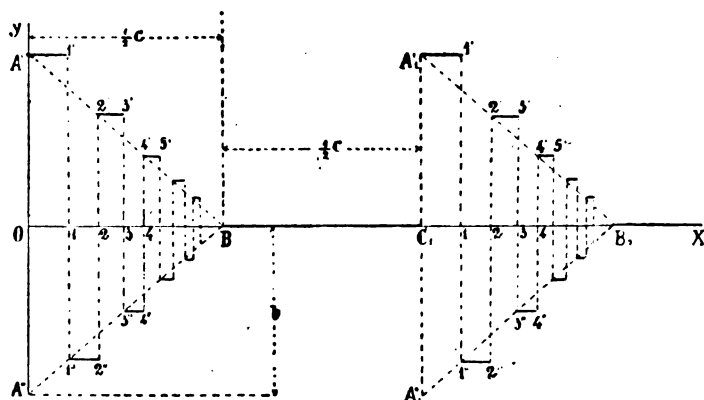


Fig. 43.

Si semplificano però le operazioni se alla (174) si dà una forma alquanto diversa e cioè

$$(178) \quad y = \text{sen} \pi \left(\frac{1}{2} + I \frac{2m}{C} x \right)$$

dove il termine $I \frac{2m}{C} x$ prende tutti i valori interi 0, 1, 2, ... e indica il numero d'ordine n del periodo n^{mo} al quale appartiene x . Si può scrivere perciò

$$(179) \quad y = \text{sen} \pi \left(\frac{1}{2} + n \right)$$

purchè si sappia esprimere n in funzione di x e questa espressione vale tanto nel caso del periodo costante quanto in quello del periodo variabile. Il valore n_x di n in funzione di x si determina nel modo che si è già visto (159) al paragrafo 41 ed è nel presente caso, nel quale n è proprio il numero d'ordine del periodo al quale x appartiene e non del periodo che lo precede. Si ha cioè

$$S_n(c_n) = \frac{\frac{C}{2m} \left[\left(\frac{m-1}{m} \right)^{n-1} - 1 \right]}{\frac{m-1}{m} - 1}$$

e quindi

$$(180) \quad n_x = 1 + \frac{1}{\lg \frac{m-1}{m}} \lg \left[1 + \frac{2}{C} S_{n-1}(c_n) \right]$$

da cui

$$(181) \quad n_x = I \left[1 + \frac{1}{\lg \frac{m-1}{m}} \lg \left(1 + \frac{2x}{C} \right) \right]$$

Portando questo valore nella (179) e combinando poi quest'ultima con la (177) si ha

$$(182) \quad y = b C m \frac{2x}{C} I \frac{3}{2 + 2 Fr \frac{x}{C}} \text{sen} \pi \left(\frac{1}{2} + n_x \right)$$

In questa espressione è ancora continuo il fattore lineare di smorzamento $b Cm \frac{2x}{C}$ che vogliamo pur esso discontinuo, e costante in ogni semiperiodo. Basta perciò in questo fattore porre in luogo di x

$$x - c_n \Phi_0 \left(\frac{x}{c_n} \right)$$

grandezza che resta costante ed eguale a $S(c_{n-1})$ nel mentre x percorre il semiperiodo n^{mo} , e si ha così definitivamente

$$(183) \quad y = b Cm \left[\frac{2}{C} \left\{ x - c_n \Phi_0 \left(\frac{x}{c_{n-1}} \right) \right\} \right] I \frac{3}{2 + 2 Fr \frac{x}{C}} \sin \pi \left(\frac{1}{2} + n_r \right)$$

come equazione del diagramma con doppia periodicità e intermittenze a periodo ed ampiezza discontinuamente variabili della fig. 43.

VI.

Derivazione ed integrazione

44. Sulle funzioni poligonali periodiche costruite e rappresentate nei modi innanzi indicati occorre frequentemente eseguire le operazioni di derivazione e di integrazione.

Per l'una e l'altra operazione conviene considerare a parte successivamente le funzioni ausiliarie ed elementari isolate, la combinazione delle funzioni ausiliarie con altre funzioni qualsiasi, e i raggruppamenti di queste combinazioni che servono a costituire le funzioni periodiche poligonali o curvilinee comunque formate.

Funzioni ausiliarie sono tutte le funzioni limitatrici periodiche che abbiamo incontrato, come i fattori alternanti, diradanti, di frazionamento, ecc.

Si è visto che la forma più generale di queste funzioni è

$$(184) \quad \varphi_1 \left(\frac{a}{b} \right)_\pi, \quad \varphi_2 \left(\frac{b}{ac} \right)_\pi, \quad \varphi_{12} \left(\frac{bc}{ad} \right)_\pi, \dots$$

dove a, b, c, d , indicano rispettivamente i valori costanti che la funzione prende nel primo, nel secondo, nel terzo,.... intervallo di ogni periodo. Questi valori possono essere positivi, negativi, ed alcuni di essi anche immaginari.

Funzioni poligonali elementari sono quelle che rappresentano la ripetizione periodica di segmenti rettilinei inclinati nell'uno o nell'altro senso e cioè della forma generale

$$(185) \quad y = a + b Fr \frac{x}{c} \quad y = a + b Cm \frac{x}{c}$$

Per la serie di segmenti orizzontali o verticali si dovrebbe in queste due formole fare $b = 0$ ovvero $b = \infty$. Nel primo caso si avrebbe l'equazione di una retta continua, $y = a$, nel secondo invece l'equazione non avrebbe significato. Abbiamo visto perciò che per le serie di segmenti orizzontali e di segmenti verticali si ricorre a delle espressioni particolari come, (27), (21),

$$(186) \quad y = a + b \operatorname{sgn} \sin \pi \frac{x}{c} \quad y = a + b I^{-1} 0 \sin \frac{\pi}{2} \left(1 + 2 \frac{x}{c} \right)$$

Una funzione periodica elementare che rappresenta una successione di archi di una curva qualunque, è

$$(187) \quad y = f \left(c Fr \frac{x}{c} \right)$$

Infine le funzioni ausiliarie (184) possono essere combinate con una funzione qualsiasi, periodica o non,

$$(188) \quad y = f(x) \varphi \left(\frac{b}{ac} \right)_\pi$$

per dare una successione di archi periodicamente discontinua, e queste combinazioni, di funzioni ausiliarie con funzioni qualsiasi o funzioni periodiche elementari, possono essere raggruppate insieme per formare le funzioni periodiche poligonali. La forma più generale di queste, quando ogni periodo comprende più di tre intervalli è

$$(189) \quad y = f_1(x) \varphi_1 \left(\frac{a}{o} \right)_\pi + \sum_{i=2}^{n-1} f_i(x) \varphi_i \left(\frac{b_i}{o} \right)_\pi + f_n(x) \varphi_n \left(\frac{c}{o} \right)_\pi$$

Sono questi i tipi principali sui quali occorre operare e perciò della loro derivazione ed integrazione conviene dare un breve cenno, lasciando al lettore l'esame dei casi particolari.

45. — *Derivazione.* - Per tutte le funzioni ausiliarie, le quali spesso costituiscono da sole la funzione da trattare, la derivazione è semplicissima: infatti esse essendo tutte costanti nei diversi intervalli, la derivata ha dappertutto il valore zero; nel diagramma essa coincide con l'asse delle x . E' da osservare però che i punti estremi di ogni intervallo e quindi anche gli estremi di ogni periodo, sono dei punti singolari nei quali variando bruscamente, con un salto, il valore della funzione, la derivata non esiste.

Parlando dell'integrazione avremo occasione di considerare di nuovo questi punti singolari. Con questa avvertenza relativa ai punti singolari si ha dunque in generale

$$(190) \quad \varphi'_1 \left(\frac{a}{b} \right)_\pi = 0, \quad \varphi'_2 \left(\frac{b}{ac} \right)_\pi = 0, \dots$$

Quando queste funzioni ausiliarie siano adoperate come fattori, ed è questo l'uso più frequente, nella derivazione sono da considerare come costanti, e quindi derivando le espressioni del tipo della (188) si ha

$$(191) \quad y' = f'(x) \varphi \left(\frac{b}{ac} \right)_\pi$$

46. — *Derivazione delle funzioni periodiche elementari.*

- Le funzioni $Fr \frac{x}{c}$ e $Cm \frac{x}{c}$ rappresentano entrambe dei segmenti di retta inclinati dell'angolo α tale che per la prima $\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{c}$ e per la seconda $\operatorname{tg} \alpha = -\frac{1}{c}$. Per le loro derivate si ha perciò

$$(192) \quad Fr' \frac{x}{c} = \frac{1}{c} \quad Cm' \frac{x}{c} = -\frac{1}{c}$$

e nel caso generale delle (185)

$$(193) \quad y'_1 = \frac{b}{c} \quad y'_2 = -\frac{b}{c}$$

Nel diagramma dunque le derivate sono rappresentate dalle due rette parallele all'asse delle x alle distanze $\frac{b}{c}$ e $-\frac{b}{c}$ da questo. Queste funzioni essendo entrambe discontinue la prima a sinistra e la seconda a destra dei punti che hanno per ascisse i multipli interi di c in tali punti esse sono prive della derivata a sinistra e della derivata a destra rispettivamente.

Quanto alle altre due funzioni elementari poligonali (186) la prima di esse che rappresenta due serie di segmenti orizzontali posti dall'una e dall'altra parte dell'asse delle x , non è altro che il fattore alternante, una cioè delle funzioni ausiliarie già considerate ed ha perciò la derivata costantemente nulla con le solite discontinuità nei punti di separazione dei semiperiodi.

La seconda funzione bisogna ricordare, pag. 6, che insieme ai segmenti verticali rappresenta anche l'asse x meno i punti le cui ascisse sono multipli di c in corrispondenza dei quali cadono appunto i segmenti verticali. La sua derivata è perciò zero dappertutto, lo stesso asse delle x nel diagramma, e non esiste agli estremi dei periodi, cioè in corrispondenza dei segmenti verticali.

Per la funzione periodica elementare (187) di una curva qualunque $y = f(x)$, tenendo presente il significato della espressione, si scorge che non è altra cosa che la funzione periodica elementare della derivata della funzione primitiva, con lo stesso valore del periodo; quindi

$$(194) \quad y' = f' \left(c Fr \frac{x}{c} \right)$$

La regola per formarla è perciò molto semplice; si forma prima la derivata $f'(x)$ della funzione primitiva e in questa si sostituisce $c Fr \frac{x}{c}$ al posto di x .

Resta la funzione $c_n \Phi_p \left(\frac{x}{c_n} \right)$ che, come si è visto, non è che la generalizzazione della funzione $c Fr \frac{x}{c}$. Poichè anche

essa rappresenta una serie di segmenti inclinati tutti di uno stesso angolo α tale che $\operatorname{tg} \alpha = 1$ e solo di lunghezza diversa, crescente o decrescente secondo che si tratta di funzione, smorzata o amplificata, la sua derivata è $+1$ eccetto negli estremi dei periodi a sinistra dei quali punti non esiste. Questi punti di discontinuità invece di essere disposti ad intervalli uguali come nel caso della funzione $c Fr \frac{x}{c}$ sono disposti ad intervalli variabili, crescenti o decrescenti, secondo la legge di variazione del periodo. Quindi

$$(195) \quad c_n \Phi'_c \left(\frac{x}{c_n} \right) = +1$$

Quando il fattore c_n manca, l'inclinazione dei successivi segmenti è variabile e la tangente invece di essere $+1$ è invece $\frac{1}{c_n}$. La derivata si potrà scrivere nei casi nei quali si sappia esprimere il valore di c_n in funzione di x . Abbiamo già precedentemente (153) (159) incontrato due esempi di queste espressioni di n_i e quindi di c_n in funzione di x .

47. — *Derivazione delle funzioni poligonali.* - Nelle funzioni poligonali propriamente dette, le funzioni $f_i(x)$ che appaiono nella loro espressione generale (189) rappresentano tutte dei segmenti rettilinei e le costanti a, c, c delle funzioni limitatrici poste a fattori ordinariamente hanno i valori $0, \pm 1, \pm i$. Si tratta dunque di un raggruppamento di termini costituiti ciascuno dal prodotto di una funzione periodica poligonale elementare e di una funzione ausiliaria.

Procedendo alla derivazione termine a termine si ha per ogni lato inclinato della poligonale come derivata una costante positiva, per i lati ascendenti verso destra, che sono cioè della forma $(a_i + b_i Fr \frac{x}{c}) \varphi_i \left(\frac{1}{o} \right)_\pi$ ed hanno appunto per derivata $+\frac{b_i}{c} \varphi_i \left(\frac{1}{o} \right)_\pi$ e negativa per i lati discendenti verso destra, che sono cioè della forma $(a_i + b_i Cm \frac{x}{c}) \varphi_i \left(\frac{1}{o} \right)_\pi$ ed hanno appunto per derivata $-\frac{b_i}{c} \varphi_i \left(\frac{1}{o} \right)_\pi$.

Per i lati orizzontali la derivata è zero e per i lati verticali, o per le discontinuità costituite da un salto, la derivata non esiste.

In conclusione la derivata di una funzione poligonale qualsiasi è una funzione a salti, come quella del diagramma della Fig. V.

Così, a titolo di esempio, le funzioni del tipo di quelle i cui diagrammi sono dati dalle figure 10, 21, 23 hanno tutte per derivata una funzione del tipo di quella che ha per diagramma la fig. 2, cioè il fattore alternante $\varphi_1 \left(\frac{-1}{+1} \right)_\pi$.

Analogamente la funzione trapezia della fig. 24 ha per derivata una funzione limitatrice periodica a tre valori che, nel caso più generale, è della forma $\varphi_2 \left(\frac{o}{a, -c} \right)_\pi$.

In quanto alle funzioni poligonali come quelle della figura 28 che sono già esse stesse funzioni a salti con soli lati orizzontali, o con lati verticali ed orizzontali, la loro derivata è zero, con tanti punti di discontinuità per quanti sono gli estremi degli intervalli.

Se la poligonale comprende archi di curve di natura qualsiasi, ossia termini della forma $y = f_i(c Fr \frac{x}{c}) \varphi_i \left(\frac{1}{o} \right)_\pi$ la derivata di questi si ottiene derivando la funzione primitiva $f(x)$ e nella derivata ponendo $c Fr \frac{x}{c}$ in luogo di x . Il fattore costituito dalla funzione periodica limitatrice resta, come già si è visto, inalterato nella derivazione, cosicchè si ha

$$(196) \quad y' = f'_i \left(c Fr \frac{x}{c} \right) \varphi_i \left(\frac{1}{o} \right)_\pi$$

48. — *Integrazione delle funzioni ausiliarie.* - Poichè nei singoli intervalli di ogni periodo queste funzioni (184)

(31) Di queste serie periodiche si trova qualche cenno in quasi tutti i trattati di analisi. Sulla serie del P. Grandi, il lettore potrà vedere in particolare: parag. 32 p. 49 di BERNARD BOLZANO: «Paradoxien des Unendlichen», Felix Meiner Leipzig, 1920, ed anche quanto in un recente scritto di G. Vivanti nel Periodico di Matematiche, 1921, «I paradossi dell'infinito» detto a proposito delle serie divergenti p. 204 e seg.

una funzione periodica che, invece di avere valori costanti nei tre intervalli nei quali è diviso ciascun periodo, varia in essi linearmente, k_1, k_2, k_3 essendo tre costanti arbitrarie da determinare mediante le condizioni del problema. In sostanza il secondo membro della (197) non è che un modo abbreviato di scrivere una equazione (189) a tre termini poichè è

$$(198) \quad \varphi_2 \left(\frac{bx + k_2}{ax + k_1, cx + k_3} \right) = (ax + k_1) \varphi_1 \left(\frac{1}{o} \right) + (bx + k_2) \varphi_2 \left(\frac{1}{o} \right) + (cx + k_3) \varphi_3 \left(\frac{1}{o} \right)$$

In altri termini l'integrale di una funzione limitatrice periodica a due, tre, valori, ed in generale di una funzione periodica a salti di n valori, è una funzione poligonale a due, tre, n lati rettilinei. In particolare se taluna delle costanti a, b, c, \dots ha il valore zero il corrispondente lato della poligonale risulterà orizzontale.

L'arbitrarietà delle costanti k_1, k_2, k_3, \dots porta che, fino a quando esse non siano state determinate, ad una stessa funzione a salti corrispondono, come integrali, dalle poligonali che hanno apparenza assai diversa.

Così, riprendendo un esempio già incontrato nello studio della derivazione, il fattore alternante, il cui diagramma è dato dalla fig. 2 ammette come integrali le funzioni che hanno per diagramma sia la fig. III, sia la fig. 10, sia le figure 21, 23. Infatti i diagrammi di queste figure possono tutti esser dedotti l'uno dall'altro per semplice «scorrimento», paragrafo 15, dei singoli segmenti vale a dire appunto con un semplice cambiamento della costante di integrazione.

Cosicchè, precisando maggiormente la relazione sopra rilevata fra le funzioni a salti e quella poligonale si può anche dire: «l'integrale di una funzione limitatrice periodica a due, tre, valori, ed in generale di una funzione periodica a salti ad n valori è, a meno di scorrimenti arbitrari paralleli all'asse delle x , una funzione poligonale periodica a due, tre, n lati rettilinei fra i quali ve ne sono tanti orizzontali per quanti sono i valori nulli della funzione che si integra».

Un caso particolare notevole si ha quando tutti gli intervalli del periodo di una funzione limitatrice periodica sono uguali fra loro. Considerandoli uguali all'unità si scorge che in tal caso il diagramma della funzione non è altra cosa che il diagramma della serie periodica i cui termini assumono periodicamente i valori della funzione. L'integrale della funzione, quando come limite superiore si prendano le ascisse degli estremi destri degli intervalli, cioè ix , rappresenta le somme dei termini della serie, ed esteso all'infinito il valore della serie, e questo valore col crescere del limite superiore può crescere indefinitamente anch'esso, tendere ad un limite finito o variare periodicamente.

Così la funzione $\varphi_1 \left(\frac{+1}{-1} \right)_\pi$, fig. 2, la cui area in ogni periodo completo è nulla, ha per integrale la poligonale della figura 21, nella quale si sia fatto $a = 0$. Si ha cioè

$$(199) \quad \int_0^{ix} \varphi_1 \left(\frac{+1}{-1} \right)_\pi dx = 1 - 1 + 1 - 1 + 1 - \dots$$

che è la celebre serie del Padre Grandi la quale dette luogo ad interminabili discussioni fra i cultori delle discipline analitiche. La fig. 21, che dà l'integrale continuo della funzione basta a mostrare a colpo d'occhio quanto quelle discussioni sul valore della serie fossero prive di fondamento, la serie avendo per integrale una funzione poligonale periodica.

Analoghe considerazioni varrebbero per l'altra non meno celebre serie periodica a tre valori di Bernoulli

$$(200) \quad \int_0^{ix} \varphi_2 \left(\frac{o}{1, -1} \right)_\pi dx = 1 + 0 - 1 + 1 + 0 - 1 + \dots$$

che ha per integrale continuo la funzione poligonale trapezia della figura 24.

Qui però deve bastare questo cenno sul legame intercedente fra le funzioni limitatrici periodiche a intervallo costante e le serie periodiche, rimandando ad altro lavoro l'esposizione completa di questo argomento che, per essere di natura prevalentemente analitica non può trovar qui posto (31).

49. Quando le funzioni limitatrici periodiche appaiono come fattori di una funzione $f(x)$ il cui integrale indefinito è $F(x)$ si ha

$$(201) \quad \int f(x) \varphi_i \left(\frac{b}{ac} \right)_\pi dx = F(x) \varphi_i \left(\frac{b}{ac} \right)_\pi + \Psi_i \left(\frac{k_i}{k_i} \right)$$

hanno un valore costante, con la integrazione si trasformano, in ogni intervallo in funzioni lineari. Cosicchè presa ad esempio una funzione a tre valori a, b, c qualsiasi, si ha

$$(197) \int \varphi_2 \left(\frac{b}{a, c} \right)_{\pi} dx = \varphi_2 \left(\frac{bx + k_2}{ax + k_1, cx + k_3} \right)_{\pi}$$

dove col simbolo posto al secondo membro si è voluto indicare dove $\varphi_2 \left(\frac{k_2}{k_1, k_3} \right)_{\pi}$ è una funzione limitatrice periodica che prende i valori k_1, k_2, k_3 nei tre intervalli nei quali la funzione $\varphi_2 \left(\frac{b}{a, c} \right)_{\pi}$ prende i valori a, b, c . I valori delle costanti arbitrarie sono da determinare in corrispondenza alle condizioni del problema dato.

La (201) mostra che quando una funzione limitatrice apparisce come fattore essa si comporta nella integrazione come un fattore costante, vale a dire apparisce a fattore dell'integrale, come costante arbitraria si ha una funzione limitatrice dello stesso tipo di quella posta a fattore della funzione che si deve integrare.

La (201) potrebbe perciò anche scriversi nel seguente modo

$$(202) \int f(x) \varphi_2 \left(\frac{b}{a, c} \right)_{\pi} dx = \left[F(x) + \varphi_2 \left(\frac{k''}{k', k'''} \right)_{\pi} \right] \varphi_2 \left(\frac{b}{a, c} \right)_{\pi}$$

prendendo delle nuove costanti,

$$k' = \frac{k_1}{a}, \quad k'' = \frac{k_2}{b}, \quad k''' = \frac{k_3}{c}$$

E' da notare che la (202), analogamente a quanto si è pure osservato per la (197) non è che un modo abbreviato di scrivere una funzione del tipo (189) perchè sviluppata essa prenderebbe la forma

$$(203) \int f(x) \varphi_2 \left(\frac{b}{a, c} \right)_{\pi} dx = \left\{ F(x) + k' \right\} \varphi_1 \left(\frac{a}{o} \right)_{\pi} + \left\{ F(x) + k'' \right\} \varphi_1 \left(\frac{b}{o, o} \right)_{\pi} + \left\{ F(x) + k''' \right\} \varphi_1 \left(\frac{c}{o} \right)_{\pi}$$

la quale mostra chiaramente che l'integrazione si fa ponendo in luogo della funzione $f(x)$ il suo integrale indefinito aumentato, in ogni intervallo, di una costante arbitraria k , ed applicando come fattore a questa somma il valore costante che la funzione limitatrice ha nello stesso intervallo.

50. *Integrazione delle funzioni poligonali.* — Il procedimento è lo stesso tanto se le funzioni periodiche elementari sono lineari, se la poligonale cioè è costituita solo da segmenti rettilinei, quanto se le funzioni elementari sono di ordine più elevato. La funzione da integrare avrà in generale, se ogni periodo comprende più di tre intervalli, la forma

$$(204) y = f_1 \left(c Fr \frac{x}{c} \right) \varphi_1 \left(\frac{a}{o} \right)_{\pi} + \sum_{i=2}^{n-1} f_i \left(c Fr \frac{x}{c} \right) \varphi_i \left(\frac{b_i}{o, o} \right)_{\pi} + f_n \left(c Fr \frac{x}{c} \right) \varphi_n \left(\frac{c}{o} \right)_{\pi}$$

nella quale c indica al solito il periodo supposto diviso in n intervalli.

Tenendo presente quanto è stato detto nel paragrafo 46 a proposito della derivazione e nel precedente paragrafo a proposito della integrazione delle funzioni ausiliarie poste a fattori di funzioni qualsiasi si scorge che, se con $F_i(x)$ si indica l'integrale indefinito della funzione $f_i(x)$ sarà

$$(205) \int f_i \left(c Fr \frac{x}{c} \right) \varphi_i \left(\frac{b_i}{o, o} \right)_{\pi} dx = F_i \left(c Fr \frac{x}{c} \right) \varphi_i \left(\frac{b_i}{o, o} \right)_{\pi} + \varphi_i \left(\frac{k_i}{o, o} \right)_{\pi}$$

relazione che può anche scriversi, come si è fatto per la (201)

$$(206) \int f_i \left(c Fr \frac{x}{c} \right) \varphi_i \left(\frac{b_i}{o, o} \right)_{\pi} dx = \left[F_i \left(c Fr \frac{x}{c} \right) + \varphi_i \left(\frac{k_i}{o, o} \right)_{\pi} \right] \varphi_i \left(\frac{b_i}{o, o} \right)_{\pi}$$

ponendo cioè $k_i' = \frac{k_i}{b_i}$.

L'integrazione dunque vien fatta formando l'integrale $F(x)$

della funzione primitiva $f(x)$ ed in luogo di x ponendo $c Fr \frac{x}{c}$ ed alla funzione periodica elementare $F \left(c Fr \frac{x}{c} \right)$ della poligonale integrale così ottenuta aggiungendo una costante arbitraria k' . In questa integrazione la funzione limitatrice $\varphi_1 \left(\frac{b_i}{o, o} \right)$ è considerata come un fattore costante.

Errata-corrige. — Nella formola (4), pag. 445, il coefficiente $I \left(\frac{x}{c} \right)$ dovrebbe essere un esponente e la formola leggersi correttamente

$$(4) y = a + b \left(-1 \right)^{I \left(\frac{x}{c} \right)}$$

Il lettore avrà poi da sè rilevato che la parola latina di cui la I è iniziale è « integer » e non « inter », come detto al § 1, pag. 445

LETTERE ALLA REDAZIONE

In materia di distribuzione di energia elettrica.

Riceviamo :

Poichè codesta On.le Redazione si augura che la discussione sulla memoria pubblicata nel n. 17 dell'«Elettrotecnica» dal signor Lino Sandonnini sulle «Nuove vedute in materia di distribuzione di energia elettrica» possa ulteriormente svolgersi ampia ed esauriente, mi permetto di portarvi una parola, la quale, per essere quella di un tecnico che ha fin dalle prime origini curato l'impianto e l'esercizio di una Azienda elettrica d'una certa importanza ed avente caratteristiche in parte statali ed in parte industriali, potrebbe avere il valore di una certa obiettività in un argomento che tanto interessa lo Stato italiano e la industria elettrica.

Nella famiglia dell'A.E.I. si agitarono vari anni or sono movimentate discussioni sulla opportunità di regolamentazioni sugli impianti elettrici; sostenendosi da alcuni l'inopportunità di norme regolatrici, caldeggiate viceversa da altri. Alcuni di quei vecchi argomenti, pro e contro, potrebbero essere rievocati nella discussione odierna a proposito di questo progettato disciplinamento e alta sorveglianza sulla trasmissione a distanza delle correnti elettriche da parte dello Stato. Disciplinare vuol dire sottoporre a determinati vincoli la costruzione e l'esercizio di questi trasporti di energia elettrica, mentre l'alta sorveglianza implicherebbe non solo il controllo di di quei vincoli, ma altresì una tutela, che potrebbe investire programmi ed estrinsecazioni attuali e lungimiranti delle industrie del trasporto elettrico.

Un tale progetto dello Stato italiano potrebbe anche essere logico e ragionevole, se esso Stato dovesse aver di mira di attuare nel futuro, più o meno prossimo, quel grandioso progetto dell'On.le Umberto Bianchi che tante critiche a suo tempo suscitò.

La grande rete di Stato, caldeggiata così autorevolmente dal professor Revesi, accoglitrice del carbone bianco delle Alpi, del carbone verde della Sila, degli altri innumerevoli carboni dell'Appennino, e sussidiata necessariamente da svariate centrali termiche, dovrebbe agevolare scambi di energia in tutta la Penisola; quegli scambi di cui si occupò con poetico clamore anche l'ing. Omodeo in una sua conferenza di qualche anno fa. Sono tutte magnifiche e seducenti idee, tanto più atte ad armonizzare le tendenze degli esercenti dei trasporti elettrici quanto più abbiano il loro punto di collimazione in un miraggio lontano nel tempo e nello spazio.

Se vi fosse la certezza, o per lo meno la grandissima probabilità, che lo Stato italiano potesse elaborare oggi, e costruire domani, un piano concreto per l'impianto e l'esercizio di una rete Statale, tutti vi sarebbero favorevoli; con la sola riserva che l'uso di questa rete fosse subordinato a canoni ragionevoli e non inibitori per l'industria. Ma bastano pochi conti sommari per ricavare che tali canoni non potrebbero per molti e moltissimi anni compensare le spese d'impianto e d'esercizio. Sicchè lo Stato, anche se competente, dovrebbe avventurarsi in una incognita finanziaria, da cui oggi certamente rifugge per non compromettere la sospirata sistemazione ed il pareggio del proprio Bilancio.

D'altronde quella certezza sulla competenza ed attitudine Statale in un così complesso problema, non è oggi condivisa da molti; non dagli industriali; e neppure dal gran pubblico, competente ed incompetente, che anche recentemente ha assistito allo sgretolamento del gran programma dell'elettrificazione ferroviaria, ed è diuturnamente mantenuto in nervosità dall'andamento non troppo felice dell'industria telefonica Statale.

Purtroppo nel gran pubblico vi è la convinzione che lo Stato, forse per la propria organizzazione troppo democratica e parlamen-

taristica, non sappia scegliere per le proprie Aziende i più adatti amministratori; e vi è pure la convinzione che non sappia conservare alle stesse i tecnici più competenti, che volenterosamente con ardore giovanile vi affluiscono.

Perciò il primo e più importante problema da risolvere sarebbe quello di perfezionare lo Stato Italiano in modo che possa acquistare la capacità industriale.

Si tratta di un problema più politico che tecnico, di grave e ben dubbia soluzione finché i posti di responsabilità siano ambiti ed ottenuti dai più irrequieti gregari delle conventicole politiche.

Anche il Dr. Sandonnini ammette che lo Stato non potrebbe assumere oggi la qualità industriale propriamente detta; ma non lo esclude per un prossimo futuro, giustificando il suo intervento nelle trasmissioni di energia elettrica per la tutela stessa di quel grande patrimonio di energie che gli comincerà ad affluire fra alcune decine di anni, man mano che andranno a scadere le concessioni date o rinnovate in base al vigente Regio Decreto-Legge sulla derivazione delle acque pubbliche.

In nome però di quello stesso progresso della tecnica, tanto bene lumeggiato nella discussione di Bologna dal prof. Sartori, si potrebbe obiettare al dott. Sandonnini che le diuturne ed incessanti evoluzioni nella tecnica dei trasporti di energia elettrica potrebbero culminare un giorno anche in una vera e propria rivoluzione in confronto degli impianti di oggi, di cui naturalmente il programma Statale dovrebbe imbeverssi e cristallizzarsi.

Ma vi è di più: se anche le idee dell'On. Bianchi e del professor Revessi costituissero la soluzione futura, oggi esse dovrebbero sempre superare innumerevoli e cospicue resistenze, se non altro di inerzia, per farle acquisire al gran pubblico competente e incompetente, impiegando in queste dimostrazioni un tempo di durata imprevedibile.

E nel mentre si compie questo lavoro di persuasione sarebbe logico di fermare il ritmo dell'attuale attività delle industrie di trasporto elettrico?

Nemmeno ragionevole e praticamente applicabile sembra l'idea, che qui a Napoli fu caldeggiata anni or sono da un avvocato diletante di elettricità, tendente ad imporre agli esercenti linee elettriche l'obbligo di far da vettori per servizio dell'energia elettrica che possa essere prodotta da altri sul percorso di quelle linee.

L'idea è troppo semplice, troppo enciclopedica, e per lo meno oggi è tecnicamente irrealizzabile nel grande maggior numero di casi.

Non si possono anche qui abbandonare le leggi della libera concorrenza. Man mano che la civiltà si intensifica diminuiscono e svaniscono le lotte nascenti da gretto spirito di opposizione; ed esse vengono sostituite da accordi informati allo spirito di pratica utilità. Questi accordi crescono ogni giorno fra le stesse società fra loro concorrenti per aiuti scambievoli di energia e di impianti. E' lo spirito di concordia fra la privata utilità, dettato dalla pubblica utilità, che va prendendo il sopravvento senza codificazioni. Questi accordi si attuano se vi sia la convenienza economica e la possibilità tecnica; e qualunque legge diverrebbe pure lettera morta senza tali condizioni.

Perciò io sarei del parere che lo studio di un piano regolatore delle linee elettriche emanasse dai mutui accordi fra tutte le industrie elettriche interessate, siano esse private o di carattere pubblico; e che in tali accordi lo Stato portasse la propria autorità per favorirli e per imporre le conseguenti ragionevoli servitù alla proprietà immobiliare sempre riluttante.

Se una legge debba essere all'uopo emanata, sia semplice e cristallina, e tale da evitare agli svariati uffici dello Stato e degli Enti pubblici l'imbarazzo e l'incubo di pareri e giudizi nei casi in cui non siano in gioco assoluti interessi di Stato, oppure la tutela del pubblico demanio e della pubblica incolumità.

Con osservanza.

Dev.mo Ing. DOMENICO CANGIA.

Napoli, 25 giugno 1924.

* *

Sul "Transverter",

Riceviamo:

Non c'è nessuno che si ricordi del «Variatore» dell'Ing. Secondo Sacerdote? Eppure si tratta di una macchina che fu costruita e presentata anche a qualche Esposizione, credo a Milano nel 1906.

E' proprio la stessa cosa, almeno nel concetto generale e anche nel dispositivo meccanico.

E' uno dei tanti casi in cui un'ottima idea non riesce ad affermarsi nel nostro Paese unicamente per deficienza di interessamento da parte delle Case costruttrici. Io non avevo mai capito perché il Collega Sacerdote non avesse insistito nella sua idea: è vero che

le insistenze possono condurre al successo come al disastro quando richiedono notevoli spese per le prove!

Intanto è probabile che ora il Transformer correrà il mondo a maggior gloria dell'ingegneria inglese e facendo magari la fortuna di qualche Casa Costruttrice, e questo non sarà che una nuova edizione della solita storia.

Ma almeno in Italia è doveroso ricordare subito il precedente sia in omaggio all'inventore vero, sia per un interesse industriale: la macchina Sacerdote costituirà sempre un forte documento per limitare le rivendicazioni del Brevetto Inglese, almeno per il nostro Paese.

Ing. GIUSEPPE GOLA.

Abbiamo pubblicato questa lettera che rileva un caso particolare di precedenza, soprattutto perché da essa si può dedurre una verità assai più generale: i principi su cui è basato il nuovo trasvertitore, del quale ci siamo recentemente occupati, non sono affatto nuovi e probabilmente molti potranno rivendicare delle priorità in argomento. Basterà fra l'altro ricordare le così dette *permutatrici* che trovarono quindici o venti anni fa notevoli applicazioni e che erano veramente dei piccoli trasvertitori. Riportiamo quanto di esse è detto in un vecchio libro per capitecnici: (1) «La trasformazione da correnti trifasi in continue si può fare anche mediante le cosiddette permutatrici. Se immaginiamo di tener ferma l'armatura di una ordinaria dinamo a corrente continua e di far invece ruotare tutto quanto ordinariamente sta fisso, e cioè sistema induttore e spazzole, è evidente che il funzionamento elettrico del sistema rimarrà immutato. Invece di far ruotare il sistema dei poli induttori si può più semplicemente far ruotare il campo magnetico. Noi sappiamo come lo stator di un ordinario motore trifase crei un campo rotante. Ora se in esso noi fissiamo un'ordinaria armatura di macchina a corrente continua munita di collettore e facciamo ruotare le spazzole nella direzione del campo in perfetto sincronismo con esso, il sistema funzionerà come una dinamo e potrà darci una corrente continua.

«Tale è la permutatrice: una macchina in cui tanto il circuito primario (induttore trifase) quanto il circuito secondario (indotto a corrente continua) sono fissi mentre le spazzole sono mantenute in rotazione da un piccolo motore sincrono alimentato dalla linea trifase. In simile macchina le perdite meccaniche sono minime. Se i due circuiti sono separati il rapporto di trasformazione può essere qualunque; se sono compenetrati in un solo ci si trova nella condizione del convertitore, ed il rendimento migliora. Dal punto di vista costruttivo si richiedono speciali disposizioni per le spazzole per impedire che esse abbiano, per forza centrifuga, a staccarsi dal collettore».

Come si vede, sono esattamente gli stessi criteri applicati al trasvertitore, colla sola differenza che in quest'ultimo gli avvolgimenti induttori e gli indotti sono completamente separati, dal punto di vista meccanico, dal collettore.

Non sappiamo le ragioni per cui le permutatrici non ebbero fortuna, ma probabilmente ciò sarà derivato da difficoltà costruttive o da considerazioni economiche. In realtà il problema è esclusivamente costruttivo ed economico e sotto questo punto di vista non è certo detta l'ultima parola neppure per il *transvertitore*, a proposito del quale già compaiono, sulla stessa stampa tecnica inglese, obiezioni e critiche.

(N. d. R.).

:: SUNTI E SOMMARI ::

ELETTROTECNICA GENERALE.

E. NATHER — Influenza elettrostatica delle linee trifasi, senza neutro a terra, su quelle a correnti deboli. (R. O. E., 31 luglio 1923, pag. 86).

La fig. 1 rappresenta i conduttori trifasi 1, 2, 3, quello a corrente debole 4, e le rispettive immagini di fronte al suolo, 1', 2', 3', 4'. Esprimendo i valori istantanei delle tensioni con

$$\begin{aligned} e_1 &= E_0 \sin \omega t \\ e_2 &= E_0 \sin (\omega t + 120^\circ) \\ e_3 &= E_0 \sin (\omega t + 240^\circ) \end{aligned}$$

e, potendo ritenere le cariche, a regime normale, proporzionali ai valori massimi delle tensioni, avremo, per esse, i valori:

$$\begin{aligned} q_1 &= Q_0 \sin \omega t \\ q_2 &= Q_0 \sin (\omega t + 120^\circ) \\ q_3 &= Q_0 \sin (\omega t + 240^\circ) \end{aligned}$$

e quindi il valore istantaneo del potenziale nel conduttore 4, risultante di 3 grandezze sinusoidali, di egual periodo e perciò dello stesso periodo sarà:

$$v_0 \sin (\omega t + x) = Q_0 [2u_{14} \sin \omega t + 2u_{24} (\omega t + 120^\circ) + 2u_{34} \sin (\omega t + 240^\circ)] \quad (1)$$

avendo posto

$$u_{14} = \log_e \frac{D_{14}}{d_{14}} \text{ ecc.,}$$

(1) A. BARBAGELATA: Le applicazioni industriali dell'energia elettrica, pag. 237, Edizione 1912.

ed essendo nulla la carica risultante sul conduttore 4, che è isolato. E, poichè $\log_0 e = 2,3 \log_{10}$ si ottiene il valore $\frac{V_0 \infty}{4,6 Q_0} = S$ che si può esprimere graficamente componendo i valori u_{11}, u_{21}, u_{31} (fig. 2). Essendo incognita la Q_0 , nella (1), per eliminarla, si applica l'equazione ad uno dei conduttori trifasi, di potenziale noto, p. es., al 3, ed essendo nulla la carica sul 4, ed in fase i valori del potenziale e della carica sul 3, si giunge all'espressione di $\frac{E_0}{4,6 Q_0} = D$ che si può ottenere graficamente componendo i vettori $u_{13} = \log \frac{D_{11}}{d_{11}}, u_{33} = \log \frac{H_1}{\rho_1}$ e $u_{23} = \log \frac{D_{21}}{d_{21}}$ (fig. 3 a destra).

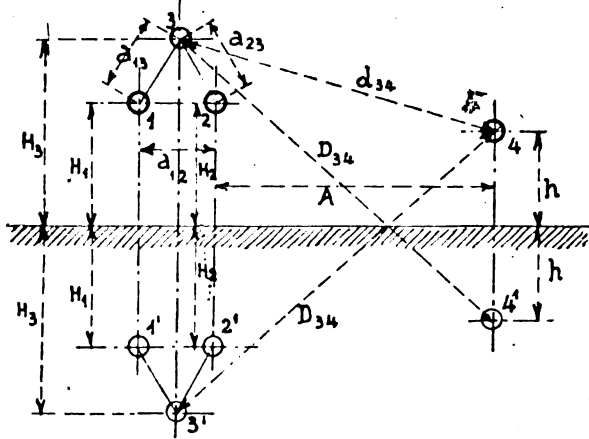


Fig. 1.

Il rapporto dei vettori S e D è eguale a $\frac{V_0 \infty}{E_0}$, cioè, passando ai valori efficaci, $\frac{V}{E}$, dove E è la tensione effettiva contro terra. Chiamando rispettivamente σ_g, σ_m e σ_k i valori maggiori, medi e minori di u (fig. 2), vediamo che S è il terzo lato di un triangolo di cui gli altri due lati formano l'angolo OTS , di 120° , e hanno per lunghezza rispettiva:

$$(\sigma_g - \sigma_m) = g = 0 T \text{ e } (\sigma_m - \sigma_k) = k = TS_3$$

Poichè in pratica, i valori σ_g, σ_m e σ_k sono molto più grandi delle differenze g e k , il contorno $OS_1 S_2 S_3$ dà solo approssimativamente il terzo lato. Invece, per costruire il triangolo OTS , si può sempre scegliere una scala tale da tener conto delle ultime decimali dei valori u ed è così che si può avere la quantità $\frac{V_0 \infty}{4,6 Q_0}$, molto piccola, con buona approssimazione, anche graficamente.

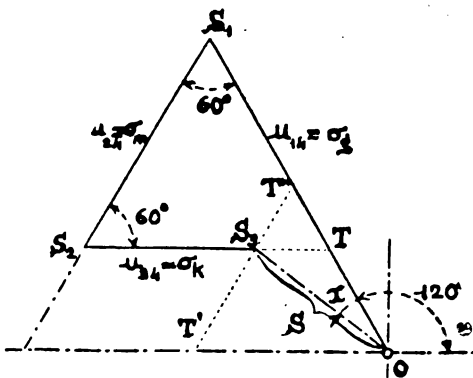


Fig. 2.

L'espressione esatta di essa è

$$S = \sqrt{g^2 + k^2 - 2 g k \cos 120^\circ} = \sqrt{g^2 + k^2 + g k},$$

analoga a quella trovata dal Lienemann, cui si può riportare determinando S dal triangolo $OS_1 T'$ invece che da quello $OS_1 T$.

Dalla fig. 3 (destra) si ha:

$$\frac{E_0}{4,6 Q_0} = u_{33} - u_{13} = u_{33} - u_{23}$$

e, poichè nelle u entrano le distanze dei conduttori dal suolo e fra di loro, che, in pratica, restano contenute in certi limiti, possiamo sostituire le medie rispettive:

$$\varepsilon = \frac{u_{11} + u_{22} + u_{33}}{3} \text{ e } \delta = \frac{u_{12} + u_{13} + u_{23}}{3}$$

ottenendo così

$$\frac{E_0}{4,6 Q_0} = \varepsilon - \delta \text{ e } \frac{V_{\infty}}{E} = \frac{S}{\varepsilon - \delta} \quad (2)$$

e quindi

$$S = \sqrt{\sigma_g^2 + \sigma_m^2 + \sigma_k^2 - \sigma_g \sigma_m - \sigma_g \sigma_k - \sigma_m \sigma_k}$$

formola che è un caso particolare di quella, più generale, di Subri e si accosta a quella di Brauns.

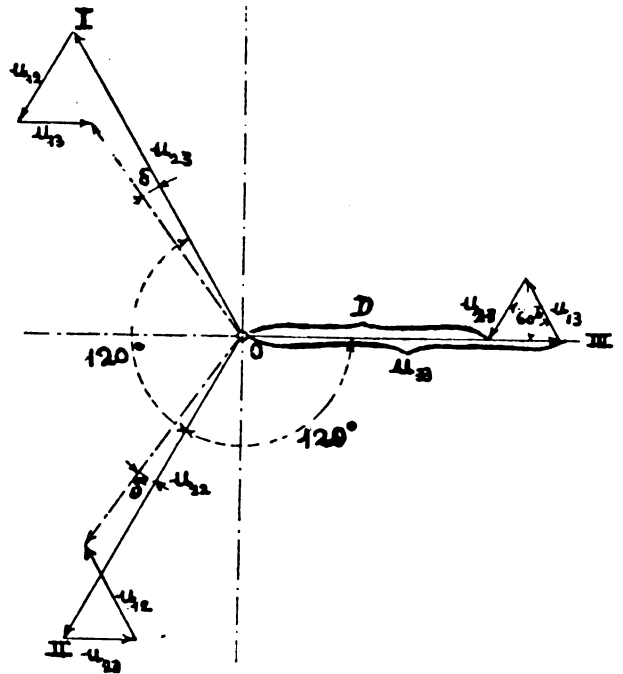


Fig. 3.

Nel caso di disposizione simmetrica delle fasi presa come esempio dallo Schrottké (E.T.Z., 1907, p. 708), $\alpha_k = \sigma_g = \sigma_m$ e $g=0$, sicchè

$$\frac{V_{\infty}}{E} = \frac{k}{\varepsilon - \delta} = 0,0663$$

e, ponendo, p. es., $E = \frac{40\,000}{\sqrt{3}} = 23\,120 \text{ V}$

si ha contro terra $V_{\infty} = 1530 \text{ V}$, mentre lo Schrottké trova 1540 V .

La considerazione di una fase invece di un'altra, porta delle leggere differenze nei diagrammi, ma l'A., trattando il caso in cui lo scarto fra le fasi sia massimo, e mostrando come sia trascurabile l'angolo d'orrore δ (figura 3) che risulta dalle differenze tra le u_{12}, u_{13}, u_{23} , conferma che può ritenersi che la tensione e la carica siano in fase anche quando la linea non ha transposizione. Perciò il diagramma di una delle fasi rappresenta con buona esattezza le condizioni di carica su tutte le fasi.

I diagrammi e l'equazione (2) valgono ancora se i conduttori sono disposti in piano orizzontale o verticale; cambiano solo i valori di ε e δ .

L'A. dà per i casi del piano verticale, del triangolo equilatero e del triangolo isoscele con altezza orizzontale, le espressioni della formula di Lienemann.

e. m. a.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

E. L. CHAFFEE — Studio oscillografico delle caratteristiche dei triodi. (Proc. Inst. Radio Eng., Vol. 10, N. 6, dicembre 1922, pag. 440)

Nello studio del funzionamento delle valvole ioniche, o triodi, è di capitale importanza il tracciamento delle caratteristiche, che di solito vien fatto per punti. Con tale sistema sfuggono però alcune anomalie, che possono spiegarci qualche particolare di funzionamento delle valvole stesse. Molto più completi sono senza dubbio gli oscillogrammi; e l'A. descrive un suo metodo che permette di rilevarli abbastanza agevolmente, riportando, a guisa di esempio alcuni dei risultati fra i più caratteristici da lui ottenuti.

Lo schema adottato è quello in fig. 1. I due equipaggi O_1 ed O_2 di un oscillografo speciale sono inseriti rispettivamente nel circuito di griglia e nel circuito anodico. I due fasci luminosi dell'oscillografo tracciano il loro diagramma sopra un foglio di carta sensibile, avvolto su di un tamburo. Il motore, che fa ruotare il tamburo, fa contemporaneamente scorrere un contatto su di un potenziometro circolare P inserito nel circuito di griglia: in tal modo la distanza misurate lungo la periferia del tamburo ossia lungo l'asse dei tempi sono

proporzionali alla tensione di griglia. Nel circuito di griglia è inoltre inserito un invertitore S : quando questo è chiuso a destra, una piccola tensione alternata a bassa frequenza (6 periodi) viene sovrapposta alla tensione di griglia gradualmente crescente per lo spostarsi del contatto sul potenziometro P : la corrente anodica in tal caso rivela delle corrispondenti variazioni in più o in meno, rispetto al suo valor medio, le quali si compiono anch'esse con frequenza 6 ed hanno ampiezza massima in quella zona della caratteristica, in cui è mas-

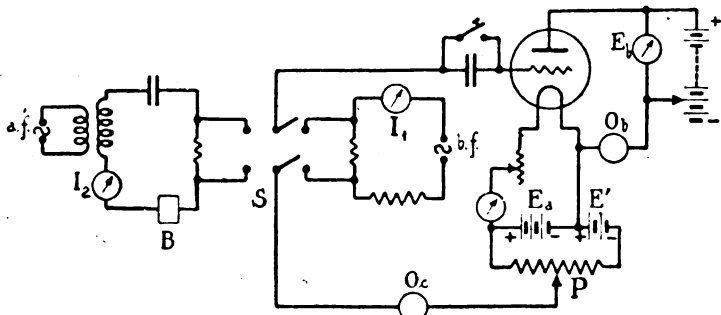


Fig. 1.

simo il potere amplificatore. Quando invece l'invertitore S è chiuso a sinistra viene introdotta nel circuito di griglia una d. d. p. alternativa di frequenza radiotelegrafica, che viene però interrotta da un vibratore B ancora con frequenza di 6 interruzioni al minuto*secondo. In tal modo, fra una interruzione e l'altra, alla tensione di griglia viene sovrapposta una piccola tensione alternata di frequenza radiotelegrafica, e la corrente anodica presenta delle variazioni con frequenza radiotelegrafica che l'equipaggio O dell'oscillografo non può se-

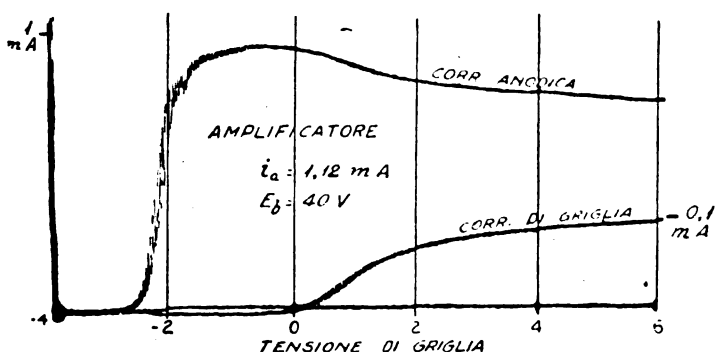


Fig. 2.

guire, essendo la sua frequenza proprio molto più bassa; esso invece integra queste variazioni cioè rivela le variazioni di valor medio della corrente anodica provocate dalla tensione oscillatoria applicata alla griglia. Tali variazioni danno la misura del potere raddrizzatore del triodo nelle diverse zone della caratteristica.

L'A. ha usato il metodo suseposto specialmente per lo studio del comportamento delle valvole ioniche a vuoto non eccessivamente spinto, ed i diagrammi che si riportano si riferiscono appunto a valvole

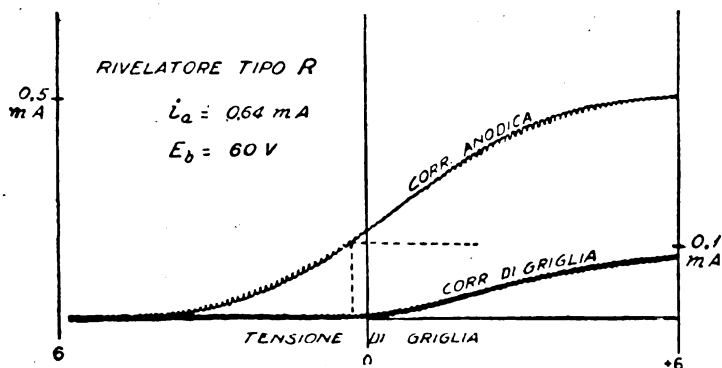


Fig. 3.

ioniche di codesto tipo. Nel diagramma della fig. 2 la valvola funziona da amplificatrice e in quello della fig. 3 da raddrizzatrice: essi sono esattamente quali si potevano prevedere: nel primo caso forti variazioni nel tratto rettilineo (funzione amplificatrice) e nel secondo forti variazioni nelle zone dei gomiti (funzione raddrizzatrice).

Ancora più interessante è il diagramma della fig. 4 che spiega alcune proprietà di funzionamento delle valvole ioniche a basso vuoto. E infatti ben noto che queste, per certi valori critici della tensione di placca e di griglia e della corrente di accensione, presentano spesso una grandissima sensibilità come raddrizzatrici: tale sensibilità è dovuta a piccole cuspidi, in alcuni punti della caratteristica, dovute a

la ionizzazione delle tracce di gas contenute nella valvola. Tali cuspidi, che non sono rilevabili nelle caratteristiche costruite per punti, sono del tutto appariscenti col metodo oscillografico. Nel diagramma della fig. 4, infatti, che si riferisce ad una valvola a basso vuoto sperimentata come raddrizzatore con tensione anodica di 18 volt e corrente di accensione piuttosto alta, si notano due cuspidi in a e in b nella curva della corrente anodica, ed una sola in b nella curva della corrente di griglia. Le cuspidi in b si spiegano facilmente: le piccole tracce di gas vengono ionizzate dal campo esistente fra anodo e griglia e danno luogo a ioni positivi: questi sono attratti verso la griglia ed in parte passano anche attraverso ad essa dirigendosi verso il filamento che è ad un potenziale ancora più basso. La carica spa-

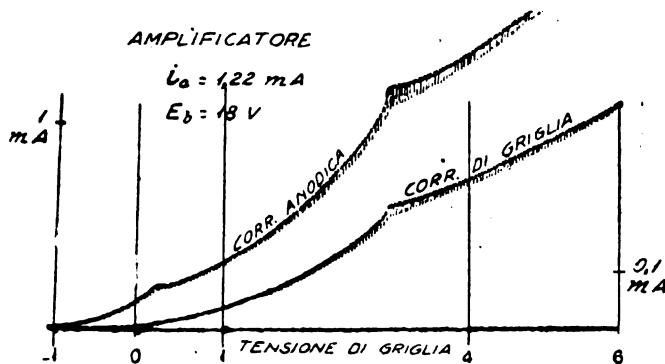


Fig. 4.

ziale fra filamento e griglia viene perciò parzialmente neutralizzata, e ne consegue un aumento nella corrente anodica e di griglia. Non appena però il gas si ionizza completamente non si ha ulteriore aumento degli ioni positivi e le curve ritornano alla loro forma primitiva. Diversa è invece la causa della cuspidi in a : gli elettroni hanno una velocità insufficiente per ionizzare gli atomi del gas, ma sufficiente per provocare da essi la emissione dei raggi ultravioletti. A tale velocità, cosiddetta di risonanza, si ha perciò un assorbimento di parte dell'energia degli elettroni e quindi una diminuzione di potenziale fra filamento e placca e da ciò un ritardo, o una vera e propria diminuzione, nell'intensità della corrente anodica pure aumentando il potenziale di griglia. La posizione delle cuspidi dipende dal genere di gas e dalle costanti della valvola.

C. C.

* *

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

H. MARCHAND — Nuove applicazioni dei tubi a gas rari. (R. G. des Sc. 30 novembre 1922, N. 22, pag. 634 e 635).

E' noto da parecchi anni che il tubo di Geissler può fare le veci di una comune lampadina elettrica da illuminazione per tensioni industriali, purché esso contenga elio, o neon, o argon i quali facilitano la scarica abbassando la tensione d'innescamento e quella di regime. E però da notarsi che su questi effetti esercita una influenza prevalente la natura del metallo degli elettrodi, ed infatti un catodo di ferro, o di un metallo alcalino sotto forma di amalgama, contribuiscono singolarmente alla riduzione delle tensioni. Il tubo a neon di Claude viene già da qualche tempo usato come lampadina di controllo dello stato degli impianti di segnalazioni, di sicurezza, ecc., e come lampada réclame per la pubblicità. E poi abbastanza diffuso un tipo di lampada di controllo a neon col catodo di ferro in forma emisferica, nell'interno del quale penetra l'anodo di ferro anch'esso. Anodo e catodo sono collocati entro un ordinario bulbo di lampadina a filamento metallico con innesto Edison provveduto di resistenza di protezione. Una lampada siffatta inserita in un circuito a 220 V, ed avente una resistenza di protezione di 1500 Ω consuma circa 5 W, mentre una lampada usuale a filamento metallico, per piccola che sia, assorbe sotto la medesima tensione, 20 W almeno. Il bulbo di codesta lampada che è ripieno di un miscuglio di elio e neon alla pressione di 8 o 10 mm, dalla regione circostante al catodo emana una placida luce aranciata. La resistenza evita le correnti troppo intense e riducendole a qualche frazione di ampère fa sì che un tubo possa durare più di 3000 ore.

La proprietà del tubo di richiedere una tensione invariabile che si mantiene intorno ai 150 V ne ha già permessa la diffusione come riduttore di tensione negli impianti telegrafici e telefonici nei quali occorrono correnti deboli. Anzi la costruzione dei tubi adottati a tali scopi riesce molto semplificata perché al catodo emisferico si sostituisce una lamella di latta ripiegata a V e posta a cavalcioni sull'anodo. In quelli usati per la telegrafia si monta una resistenza di 500 Ω la quale limita l'intensità della corrente ad un massimo di 25 o 30 mA. Quelli per la telegrafia i quali debbono lasciar passare correnti intorno ai 200 mA sono di dimensioni maggiori, hanno il catodo cilindrico e l'anodo costituito di una laminetta foggata a Z: i loro bulbi sono lunghi 23 cm, hanno un diametro di 7 cm e resistenza di protezione montata a parte. Per ottenere tensioni superiori, fino a 220 V, come esigono le lunghe linee telegrafiche, funziona da catodo un'amalgama di potassio e piombo che viene a trovarsi nella

parte più bassa del tubo il quale perciò dev'essere mantenuto in posizione verticale: un'asticella di ferro stabilisce il collegamento elettrico. L'amalgama, solida alla temperatura ordinaria, fonde al passaggio della corrente. Un tubo del tipo commerciale (25 cm di lunghezza per 5 di diametro) produce una caduta dai 70 agli 80 V cosicchè con una tensione di 220 V ne rimangono 140 o 150 disponibili, e 30 o 40 con una tensione di 110 V.

Finalmente se nel tubo del tipo per telegrafia si sostituisce l'angolo a Z con un altro formato da una bacchetta di ferro rivestita da un tubo di vetro fino alla sua punta, si ottiene un apparecchio atto a trasformare le correnti alternate in correnti pulsanti unidirezionali in quanto il passaggio di corrente nelle semionde negative risulta praticamente nullo. Un apparecchio simile può servire per caricare piccole batterie di accumulatori e fornisce tensioni raddrizzate di 60 o 65 V; esso meriterebbe l'attenzione e lo studio non solo dei fisici, ma anche dei costruttori.

A. Me.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

H. DE RAEMY — Sottostazione ferroviaria all'aperto. (R. G. E., 14 luglio 1923, pag. 49).

Fra le 14 sottostazioni della linea Dax-Toulouse (Chemins de fer du midi), offre particolare interesse quella di Coarraze-Nay, che è la prima sottostazione ferroviaria all'aperto (fig. 1). Due linee vi conducono la corrente trifase a 60.000 V che, ridotta a 1150 V e, convertita in continua da convertitrici esafasi, a 1500 V, alimenta la linea di contatto mediante tre « feeder » doppi. Di tutto l'impianto, è

di ritardo, fra 2'' e 20''. Ciascun polo ha 2 contatti principali, 2 ausiliari e 4 di rottura, a frizione, per intensità normale di 300 A; provati a 600 A per 15', la loro temperatura ha superato di soli 10° C quella ambiente. Per limitare l'effetto della brusca chiusura,

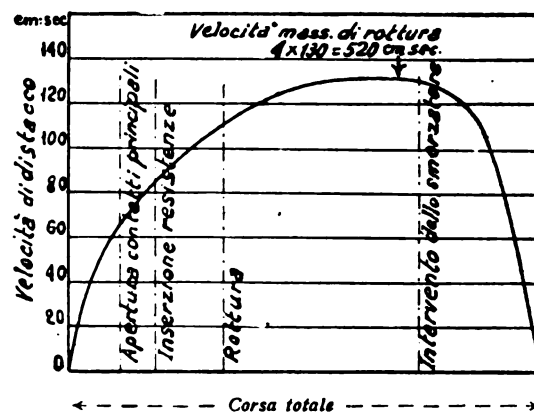


Fig. 2.

una resistenza di sicurezza è intercalata nel circuito dai contatti ausiliari, durante circa 5 periodi dell'onda generata. La fig. 2 mostra la variazione della velocità che, a fine corsa, è ridotta dall'intervento di potenti smorzatori. Gli interruttori possono scorrere su binario

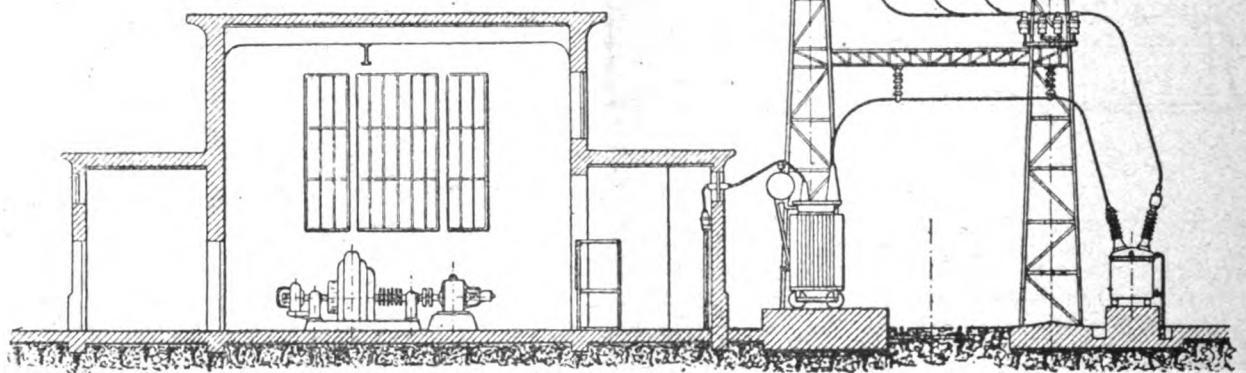


Fig. 1.

in locale chiuso solo la parte comprendente le convertitrici, il quadro a 1500 V e i servizi ausiliari; tutto il materiale è di costruzione francese. Specialmente studiati, per l'impianto all'aperto, sono gli interruttori a 60.000 V, le cui caratteristiche sono: Intensità di regime, 300 A; tensione normale 60.000 V; potenza di rottura, 300.000 kVA; quantità di olio per polo, 800 litri; distacco tripolare automatico ed intensità massima e azione ritardata; comando a distanza, a corrente continua. I risultati delle prove danno le seguenti tensioni disruptive: a secco, 220.000 V; sotto pioggia di mm 6 al l', in senso verticale, 185.000 V; sotto pioggia di pari intensità, ma a 45°, 160.000 V; in questo ultimo caso (il più sfavorevole perchè uno dei poli dell'impianto era a terra), il coefficiente di sicurezza degli isolatori d'entrata superava ancora 2,5.

Elemento interessante, in tal genere di impianti, è il coefficiente di utilizzazione sotto pioggia, cioè il rapporto fra le tensioni disruptive sotto pioggia e a secco. Nel caso presente, esso è di 80 %, per pioggia verticale e 72 % per pioggia a 45°.

Gli interruttori comandati o a mano, o a distanza, elettricamente, sono a corrente continua a 110 V; la potenza assorbita all'inserzione, che dura 0,4 di secondo, è di 7 kW. Il comando a mano ha un dispositivo di blocco per impedire la reinserzione, e renderlo indipendente dal comando elettrico. Il distacco può comandarsi o a mano, mediante bottone; o elettricamente, a distanza, mediante bottone, collocato nel locale della sottostazione; o automaticamente, ad azione ritardata, mediante relais a massima, in caso di sovraccarichi. Contro questi, i trasformatori sono difesi da relais ad alta tensione, installati sui morsetti degli interruttori a solenoide corazzato, e trasmissione di moto fino all'elemento antagonista, contenuto in cassa stagna esterna, che regola l'intensità di distacco, fra 16 e 25 A, e il dispositivo

Decauville; l'accoppiamento e il comando elettrico si eseguono mediante cardani.

In un'installazione all'aperto ha massima importanza la filtratura e conservazione dell'olio. Per garantirle, in questa sottostazione, le casse degli interruttori sono connesse a 2 collettori di olio, che convergono ad un estremo dell'impianto, e dei vagoni-officina, con filtri-pressa, serbatoi, ecc. visitano periodicamente la sottostazione e, in poche ore, senza interrompere il servizio, eseguono la rigenerazione dell'olio. Per la difesa contro la ruggine, le parti di ferro sono zincate col processo Schoop.

I coltelli sezionatori a rotazione in piano orizzontale, con contatti per 300 A normali, sono comandati, dal basso delle colonne, mediante leve munite di indicatori ottici di posizione. I contatti e i coltelli mobili, anziché essere suggeriti, ciò che provoca inconvenienti, sono bullonati. L'equipaggio mobile è costituito da 2 isolatori gemelli, ciò che evita lo sforzo di torsione all'attacco degli steli che si è visto non resistere agli urti delle manovre. E' notevole anche l'applicazione del processo Scoop alla zincatura di un anello sulla campana superiore dell'isolatore, per evitare il fatto che il contatto imperfetto fra le calotte dei contattori e la testa dell'isolatore stesso, produca, a tensioni relativamente basse, scintille nutritive. Con questo artificio s'è potuto elevare del 10 per cento la tensione disruptive degli isolatori.

e. m. a.

I Soci vitalizi o perpetui sono i più benemeriti della Associazione. -- -- --

:: :: :: CRONACA :: :: ::

La prima Conferenza dell'Energia Mondiale

Londra, 30 giugno-12 luglio 1924.

Nella nota di redazione accenniamo alle ragioni per cui non è praticamente possibile fare un resoconto organico della Conferenza, tale che possa presentare un reale interesse per i nostri lettori. La cronaca oggettiva si ridurrebbe infatti ad una arida elencazione dei nomi dei relatori che successivamente riassunsero le loro memorie e, al più, ad un brevissimo riassunto di queste.

Poichè non tutti i relatori erano presenti e di moltissime relazioni quindi non si parlò, e poichè non è detto che le memorie riassunte a Londra siano state sempre le più interessanti di ciascun gruppo, ci sembra preferibile di procedere ad un esame un po' più organico della massa veramente imponente delle memorie pubblicate (oltre trecento) scegliendo e riassumendo quelle che più particolarmente possono interessare i nostri lettori. Rinviamo necessariamente questo lavoro ai prossimi numeri, ci limiteremo qui a dare qualche sommaria notizia sull'andamento della Conferenza e su quanto più d'avvicino può interessare i lettori italiani.

I lavori della conferenza cominciarono effettivamente il martedì 1° Luglio, dopo la cerimonia inaugurale del 30 di cui già ci occupammo nel numero scorso. Tranne che nella prima e nell'ultima giornata il lavoro fu suddiviso sempre in due o tre sezioni che funzionavano contemporaneamente in due o tre sale vicine. Le sedute duravano di regola dalle 10^{1/2} alle 12^{3/4} e dalle 14^{1/2} alle 17. Le singole sedute furono presiedute a turno da rappresentanti di diverse nazioni. Così toccò all'Ing. Renzo Norsa di presiedere la Sezione 1ª nella seduta antimeridiana del 3 Luglio ed al Prof. L. Lombardi di presiedere alle Sedute antim. del 10 Luglio.

Ad ogni seduta erano già predestinati un certo gruppo di rapporti; talvolta così numerosi che non sarebbe materialmente bastato il tempo a riassumerli tutti. Fortunatamente (è il caso di dire!) molti relatori non erano presenti; ma qualche volta il tempo mancò effettivamente. Fra i sacrificati fu il nostro collega *Rebora* che vide soppresso il suo turno. I relatori parlavano generalmente in inglese; molti però si espressero in francese, ma non ci furono traduzioni.

Nella seduta pom. del 1° Luglio, l'Ing. Norsa riassunse la memoria del Prof. De Marchi sull'organizzazione dell'Ufficio Idrografico Italiano e sulle nostre risorse di energia idraulica. In una seduta del 3 Luglio ancora l'Ing. Norsa riassunse la relazione del Prof. Motta sulla coesistenza degli impianti idroelettrici e termoelettrici nei riguardi dell'economia della produzione, mentre la mattina del 4, gli ingegneri *Mangliagalli* ed *Uccelli* trattarono dei più recenti progressi della tecnica italiana nella costruzione rispettivamente delle dighe di ritenuta e delle turbine idrauliche.

Nel pomeriggio del 7 toccò all'Ing. G. Semenza di trattare sulla continuità e regolarità di servizio delle grandi reti, e la mattina successiva l'Ing. Norsa riassunse la propria relazione sullo sviluppo e sui limiti del funzionamento in parallelo delle grandi reti, mentre l'Ing. Del Buono tratteggiò l'odierna tecnica italiana sul calcolo elettrico delle grandi linee. La relazione complementare, sul calcolo meccanico, dell'Ing. Rebora fu soppressa per mancanza di tempo. La mattina stessa l'Ing. Emanueli trattò dei cavi ad altissima tensione, mentre in un'altra sezione della conferenza ancora l'Ing. Norsa riassunse le relazioni dell'Ing. Tosi sui grandi motori a combustione interna. Infine, la mattina del 10, il Prof. Lombardi che presiedeva la seduta, riassunse la relazione del Prof. Tajani sulla elettrotrazione in Italia, mentre, in altra Sezione l'Ing. G. Semenza riassunse quella del Prof. Giolitti sulla elettrometallurgia italiana.

Come già detto, le discussioni si ridussero a poca cosa. Parecchie volte fu concessa la parola a non relatori, ma si trattò quasi sempre di vere e proprie relazioni supplementari.

Così fra l'altro l'Ing. Marco Semenza parlò della situazione degli impianti italiani nei loro rapporti collo Stato, esprimendo il suo reciso avviso contrario ad ogni statizzazione, e l'Ing. Guido Semenza a proposito del trasporto di energia elettrica dalla penisola Scandinava alla Danimarca, illustrò gli analoghi progetti italiani di attraversamento dello stretto di Messina, ed altra volta, ad invito del Prof. Lombardi, aggiunse molte notizie alla relazione Tajani sulla elettrotrazione in Italia. Solo nella riunione dell'8 si ebbe un inizio di discussione, non molto ordinata a vero dire, suscitata dalle comunicazioni dell'*Highfield* sul nuovo transverter e del nostro collega Emanueli sui cavi ad altissima tensione. All'*Highfield* furono mosse da due o tre oratori osservazioni e domande specialmente nei riguardi dei fenomeni di reazione che avvengono nel transverter soprattutto quando deve trasformare energia a c. c. in energia trifase con bassi fattori di potenza. Rispose l'*Highfield* ricordando che anche nell'ordinario convertitore ruotante i fenomeni di reazione sono tutt'altro che semplici e chiari ed assicurando, senza però aggiungere particolari, che nel transverter le reazioni sono perfettamente compensate. Della comunicazione del nostro collega Emanueli fu fatto rilevare dal Prof. Melson e da altri, la grande importanza, mentre al *Dursheath* che aveva mosso qualche appunto dovuto alla necessaria incompletezza del riassunto orale rispose esaurientemente il collega nostro riferendosi al testo stampato.

*

Nella seduta plenaria del venerdì (11) mattina, dopo un discorso riassuntivo del presidente Merrill (U.S.A.) fu data lettura del seguente o. d. g. che era stato concordato nei giorni precedenti da un comitato costituito dai rappresentanti delle diverse nazioni:

«*Spinti dal comune desiderio di sviluppare lo sfruttamento delle energie naturali e di studiare i problemi relativi, e genericamente di proseguire i lavori cominciati in questa prima conferenza mondiale dell'energia, i sottoscritti hanno firmato per se e per i rispettivi comitati nazionali questo memorandum:*

1° - *E' desiderabile che i lavori della W.P.C. siano continuati e che sia presa in considerazione la possibilità e convenienza di creare in seguito una istituzione permanente sotto quel nome che si riterrà più consono alle sue attività: e a tale scopo:*

2° - *Ciascun Paese partecipante alla prima W.P.C. è invitato a costituire o mantenere un Comitato Nazionale permanente che ne rappresenti nel modo migliore gli interessi nei problemi relativi alla energia;*

3° - *Gli attuali membri del Comitato esecutivo della 1ª W.P.C. continueranno provvisoriamente ad occuparsi di quanto può essere conseguenza delle presenti decisioni;*

4° - *Ciascun comitato nazionale designerà entro sei mesi un suo delegato a far parte del Comitato internazionale.*

5° - *Quei paesi che non ritenessero per il momento conveniente la creazione di un comitato nazionale, potranno nominare un corrispondente mediante il quale potranno mantenersi in relazione col Comitato internazionale.*

6° - *Una riunione del Comitato Internazionale sarà tenuta entro un ragionevole lasso di tempo, per deliberare — sentiti i singoli Comitati Nazionali — la linea di condotta da seguire per l'avvenire, tenendo presente la necessità di non interferire con le funzioni di altre analoghe organizzazioni internazionali.*

8° - *L'attuale direttore-organizzatore ed il suo ufficio rimarranno, provvisoriamente, come organo di collegamento fra i diversi comitati nazionali.*

8° - *La prossima riunione della W.P.C. si terrà in epoca e luogo da determinarsi dal Comitato internazionale con l'approvazione dei rispettivi Comitati nazionali. Per quanto possibile, le future conferenze si terranno in differenti Paesi».*

Questo o. d. g. illustrato dal delegato italiano (Ing. G. Semenza), appoggiato dal delegato francese e portante le firme di tutti i capi di delegazione, fu approvato all'unanimità.

Su proposta inglese, appoggiata dagli S. U. fu pure approvato il seguente o. d. g.:

«*Questa Conferenza è d'opinione che fra i maggiori bisogni del mondo d'oggi sia da annoverarsi una maggiore produzione industriale e manifatturiera per promuovere la prosperità e il benessere individuali, e che tale risultato può essere ottenuto sviluppando lo sfruttamento delle sorgenti nazionali di energia e i più economici mezzi di distribuzione dell'energia stessa».*

Furono poi approvati altri ordini del giorno di ringraziamento e di elogio ai delegati ed agli organizzatori della Conferenza. Quindi il delegato francese presentò una mozione nella quale si faceva voto che in una eventuale futura Conferenza fosse reso obbligatorio per tutti i relatori l'uso del sistema metrico decimale. In appoggio parlò il rappresentante del Sud-Africa; ma la mozione non fu nè discussa nè messa ai voti. E' da augurarsi che essa non rimanga tuttavia lettera morta e che sia presa in seria considerazione dal futuro Comitato internazionale insieme con la proposta, che era stata avanzata anche dai delegati italiani, dell'adozione di una seconda lingua ufficiale, analogamente a quanto si fa per es. nella Commissione Elettrotecnica Internazionale.

La seduta del pomeriggio fu tutta occupata dai discorsi ufficiali di chiusura tenuti dai rappresentanti ufficiali delle singole nazioni.

*

Così è finita la prima Conferenza dell'Energia Mondiale. Nel programma figuravano ancora delle interessanti visite tecniche a Birmingham, Cambridge, ecc.; ma i relativi inviti furono riservati ai rappresentanti dei dominions.

Parallelamente ai lavori, si ebbe naturalmente anche la parte ricevimenti e banchetti. Vi fu un ricevimento a Corte riservato a due o tre delegati ufficiali di ogni nazione; un ricevimento alla Camera dei comuni, un pranzo offerto dalla Lega Italo Britannica, un altro offerto dalla Delegazione Americana, ecc., ecc.

La delegazione italiana organizzò nella serata dell'8 Luglio un riuscitissimo trattenimento nella sala stessa delle Conferenze. Dopo una lettura del Principe Ginori-Conti sull'impianto di Larderello — impianto veramente unico al mondo, utilizzando l'energia termica dei soffioni boraciferi — furono proiettate due films illustranti la prima, lo stesso impianto di Larderello e la seconda, brevemente commentata dall'Ing. Emirico Vismara, alcuni dei più moderni e grandiosi nostri impianti idroelettrici. Le due film furono seguite con vivo interesse dalla numerosa assemblea e salutate spesso da applausi assai significativi e costituirono senza dubbio un efficacissimo mezzo per diffondere all'estero la conoscenza dell'alto grado di sviluppo raggiunto dall'industria elettrica italiana.

L'Ing. G. Semenza che già aveva dato il benvenuto agli ospiti, in italiano ed in inglese, dicendosi lieto che almeno una volta la nostra armoniosa lingua potesse risuonare nei locali della conferenza, invitò quindi i convenuti, fra cui numerosissime le signore, nella sala vicina nella quale fu servito un ricco rinfresco.

*

Volendo riassumere il bilancio di questa prima Conferenza non possiamo che rifarci a quanto è detto in altra parte del giornale. Lo sforzo compiuto fu veramente imponente e gli atti della Conferenza, ricchi di oltre 300 memorie, saranno un documento che segnerà veramente una data nella storia dello sfruttamento delle energie naturali.

Per rendere altrettanto e più utili nuove eventuali conferenze nell'avvenire sarà indispensabile una diversa organizzazione. Nel Comitato organizzatore che ha predisposto l'andamento della Conferenza e gli o. d. g. di conclusione (comitato nel quale l'Italia fu rappresentata dagli ingegneri Guido e Marco Semenza, Emanuelli e Barbagelata) si è molto parlato, ad iniziativa italiana, di questa futura organizzazione, i cui capisaldi dovrebbero essere il preventivo coordinamento, attraverso ai comitati nazionali ed al comitato internazionale, del materiale raccolto intorno a pochi argomenti determinati; la sua condensazione, se è lecito dire, in pochi rapporti riassuntivi da distribuire tempestivamente e da portare in discussione alla Conferenza. Evitando le interferenze con altre istituzioni od organismi analoghi (come la Conferenza di Parigi sulle alte tensioni o, d'altra parte, la Commissione elettrotecnica internazionale) adottando per le discussioni una doppia lingua ufficiale e generalizzando l'adozione del sistema metrico decimale, si può sperare che i risultati concreti di simili adunate siano adeguati al dispendio di energie rappresentato dal lavoro di organizzazione e soprattutto dallo spostamento di tante persone dalle più lontane parti del globo.

* *

Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Nei giorni 15, 16, 17 e 18 corrente si sono riuniti a Londra alcuni comitati di studio della C.E.I. e precisamente il Comitato per le Macchine, quello per la Nomenclatura e quello per i Simboli, nonché due nuovi Comitati di nuova costituzione destinati ad occuparsi dei motori di trazione e degli olii per apparecchi elettrici.

Ci riserviamo di dare nel prossimo numero un ampio resoconto dei lavori dei vari comitati. Qui vogliamo solo ricordare che l'Ing. Guido Semenza che per la prima volta presiedeva la riunione della C.E.I. fu assai festeggiato. Come annunciammo, la delegazione italiana era costituita dal Prof. Lombardi, al quale fu affidata la presidenza del Comitato Nomenclatura, e dai colleghi Morelli e Barbagelata.

DECRETI, LEGGI E REGOLAMENTI

Schema di Norme per gli impianti elettrici a bordo.

Oggetto delle norme e loro portata.

Art. 1. — Le norme seguenti si applicano agli impianti elettrici a bordo delle navi mercantili e non riguardano gli impianti di propulsione elettrica.

Art. 2. — Lo scopo di queste norme è quello di fornire un insieme di disposizioni che faciliti:

- a) La stipulazione dei contratti;
- b) Le operazioni di collaudo;
- c) La sorveglianza del registro di classificazione.

Art. 3. — Queste norme sono soggette a revisione periodica triennale.

Generalità.

Art. 4. — Le stazioni elettrogeneratrici possono essere stabilite in locali separati da quello dell'apparato motore principale di bordo, oppure essere contenute nel medesimo locale. In ogni caso debbono trovarsi in un ambiente sufficientemente capace, onde tutte le parti del macchinario ivi sistemato siano comodamente accessibili e facilmente smontabili.

Vi dev'essere inoltre assicurata un'efficiente ventilazione, per modo da non superare, salvo casi eccezionalmente sfavorevoli di temperatura esterna, una temperatura ambiente di 40° centigradi. Lo zoccolo e la carcassa degli elettrogeneratori e delle rispettive motrici devono essere convenientemente collegati con lo scafo.

Art. 5. — Nel progetto e nella costruzione del bastimento si consiglia di tenere presenti le esigenze dell'impianto elettrico e in particolare:

- a) di prevedere la migliore sistemazione dei conduttori elettrici;
- b) di provvedere alla sistemazione dei conduttori, delle dinamo, dei motori e della stazione radiotelegrafica, in modo che le bussole si trovino ad una distanza tale da non essere influenzate in misura praticamente sensibile (105).

Art. 6. — Per rendere più sicuro il funzionamento regolare dell'impianto elettrico, si consiglia di dotarlo degli opportuni pezzi di riserva.

Motrici termiche.

Art. 7. — Le macchine che forniscono energia ai generatori elettrici debbono essere installate per modo che si possano estrarre facilmente le parti soggette a manutenzione (stantuffi ed organi di distribuzione per le motrici a cilindro; rotore ed accessori per le turbine).

Art. 8. — Le macchine motrici e i generatori elettrici debbono essere accoppiati direttamente, e montati sopra una medesima base.

Art. 9. — Le macchine motrici e i generatori elettrici non devono essere soggetti a spruzzi d'acqua, o raggiunti da acqua stagnante. Fra le motrici e i generatori converrà mettere una lamiera di protezione, quando questi non siano già convenientemente protetti da altri schermi.

Art. 10. — Il regolatore della motrice (escluse le turbine a vapore) deve essere costruito in modo da non permettere uno scarto permanente di velocità superiore al 6 % del valore normale quando il carico passa istantaneamente dal valore normale a zero, e uno scarto istantaneo non superiore al 10 %.

Art. 11. — Quando vengono impiegate turbine a vapore, lo scarto permanente ed istantaneo dovrà essere rispettivamente non superiore al 3 ed al 5 %: dovrà inoltre essere installato un regolatore di sicurezza, che fermi automaticamente la macchina quando il numero di giri sia aumentato del 10 %.

Art. 12. — I motori e le tubolature devono poter sopportare l'intera pressione nel caso in cui, essendo installata la valvola di riduzione, questa non funzioni.

I complessi elettrogeni devono funzionare senza inconvenienti con pressioni del 20 % superiori alla normale.

Un separatore d'acqua sarà inserito sulla tubolatura di ammissione ai complessi elettrogeni.

Art. 13. — La lubrificazione dei generatori e delle rispettive motrici deve funzionare con sicurezza e regolarità, anche quando la piattaforma del complesso sia inclinata in qualunque senso di un angolo di 15° rispetto all'orizzonte.

Nella lubrificazione ad anelli, questi devono essere impediti di scorrere lungo l'albero. I cuscinetti saranno provvisti di opportuni dispositivi per evitare dispersioni del loro lubrificante.

Per i gruppi più importanti gli assi di rotazione verranno, per quanto possibile, disposti in direzione di poppa-prora.

Generatori elettrici.

Art. 14. — La tensione per l'impianto a bordo non deve superare i 250 volt, corrente continua. Per l'illuminazione è raccomandabile di non superare i 150 volt. La variazione di tensione del generatore da pieno carico a vuoto, a giri costanti, non deve superare il 10 per cento.

Art. 15. — E' vietato munire i gruppi elettrogeni di anelli per presa di corrente alimentanti linee a corrente alternata per apparecchi radiotelegrafici e simili.

Art. 16. — Ogni generatore dovrà essere munito di targa. Essa deve dar modo da sola ad un tecnico di conoscere quei dati essenziali della macchina che gli permettano di adoperarla senza danneggiarla. La targa porterà il nome del costruttore, il tipo, la data e il numero di fabbricazione, le indicazioni caratteristiche:

Generatore (c. c.).

Potenza in Kilowatt (kW).

Tensione ai morsetti in Volt.

Corrente in Ampère.

Velocità di rotazione in giri al minuto primo.

Se una macchina è costruita secondo le prescrizioni contenute nelle presenti Norme, deve portare sulla targa il monogramma O.

Il senso di rotazione dovrà essere indicato sul generatore mediante una freccia. (E' opportuno stabilire all'ordinazione il senso di rotazione voluto).

Art. 17. — L'indotto del generatore dovrà potersi facilmente smontare senza che sia necessario spostare parte di motrice o di tubolatura.

Art. 18. — La posizione sulla quale debbono essere fissate le spazzole deve essere marcata chiaramente a mezzo di indici, e non deve variare da zero a pieno carico.

Art. 19. — La macchina a corrente continua per un periodo di funzionamento ordinario di almeno 10 ore non deve richiedere alcuna cura speciale di manutenzione o di pulizia alle spazzole ed al collettore.

Art. 20. — La potenza normale di una macchina non deve essere sorpassata in servizio continuo, ed il venditore non è tenuto a garantire la buona conservazione della macchina se tale prescrizione non viene osservata. Dovrà quindi il costruttore dell'impianto elettrico, nell'ordinazione del macchinario, tenere presente l'eventualità di sovracarichi in relazione alla natura e alla entità dei servizi richiesti.

Art. 21. — La temperatura ambiente di riferimento di 40° è quella in base alla quale deve essere, nel calcolo della macchina, prevista la dissipazione di energia; semprechè non sia diversamente indicato nella offerta, nell'ordinazione o sulla targa caratteristica.

Art. 22. — Per temperature ambientali, durante le prove, inferiori ai 40°, nessuna correzione dovrà applicarsi ai risultati delle

misure: di regola però non converrà eseguire prove quando la temperatura ambiente scende sotto i 10°.

Art. 23. — La stessa temperatura ambiente di 40° s'intende prevista per macchine a ventilazione forzata, riferendola alla temperatura dell'aria entrante misurata alla bocca di aspirazione propria della macchina. Per macchine con raffreddamento ad acqua, la temperatura di riferimento è fissata a 25°, e rispetto ad essa devono essere determinati i sovrariscaldamenti.

Art. 24. — La temperatura dell'aria ambiente sarà rilevata durante le prove per mezzo di parecchi termometri distribuiti attorno alla macchina, a metà altezza di essa, a distanza compresa fra uno e due metri, accuratamente riparati dalle radiazioni termiche. Il valore da adottarsi per la temperatura ambiente effettiva durante la prova, è la media delle letture termometriche fatte ad intervalli di tempo eguali, durante l'ultimo quarto della durata della prova.

Per macchine a ventilazione forzata si dovrà misurare la temperatura dell'aria all'entrata della macchina.

Art. 25. — Siccome nelle macchine la temperatura segue le variazioni delle temperature ambientali con notevole ritardo, si adotteranno le precauzioni intese ad attutire le variazioni di temperatura ambiente, e si dovranno usare tutte le cure e gli accorgimenti perchè le misure non siano alterate da questo fatto.

Si raccomanda di seguire la prova, tracciando un diagramma delle temperature ambientali, e di quelle rilevate sulla macchina.

Art. 26. — La tabella seguente dà, nella prima colonna, la temperatura massima misurabile ammissibile negli avvolgimenti per le varie specie di isolamenti, e quelle relative alle parti accessorie elettriche e meccaniche; nella seconda colonna, le sopraelevazioni massime ammissibili sopra la temperatura ambiente di riferimento di 40°.

Poichè, salvo esplicite dichiarazioni in contrario, ogni macchina deve poter funzionare senza danno in ambienti a 40° o con acqua a 25°, le sopraelevazioni massime di temperatura sull'ambiente ammissibili alle misure sono date dalle cifre della seconda colonna. Ad ogni modo, quando fossero stabilite delle convenzioni speciali riguardo alla temperatura di riferimento, le temperature massime ammissibili non dovranno superare quelle della prima colonna.

Art. 27. —

| Natura dell'isolamento e indicazione della parte della macchina | Temperature massime ammissibili alle misure centigradi | Sopraelevazioni massime ammissibili alle misure centigradi |
|--|--|--|
| <i>a) Macchine rotanti senza raffreddamento ad acqua.</i> | | |
| 1. - Isolamento in cotone, carta o seta non impregnati | 80° | 40° |
| 2. - Idem, impregnati e immersi nell'olio - fili smaltati | 95° | 55° |
| 3. - Isolamenti in mica, amianto, vetro, porcellana, micanite e simili | 115° | 75° |
| 4. - Avvolgimenti isolati, stabilmente chiusi su sè stessi | 100° | 60° |
| 5. - Avvolgimenti non isolati, stabilmente chiusi su sè stessi | 110° | 70° |
| 6. - Collettori a segmenti | 90° | 50° |
| 7. - Collettori ad anelli | 100° | 60° |
| 8. - Cuscinetti senza parti metal-sposizioni speciali per il raffreddamento dell'olio lubrificante | 80° | 40° |
| | 55° | 15° |

Art. 28. — Un eccesso di 5° sui valori della tabella è ammesso per le spirali fisse costituite da uno solo strato di sbarre, costruite in modo da formare una massa senza spazi interni di aria, e di una buona conducibilità termica.

Art. 29. — Quando l'isolamento comprende parecchi isolanti diversi, si prenderà come temperatura limite quella dell'isolante avente la più bassa fra essi: anche se serve da sostegno, l'isolante è sempre considerato come facente parte dell'avvolgimento.

Art. 30. — La temperatura delle parti del nucleo di ferro in contatto con materiali isolanti deve essere tale da non determinare, in questi materiali, temperature e sopratemperature superiori a quelle indicate nella tabella.

In generale tutte le parti delle macchine elettriche, e non solo quelle la cui temperatura ha influenza sulla temperatura del materiale isolante, devono funzionare a temperature tali che non vengano danneggiate sotto ogni riguardo.

Durata delle misure.

Art. 31. — La durata delle prove di temperatura delle macchine sarà quella necessaria ad assicurarsi che, a regime, non siano superati i limiti di temperature massime e di sopraelevazioni sopra indicate. Praticamente si potrà arrestare la prova quando la sopraelevazione di temperatura della macchina su quella dell'ambiente, non aumenti più di un grado all'ora.

Metodi di misura delle temperature delle macchine.

Art. 32. — Per la misura delle temperature delle varie parti delle macchine elettriche, si possono usare, o il metodo Termometrico, o quello della variazione di resistenza.

Metodo termometrico.

Art. 33. — Il metodo termometrico si basa sull'impiego di termometri ad alcool od a mercurio, oppure di termometri a resistenza, termocoppie; l'apparechio viene applicato sulle parti accessibili più calde della macchina. Alla temperatura osservata, quando si tratti di avvolgimenti isolati ordinari, si aggiungeranno 5°, per tener conto della impossibilità in cui si è, ordinariamente, di applicare il termometro nel punto interno effettivamente più caldo dell'avvolgimento stesso. Nessuna correzione occorrerà invece ai commutatori, collettori, cuscinetti, parti metalliche varie non facenti parte degli avvolgimenti, olio, ecc.

Il termometro a liquido deve essere, possibilmente, di costruzione speciale adatta allo scopo, e deve essere accuratamente protetto con panno od ovatta contro le irradiazioni, e, quando possibile, introdotto nella massa dell'elemento da misurare, ovvero circondato da una guaina metallica buona conduttrice, posta in intimo contatto con l'elemento predetto.

Metodo della variazione di resistenza.

Art. 34. — Tale metodo si applica agli avvolgimenti in rame puro delle macchine, misurandone l'aumento di resistenza dall'inizio alla fine della prova di temperatura. La misura della resistenza iniziale R_1 deve essere fatta a temperatura t_1 , esattamente conosciuta, potendosi per questa assumere quella ambiente (24), dopo un intervallo così lungo di riposo da poter ammettere che l'equilibrio termico sia perfettamente stabilito. Al termine della prova, raggiunto il regime di temperatura (31), si misurerà la resistenza R_2 ; la temperatura finale t_2 , dell'avvolgimento si ricaverà dalla nota relazione:

$$t_2 = (234,5 + t_1) \frac{R_2}{R_1} = 234,5$$

Il numero 234,5 è l'inversa del coefficiente di temperatura del rame a massa costante, e cioè di 0.004265, valore adottato dalla Commissione Eletrotecnica Internazionale per il rame campione ridotto. (Vedi pubblicazione N. 17 del Comitato Eletrotecnico Italiano).

Art. 35. — Attesa la grande conduttività termica del rame e il suo basso calore specifico, per cui esso tende a mettersi rapidamente in equilibrio termico col mezzo ambiente, quando vien meno la dissipazione interna di energia, le misure di resistenza e di temperatura che non possono aver luogo in modo continuo durante il servizio, dovranno essere predisposte in modo da potersi eseguire nel più breve tempo dopo la interruzione di questo, arrestando con la massima sollecitudine le circolazioni del mezzo refrigerante.

Quando fra l'arresto delle macchine e l'esecuzione della misura dovesse intercorrere un tempo non trascurabile, è consigliabile determinare la correzione per extrapolazione, rilevando con misure successive, e rappresentando graficamente l'andamento della resistenza in funzione del tempo trascorso dall'arresto.

Campo di applicazione dei due metodi di misura delle temperature.

Art. 36. — In generale le temperature degli ambienti, quelle di tutti gli organi che non siano avvolgimenti, e quelle superficiali di avvolgimenti, saranno misurate col metodo termometrico.

Si userà il metodo termometrico anche in quegli avvolgimenti di bassa resistenza, nei quali i giunti e le connessioni rappresentano una parte considerevole della resistenza totale.

Per gli avvolgimenti ordinari non si misureranno le temperature col termometro, se non quando il metodo per variazione di resistenza sia inapplicabile od inopportuno.

Art. 37. — La temperatura degli induttori è sempre determinata mediante la variazione di resistenza, qualunque sia il sistema di eccitazione. La temperatura dell'avvolgimento indotto è preferibilmente determinata per resistenza; quando questo sistema sia inapplicabile od inopportuno, si applicherà il termometro nel punto accessibile più caldo. I collettori, cuscinetti, morsetti, ecc. in mancanza di adatti rivelatori saranno esaminati col termometro.

Isolamenti e aumenti di velocità.

Art. 38. — La prova di rigidità dielettrica sarà fatta nelle officine di costruzione delle macchine con tensione alternata praticamente sinusoidale, e consisterà nell'applicazione tra avvolgimenti e massa per 60 secondi di una tensione efficace $2E + 1000$. Se si tratta di potenza inferiore a 1 kW la tensione di prova sarà $2E + 500$.

Art. 39. — Tutte le macchine rotanti devono sopportare con sicurezza per un tempo di 60 secondi un eccesso di velocità del 25%, e per almeno 5 minuti la macchina sarà fatta funzionare ad una tensione 1,5 volte la tensione normale, aumentandone, quando ne sia il caso, convenientemente la velocità di rotazione.

Motori.

Art. 40. — Valgano per i motori le norme che sono state date per i generatori, in quanto sieno applicabili ad essi.

Nel caso di motori per servizio intermittente, essi saranno definiti come motori capaci di fornire la potenza indicata dalla targa per un tempo pure indicato, senza che le loro temperature sorpassino i limiti stabiliti (27).

Art. 41. — I motori posti in locali umidi od esposti agli agenti atmosferici, dovranno essere muniti di una difesa stagna, e pure stagni dovranno essere gli attacchi ai conduttori; saranno adottati dispositivi per una facile ispezione del collettore e delle spazzole.

Art. 42. — Tutti i motori di potenza superiore a 1/4 di cavallo saranno muniti di reostato con scatto di ritorno automatico a zero, in caso di mancanza di corrente, oppure di interruttore a minima tensione (per i motori di grande potenza).

Art. 43. — I reostati posti in locali umidi od esposti agli agenti atmosferici dovranno essere disposti in custodia stagna.

Art. 44. — Per gli elevatori elettrici si dovranno adottare disposizioni di sicurezza atte ad evitare la caduta del carico in caso di fusione delle valvole o di mancanza di corrente.

Art. 45. — I motori degli elevatori elettrici saranno muniti di opportuno dispositivo per l'arresto automatico a fine di corsa.

Art. 46. — Dalle resistenze di avviamento e di regolazione per motori o generatori saranno escluse le materie combustibili.

Accumulatori.

Art. 47. — Gli accumulatori saranno provvisti di recipienti di vetro o di ebanite, a loro volta contenuti in recipienti di legno.

Art. 48. — Le singole casse contenenti gli accumulatori dovranno essere opportunamente assicurate, onde non abbiano a muoversi durante il moto del bastimento. L'inclinazione sotto la quale il liquido non deve versarsi sarà di 45°.

Art. 49. — I locali dove sono contenuti gli accumulatori, dovranno essere protetti con vernice resistente all'azione dei gas corrosivi che si sviluppano, i quali saranno sistematicamente eliminati.

Si dovrà impedire che liquidi e vapori acidi vengano a contatto collo scafo. I locali degli accumulatori dovranno essere separati dai locali delle macchine, e situati in modo da non subire eccessive elevazioni di temperatura.

Art. 50. — L'illuminazione dei detti locali sarà fatta con lampade ad incandescenza protette, e sulla porta vi sarà un avviso che proibisce l'introduzione di lampade a fiamma libera.

Cavi e Conduttori.

MATERIALI.

Art. 51. — *Rame.*

I conduttori devono essere di rame elettrolitico ricotto.

La conduttività elettrica del rame non deve risultare inferiore al 98 % di quella del rame ricotto campione.

La resistenza elettrica alla temperatura di 20° C. di un filo di rame ricotto campione di sezione di 1 mm² e della lunghezza di un metro è di 0,017241 ohm.

I conduttori isolati con gomma vulcanizzata devono essere formati di filo di rame stagnato a fuoco.

Art. 52. — *Gomma.*

1) La gomma vulcanizzata adoperata per i conduttori di cui alle Tabelle A. C. D. E. F. devono rispondere ai seguenti requisiti:

La percentuale di gomma pura contenuta nella miscela deve essere non inferiore al 50 %.

La gomma pura impiegata nella miscela non dovrà contenere più del 6 % di resina.

Non è ammessa la presenza di fatturati o gomme rigenerate. Non è ammessa la presenza di bitume ed affini. Non è ammessa la presenza di paraffina o ceresina in quantità maggiore del 5 %.

2) La gomma vulcanizzata adoperata per i vari conduttori di cui alle tabelle B. G. H. deve soddisfare alla seguente condizione:

Il contenuto di gomma pura non deve risultare inferiore al 30 per cento.

Art. 53. — *Ferro.*

I fili di ferro zincato di diametro 1,6 mm (per le armature) e superiori, devono rispondere ai seguenti requisiti:

1) Il carico di rottura del ferro deve risultare non inferiore a 40 kg per mm².

2) La zincatura deve essere eseguita a fuoco e deve soddisfare alla seguente condizione:

Un pezzo di filo accuratamente deterso con benzina deve poter sopportare i sottoindicati numeri di immersioni di un minuto primo in una soluzione di cinque parti di acqua ed una parte di Cu S. O₄ in peso, senza presentare tracce di rame rosso.

| | | | |
|-----------------|-----|-----|------------|
| Per fili di mm. | 1,6 | 2 | immersioni |
| " " | " | 1,8 | 2 |
| " " | " | 2,0 | 3 |
| " " | " | 2,6 | 3 |
| " " | " | 3,2 | 4 |
| " " | " | 4,0 | 4 |

Art. 54. — *Vernice antiruggine.*

I cavi aventi all'esterno una treccia di fili di ferro zincato saranno protetti con vernice antiruggine.

Detta vernice non dovrà contenere sali di piombo.

SEZIONI MINIME DEI CONDUTTORI.

Art. 55. — Salvo casi speciali, non solo ammessi fili conduttori di sezione minore di 1 mm² e maggiore di 2 mm². Oltre questa sezione si farà uso di treccia. Il minimo assoluto della sezione sarà 0,50 mm², da impiegarsi soltanto in casi eccezionali (dispositivi ornamentali, cordoncini flessibili per alloggi, ecc.).

Formazione dei Conduttori e loro portata.

Art. 56. — Nelle tabelle allegate sono indicate le sezioni e formazioni dei conduttori. Nelle tabelle A e B relative a conduttori e cavi per illuminazione ed energia sono precisate le portate massime in ampere. Per i cavi oltre 20 mm² sono indicate nella tabella A due serie di formazioni, la seconda delle quali deve essere adottata quando sia necessaria una maggiore flessibilità.

Tipi di Cavi e di Conduttori per energia o illuminazione.

CAVI.

Art. 57. — La tabella A precisa i dati caratteristici dei vari tipi di cavi. Tutti i tipi di cavi della tabella A sono isolati con uno strato di gomma pura, uno strato di gomma bianca e uno di gomma nera vulcanizzata contenente non meno del 50 % di gomma pura. Sulla gomma è applicato un nastro di tela per sezioni fino a 15 mm², e due nastri per sezioni superiori.

Nella tabella sono indicati gli spessori del dielettrico, costituito dallo strato di gomma pura e di due strati di gomma vulcanizzata.

Ai conduttori così isolati possono essere applicati i seguenti tipi di protezioni e di armature:

- 1) Treccia di tessuti verniciata.
- 2) Tubo di piombo.
- 3) Tubo di piombo e armatura di treccia di fili di ferro zincato e vernice antiruggine.
- 4) Tubo di piombo e armatura di fili di ferro zincato avvolti a spirale.
- 5) Tubo di piombo e armatura di fili di ferro zincato e treccia di tessuti verniciata.
- 6) Treccia di fili di ferro zincato, e vernice antiruggine.
- 7) Treccia di fili di ferro zincato e treccia di tessuti verniciata.
- 8) Spirale di fili di ferro zincato.
- 9) Spirale di fili di ferro zincato e treccia di tessuti verniciata.
- 10) Nastri di ferro e imbottitura di juta verniciata.

Art. 58. — Oltre ai cavi unipolari indicati nella tabella A, possono essere adottati cavi a più conduttori, nei quali ciascun conduttore sarà isolato come è indicato nella tabella, e nei quali lo spessore del piombo e tutti i dati relativi alle armature e protezioni saranno quelli indicati nella tabella per un cavo a un conduttore avente lo stesso diametro totale esterno.

La sezione massima per cavi a 2 conduttori sarà di mm² 300; per 3 conduttori 250.

I cavi sotto piombo destinati ad essere armati devono essere provvisti sul mantello di piombo di due nastri di carta oleata e di uno strato di juta.

Le armature con spirale di fili di ferro zincato devono essere eseguiti con passi non superiori a dieci volte il diametro del cavo misurato sopra l'armatura per fili di 2,6 mm, e maggiori a otto volte per fili di diametro minore.

CORDONCINI FLESSIBILI PER ALLOGGI

Art. 59. — La tabella B indica le caratteristiche dei cordoncini a due conduttori binati per l'illuminazione.

Ogni conduttore, formato da una cordicella di fili di rame stagnato, è isolato con una spirale di cotone e uno strato di gomma vulcanizzata bianca o nera contenente il 30 % di gomma pura.

Sulla gomma è applicata una treccia di cotone cilindrato.

CAVETTI A DUE CONDUTTORI PER FANALI PORTATILI.

Art. 60. — La tabella C indica le caratteristiche del cavetto per fanali portatili.

L'isolamento è ottenuto con una spirale di cotone sul conduttore, di uno strato di gomma pura, due strati di gomma bianca e nera contenente almeno il 50 % di gomma pura.

Sulla gomma è applicato un nastro di tela rispettivamente bianco e nero per l'uno e l'altro dei due conduttori.

I due conduttori sono cordati con riempitivi di tessuti, e questi rivestiti con treccie di cotone greggio verniciata, e con una seconda treccia di filati verniciata.

CAVI PER SEGNALAZIONI.

Art. 61. — *Cavetti per segnalazioni alla tensione normale di bordo.*

Sono costituiti da 3 a 15 conduttori di rame stagnato da mm 1 di diametro, ciascuno isolato con uno strato di gomma pura, uno strato di gomma bianca e uno strato di gomma nera vulcanizzata contenente non meno del 50 % di gomma pura, e nastro gommato di differente colore per distinzione.

I conduttori riuniti con riempitivi di juta tannata sono fasciati con un nastro gommato, quindi protetti con tubo di piombo, un nastro di carta con miscela isolante, una spirale di juta tannata, e una treccia di fili di ferro zincato verniciata con pittura antiruggine.

La tabella D indica le formazioni, gli spessori isolanti e le dimensioni dei cavetti.

Art. 62. — *Cavetti per impianti telefonici.*

Sono formati da 4 a 6 conduttori costituiti ciascuno di filo unico o di cordicella di rame stagnato, secondo le sezioni e formazioni indicate nella tabella E.

Ciascun conduttore è isolato con gomma pura e con uno strato di gomma vulcanizzata bianca contenente non meno del 50 % di

gomma pura; quindi sono avvolti con un nastro gommato differentemente colorato, e cordati insieme con riempitivi di juta tannata, fasciati con nastro gommato e quindi protetti da tubo di piombo, un nastro di carta con miscela isolante, una spirale di juta tannata, ed una treccia di fili di ferro zincato verniciato con pittura antiruggine; oppure con piombo, carta juta e treccia di fili di ottone senza vernice;

oppure senza tubo di piombo e con treccia di fili di bronzo fosforoso senza vernice.

Le formazioni, gli spessori isolanti, e le diverse armature sono indicati nella tabella E.

Art. 63. — *Cavetti per telefoni ad alta voce.*

Sono costituiti da 2 o 4 conduttori, ciascuno di filo di rame stagnato del diametro di mm 1,6, isolato con gomma pura, gomma vulcanizzata contenente non meno del 50 % di gomma pura.

Ogni conduttore è avvolto con un nastro gommato differentemente colorato. I conduttori sono cordati insieme con riempitivi di juta tannata, e quindi fasciati con due nastri gommati e protetti da tubo di piombo e spirale di juta catramata.

Le dimensioni e gli spessori sono indicati nella tabella F.

Art. 64. — *Conduttori per stazioni radiotelegrafiche.*

Sono formati da una cordicella di filo di rame stagnato, isolata con gomma pura e quattro strati di gomma mista vulcanizzata alternativamente bianca e nera.

I primi tre strati saranno costituiti di gomma contenente non meno del 30 % di gomma pura; per l'ultimo strato esterno sarà ammesso adoperare altro tipo di gomma.

Gli spessori sono indicati nella tabella G.

Art. 65. — *Cavetti per suonerie e segnalazioni.*

Sono formati da 3 a 37 conduttori, costituiti di rame stagnato, isolati con gomma vulcanizzata contenente non meno del 30 % di gomma pura; quindi spirale di cotone variamente colorato.

I conduttori sono cordati a strati concentrici, e il fascio avvolto da nastro di tela gommato; quindi il tutto è protetto:

o con treccia di canape verniciata;

o con tubo di piombo, carta, miscela, spirale di juta tannata e treccia di fili di ferro zincato, verniciata con pittura antiruggine.

Prove elettriche dei Cavi e dei Conduttori.

CAVI DELLA TABELLA A

Art. 66. — I cavi della tabella A vengono provati in acqua dopo immersione in acqua per 24 ore ad una tensione alternata di 2000 volt per 15 primi alla frequenza di 42-50 periodi.

L'isolamento a 15 centigradi di ciascun conduttore verso la terra per cavi monopolari, e verso gli altri conduttori messi a terra per cavi a più conduttori, misurato dopo le precedenti prove e durante l'immersione, non dovrà risultare inferiore a:

| | |
|---------------------------------|--------------------|
| 1500 megohms Km per cavi fino a | 15 mm ² |
| 1000 " " " " " | 50 " |
| 800 " " " " " | 100 " |
| 500 " " " " " | oltre 100 " |

L'isolamento sarà misurato dopo un minuto di elettrizzazione con tensione continua di almeno 500 volt.

CORDONCINI FLESSIBILI DELLA TABELLA B

Art. 67. — I cordoncini per illuminazione della tabella B vengono provati a secco con una tensione alternata di 2000 volt tra i due conduttori, per 15 m.

CAVETTI A DUE CONDUTTORI DELLA TABELLA C.

Art. 68. — Questi cavetti vengono provati come i cavi della tabella A di equivalente sezione rame.

CAVETTI PER SEGNALAZIONI ALLA TENSIONE NORMALE DI BORDO

TABELLA D

CAVETTI PER IMPIANTI TELEFONICI - TABELLA E.

CAVETTI PER TELEFONI AD ALTA VOCE - TABELLA F.

Art. 69. — L'isolamento misurato in acqua di ciascun conduttore verso gli altri messi a terra non dovrà risultare inferiore a 500 mega ohm Km dopo un minuto di elettrizzazione a 15 centigradi e a 200 volt.

CAVETTI PER STAZIONI RADIOTELEGRAFICHE - TABELLA G.

Art. 70. — Saranno provati in acqua per 15 primi ad una tensione di 5000 volt alternati a frequenza industriale.

CAVETTI PER SUONERIE E SEGNALAZIONI - TABELLA H.

Art. 71. — L'isolamento misurato a secco di ciascun conduttore verso gli altri messi a terra non risulterà inferiore a 10 mega ohm Km dopo un minuto primo di elettrizzazione a 15 centigradi e a 200 volt.

Posa in opera e montaggio.

Art. 72. — Il percorso dei cavi deve essere rettilineo quanto più possibile. I cavi senza armatura devono venire piegati con un raggio di curvatura non minore di due volte il loro diametro. Per i cavi armati con spirale o con treccia di fili di ferro il raggio di curvatura sarà non minore di quattro volte il diametro esterno, e per i cavi armati con nastri di ferro sei volte.

I cavi, qualunque sia il loro tipo, possono essere collocati entro cassette di legno di protezione.

I cavi sottopiombo od armati non collocati entro cassette di legno, devono essere tenuti a posto mediante graffette metalliche a larga superficie e a spigoli lisci e arrotondati.

Le distanze minime delle graffette devono risultare come dalla unita tabella:

| Diametro esterno del cavo | Cavi sottopiombo cm | Cavi armati cm |
|---------------------------|---------------------|----------------|
| sotto a 13 mm | 20 | 30 |
| da 13,2 a 20 mm | 25 | 35 |
| da 20,5 a 30 mm | 30 | 40 |
| oltre 31 mm | 35 | 45 |

Art. 73. — I cavi debbono essere collocati, per quanto è possibile, in luoghi accessibili e lontani da luoghi umidi, e dove si possono accumulare oli e sostanze acide. Si deve evitare, per quanto è possibile, la vicinanza delle caldaie, e dei tubi caldi.

Le tabelle delle intensità di corrente sono calcolate per una temperatura ambiente non superiore a 45° C.

Quando i cavi debbono essere collocati in luoghi molto umidi, cioè dove vi possa essere acqua in permanenza, debbono essere con guaina di piombo.

Quando i cavi sono esposti a pericoli di danni meccanici, debbono essere protetti mediante tubi di ferro o lastre metalliche, ovvero debbono essere convenientemente armati.

Art. 74. — Le giunzioni e le derivazioni dei cavi debbono essere eseguite mediante cassette stagne, ed il passaggio delle paratie stagne deve effettuarsi pure in modo stagno. Per i ponti, detti passaggi dovranno sopravanzare di 500 mm almeno il piano del ponte sottostante.

Tutte le guaine metalliche dei cavi debbono essere collegate elettricamente alla carcassa metallica della nave.

Art. 75. — I cavi che penetrano nelle celle frigorifere devono attraversare l'involuppo isolante entro tubi di piombo flangianti alle due estremità, e devono essere essi stessi del tipo « sotto piombo ». Nell'interno delle celle devono essere applicati alle pareti mediante isolatori per impedire il contatto con esse.

Art. 76. — (Vedi Tav. A a pag. 512-513).

Art. 77. — TABELLA B.

Conduttori flessibili per bordo.

Cordoncini binati per illuminazione.

| Sezione nominale mm ² | Sezione effettiva mm ² | Formazione mm | Portata massima ampere | Spessore dielettrico mm | φ esterno di un conduttore mm |
|----------------------------------|-----------------------------------|---------------|------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 0.50 | 2 × 0.502 | 16 × 0.200 | | 0.7 | 3.27 |
| 0.75 | 2 × 0.755 | 24 × 0.200 | 3.4 | 0.7 | 3.48 |
| 1. — | 1. — | 32 × 0.200 | 3.4 | 0.7 | 3.65 |
| 1.5 | 1.5 | 48 × 0.200 | 5. — | 0.7 | 3.95 |
| 2. — | 2.01 | 64 × 0.200 | 6.8 | 0.75 | 4.29 |
| 2.5 | 2.51 | 80 × 0.200 | 7.8 | 0.75 | 4.5 |
| 3. — | 3.01 | 96 × 0.200 | 9. — | 0.75 | 4.7 |
| 3.5 | 3.52 | 112 × 0.200 | 10.2 | 0.8 | 5. — |
| 4. — | 4.02 | 82 × 0.250 | 11.2 | 0.8 | 5.15 |

Art. 78. — TABELLA C

Cordone flessibile per fanali di bordo.

| Sezione nominale mm ² | Sezione effettiva mm ² | Formazione mm | Cordatura | φ Rame mm | Portata massima ampere | Spessore dielettrico mm | φ esterno mm |
|----------------------------------|-----------------------------------|---------------|----------------------|-----------|------------------------|-------------------------|--------------|
| 2.50 | 2.63 | 84 × 0.200 | 7 trefoli da 12 fili | 2.39 | 7.8 | 1.1 | 17. — |

Art. 79. — TABELLA D.

Cavetti per segnalazioni alla tensione normale di bordo.

| N. del conduttore | Forma ione | φ sul rame mm | Spessore dielettrico mm | Spessore piombo mm | φ dei fili di ferro zincato mm | φ esterno mm |
|-------------------|------------|---------------|-------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------|
| 3 | 1 × 1 mm | 1 | 1 | 1.6 | 0.3 | 15.55 |
| 5 | 1 × 1 | 1 | 1 | 1.8 | 0.3 | 17.9 |
| 7 | 1 × 1 | 1 | 1 | 1.8 | 0.3 | 18.95 |
| 8 | 1 × 1 | 1 | 1 | 1.8 | 0.3 | 20. — |
| 10 | 1 × 1 | 1 | 1 | 1.8 | 0.3 | 22.5 |
| 12 | 1 × 1 | 1 | 1 | 1.8 | 0.4 | 23.4 |
| 15 | 1 × 1 | 1 | 1 | 2. — | 0.4 | 25.6 |

Art. 76. —

TAVOLA A

| Sezione nominal. | Sezione effett. | Formazione | Cordatura | Diametro sul rame | Portata massima | Spessore di dielettrico | Cavi sotto treccia tessile 1) | Cavi sotto piombo 2) | | Cavi sotto piombo ed armati con treccia fili ferro 3) | |
|---------------------|--------------------|------------|-----------|-------------------------|--------------------|-------------------------------|--|----------------------------|--------------------|--|-----------------------------|
| | | | | | | | φ totale esterno | Spessore del piombo | φ sul piombo | φ dei fili ferro zincato | φ sulla treccia ferro |
| m/mq. | m/mq. | m m. | | mm. | ampere | mm. | m m. | m m. | m m. | m/m. | m/m. |
| 1. — | 0.95 | 1×1.100 | a fili | 1.1 | 5.8 | 1. — | 5.2 | 1.2 | 6.3 | 0.3 | 10.2 |
| 1.15 | 1.131 | 1×1.200 | " | 1.2 | 7.4 | 1. — | 5.3 | 1.2 | 6.4 | 0.3 | 10.3 |
| 1.30 | 1.320 | 3×0.750 | " | 1.61 | 8.2 | 1.05 | 5.81 | 1.2 | 6.91 | 0.3 | 10.81 |
| 1.50 | 1.540 | 1×1.400 | " | 1.40 | 9.6 | 1.05 | 5.6 | 1.2 | 6.7 | 0.3 | 10.6 |
| 1.5 | 1.5 | 3×0.800 | " | 1.72 | 9.4 | 1.05 | 5.92 | 1.2 | 7.02 | 0.3 | 10.92 |
| 1.9 | 1.9 | 3×0.900 | " | 1.93 | 11.8 | 1.05 | 6.13 | 1.2 | 7.23 | 0.3 | 11.13 |
| 2. — | 2.01 | 1×1.600 | " | 1.6 | 12.4 | 1.05 | 5.8 | 1.2 | 6.9 | 0.3 | 10.80 |
| 2. — | 1.98 | 7×0.600 | " | 1.8 | 12.3 | 1.05 | 6. — | 1.2 | 7.1 | 0.3 | 11. — |
| 3. — | 3.09 | 7×0.750 | " | 2.25 | 18.4 | 1.10 | 6.55 | 1.4 | 8.05 | 0.3 | 11.95 |
| 3.5 | 3.52 | 7×0.800 | " | 2.4 | 20.6 | 1.15 | 6.8 | 1.4 | 8.3 | 0.3 | 12.20 |
| 4. — | 3.97 | 7×0.850 | " | 2.55 | 22. — | 1.15 | 6.95 | 1.4 | 8.45 | 0.3 | 12.35 |
| 4.5 | 4.45 | 7×0.900 | " | 2.7 | 23.6 | 1.20 | 7.2 | 1.4 | 8.7 | 0.3 | 12.60 |
| 5.5 | 5.5 | 7×1. — | " | 3. — | 27.2 | 1.22 | 7.5 | 1.6 | 9.4 | 0.3 | 13.30 |
| 6.5 | 6.65 | 7×1.100 | " | 3.3 | 30.6 | 1.25 | 7.9 | 1.6 | 9.8 | 0.3 | 13.70 |
| 8. — | 7.91 | 7×1.200 | " | 3.6 | 34. — | 1.30 | 8.3 | 1.6 | 10.2 | 0.3 | 14.10 |
| 11. — | 11.40 | 12×1.100 | " | 4.6 | 41. — | 1.40 | 9.5 | 1.6 | 11.40 | 0.3 | 15.30 |
| 12.5 | 12.45 | 12×1.150 | " | 4.8 | 42.8 | 1.45 | 9.8 | 1.6 | 11.70 | 0.3 | 15.60 |
| 15. — | 14.90 | 19×1. — | " | 5. — | 48. — | 1.50 | 10.1 | 1.6 | 12. — | 0.3 | 15.90 |
| 20. — | 21.50 | 19×1.200 | " | 6. — | 60. — | 1.65 | 11.9 | 1.8 | 14.20 | 0.3 | 18.10 |
| 30. — | 29.30 | 19×1.400 | " | 7. — | 72. — | 1.75 | 13.1 | 1.8 | 15.40 | 0.3 | 19.30 |
| 35. — | 33.60 | 19×1.500 | " | 7.5 | 77. — | 1.80 | 13.7 | 1.8 | 16. — | 0.3 | 19.90 |
| 40. — | 38.20 | 19×1.600 | " | 8. — | 82. — | 1.85 | 14.3 | 1.8 | 16.60 | 0.3 | 20.50 |
| 50. — | 48.30 | 19×1.800 | " | 9. — | 95.5 | 1.95 | 15.5 | 1.8 | 17.80 | 0.3 | 21.7 |
| 60. — | 59.70 | 19×2. — | " | 10. — | 110. — | 2. — | 16.6 | 1.8 | 18.90 | 0.3 | 22.80 |
| 75. — | 74.37 | 37×1.600 | " | 11.2 | 128.5 | 2.10 | 18. — | 1. — | 20.70 | 0.4 | 25. — |
| 85. — | 84. — | 37×1.700 | " | 11.9 | 139. — | 2.15 | 18.8 | 2. — | 21.50 | 0.4 | 26.80 |
| 95. — | 94.16 | 37×1.800 | " | 12.6 | 150. — | 2.20 | 19.6 | 2. — | 22.30 | 0.4 | 27.60 |
| 120. — | 116.20 | 37×2. — | " | 14. — | 173. — | 2.30 | 21.2 | 2.2 | 24.30 | 0.4 | 29.60 |
| 135. — | 134.30 | 37×2.150 | " | 15.65 | 190. — | 2.35 | 22.35 | 2.4 | 25.85 | 0.4 | 31.15 |
| 150. — | 147.11 | 37×2.25 | " | 15.75 | 200. — | 2.45 | 23.25 | 2.4 | 26.75 | 0.4 | 33.05 |
| 180. — | 181.60 | 37×2.500 | " | 17. — | 228. — | 2.60 | 24.80 | 2.6 | 28.70 | 0.4 | 34. — |
| 200. — | 196. — | 37×2.600 | " | 18.2 | 242. — | 2.65 | 26.40 | 2.6 | 30. — | 0. — | 35.30 |
| 240. — | 242.50 | 61×2.250 | " | 20.25 | 275. — | 2.75 | 28.55 | 2.8 | 32.65 | — | — |
| 300. — | 299.43 | 61×2.500 | " | 22.50 | 320. — | 3.10 | 31.50 | 2.9 | 35.80 | — | — |
| 325. — | 324. — | 61×2.600 | " | 32.4 | 335. — | 3.15 | 32.70 | 2.9 | 36.80 | — | — |
| 400. — | 398.80 | 127×2. — | " | 26. — | 390. — | 3.45 | 35.90 | 3. — | 40.2 | — | — |
| 500. — | 505.50 | 127×2.250 | " | 29.3 | 470. — | 3.75 | 39.80 | 3. — | 44.10 | — | — |
| 625. — | 623.60 | 127×2.500 | " | 32.5 | 560. — | 4.05 | 43.60 | 3. — | 47.90 | — | — |
| 650. — | 674.40 | 127×2.600 | " | 33.8 | 598. — | 4.20 | 45.20 | 3. — | 49.50 | — | — |

Formazioni di

| | | | | | | | | | | | |
|---------|---------|------------|--------------|-------|---------|------|-------|------|-------|-----|-------|
| 30. — | 29. — | 37×1. — | " | 7. — | 72. — | 1.75 | 13.10 | 1.8 | 15.40 | 0.3 | 19.30 |
| 35. — | 35.10 | 37×1.100 | " | 7.7 | 78. — | 1.8 | 13.90 | 1.8 | 16.20 | 0.3 | 20.10 |
| 40. — | 38.40 | 37×1.150 | " | 8.05 | 82. — | 1.85 | 14.35 | 1.8 | 16.88 | 0.3 | 20.55 |
| 50. — | 47.80 | 61×1. — | " | 9. — | 95. — | 1.95 | 15.50 | 1.8 | 17.80 | 0.3 | 21.70 |
| 60. — | 58. — | 61×1.100 | " | 9.90 | 105. — | 2. — | 16.50 | 1.8 | 18.80 | 0.3 | 22.70 |
| 70. — | 71.50 | 91×1. — | " | 11. — | 120. — | 2.1 | 17.80 | 2. — | 20.50 | 0.4 | 24.80 |
| 85. — | 86.50 | 91×1.100 | " | 12.10 | 140. — | 2.15 | 19. — | 2. — | 21.70 | 0.4 | 27. — |
| 95. — | 94.50 | 91×1.150 | " | 12.65 | 150. — | 2.2 | 19.65 | 2. — | 22.35 | 0.4 | 27.65 |
| 120. — | 120.60 | 127×1.100 | " | 14.30 | 175. — | 2.3 | 21.50 | 2.2 | 24.60 | 0.4 | 29.90 |
| 130. — | 131.80 | 127×1.150 | " | 14.95 | 185. — | 2.35 | 22.25 | 2.4 | 25.75 | 0.4 | 31.05 |
| 150. — | 150.20 | 133×1.200 | 19 tref/7 f. | 18. — | 200. — | 2.45 | 25.50 | 2.4 | 29. — | 0.4 | 34.30 |
| 180. — | 179.60 | 189×1.100 | 27 " " | 20.30 | 228. — | 2.6 | 28.10 | 2.6 | 32. — | 0.4 | 37.30 |
| 200. — | 196.20 | 189×1.150 | " " " | 21.20 | 242. — | 2.65 | 29.30 | 2.6 | 33. — | 0.4 | 38.30 |
| 250. — | 246. — | 259×1.100 | 37 " " | 23.10 | 275. — | 2.8 | 31.5 | 2.8 | 35.6 | — | — |
| 300. — | 293. — | 259×1.200 | " " " | 25.20 | 315. — | 3.1 | 34.2 | 2.9 | 38.50 | — | — |
| 320. — | 318. — | 259×1.250 | " " " | 26.20 | 330. — | 3.15 | 35.5 | 2.9 | 39.60 | — | — |
| 400. — | 406. — | 427×1.100 | 61 " " | 29.70 | 395. — | 3.45 | 39.6 | 3. — | 43.9 | — | — |
| 500. — | 484. — | 427×1.200 | " " " | 32.40 | 450. — | 3.75 | 42.9 | 3. — | 47.2 | — | — |
| 610. — | 609. — | 703×1.050 | 37 " 19 | 36.7 | 550. — | 4.05 | 47.8 | 3.1 | 52.3 | — | — |
| 670. — | 668. — | 703×1.100 | " " " | 38.5 | 595. — | 4.2 | 49.9 | 3.1 | 54.4 | — | — |
| 730. — | 730. — | 703×1.150 | " " " | 40.2 | 635. — | 4.4 | — | — | — | — | — |
| 800. — | 796. — | 703×1.200 | " " " | 42. — | 700. — | 4.6 | — | — | — | — | — |
| 900. — | 928. — | 703×1.300 | " " " | 45.5 | 800. — | 4.9 | — | — | — | — | — |
| 1000. — | 1002. — | 1159×1.05 | 61 " " " | 47.2 | 850. — | 5. — | — | — | — | — | — |
| 1200. — | 1202. — | 1159×1.150 | " " " | 51.7 | 1000. — | 5.5 | — | — | — | — | — |

Cavi per bordo

| Cavi sotto piombo ed armati con fili ferro, con e senza treccia tessile sull'armatura | | | Cavi armati con treccia di fili di ferro con e senza treccia tessile sull'armatura | | | Cavi armati con fili di ferro con e senza treccia di tessile sull'armatura | | | Cavi armati con nastri di ferro ed imbottitura | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ϕ del filo dell'armatura m/m. | ϕ misurato sull'armatura 4) m/m. | ϕ misurato sull'armatura e treccia 5) m/m. | ϕ del fili ferro zincato m/m. | ϕ sulla treccia di ferro 6) m/m. | ϕ misurato sull'armatura e treccia tessile 7) m/m. | ϕ del filo dell'armatura m/m. | ϕ misurato sull'armatura 8) m/m. | ϕ misurato sull'armatura e treccia tessile 9) m/m. | Spessore ferro m/m. | ϕ misurato sull'armatura ed imbottitura 10) m/m. |
| 1.6 | 12.50 | 14.30 | 0.3 | 8. — | 9.8 | 1.6 | 9.80 | 11.60 | 0.5 | — |
| 1.6 | 12.60 | 14.40 | 0.3 | 8.1 | 9.9 | 1.6 | 9.9 | 11.70 | 0.5 | — |
| 1.6 | 13.11 | 14.91 | 0.3 | 8.61 | 10.41 | 1.6 | 10.41 | 12.21 | 0.5 | — |
| 1.6 | 12.90 | 15.10 | 0.3 | 8.40 | 10.20 | 1.6 | 10.20 | 12. — | 0.5 | — |
| 1.6 | 13.22 | 15.02 | 0.3 | 8.72 | 10.52 | 1.6 | 10.52 | 12.32 | 0.5 | — |
| 1.6 | 13.43 | 15.23 | 0.3 | 8.93 | 10.73 | 1.6 | 10.73 | 12.53 | 0.5 | — |
| 1.6 | 13.10 | 14.90 | 0.3 | 8.6 | 10.40 | 1.6 | 10.40 | 12.20 | 0.5 | — |
| 1.6 | 13.30 | 15.10 | 0.3 | 8.8 | 10.60 | 1.6 | 10.60 | 12.40 | 0.5 | — |
| 1.6 | 14.25 | 16.05 | 0.3 | 9.35 | 11.15 | 1.6 | 11.15 | 12.95 | 0.5 | — |
| 1.6 | 14.50 | 16.30 | 0.3 | 9.6 | 11.40 | 1.6 | 11.40 | 13.20 | 0.5 | — |
| 1.6 | 14.65 | 16.45 | 0.3 | 9.75 | 11.55 | 1.6 | 11.55 | 13.35 | 0.5 | — |
| 1.6 | 14.90 | 16.70 | 0.3 | 10. — | 11.80 | 1.6 | 11.80 | 13.60 | 0.5 | — |
| 1.6 | 15.60 | 17.40 | 0.3 | 10.30 | 12.10 | 1.6 | 12.10 | 13.90 | 0.5 | — |
| 1.6 | 16. — | 17.80 | 0.3 | 10.70 | 12.50 | 1.6 | 12.50 | 14.30 | 0.5 | — |
| 1.6 | 16.40 | 18.20 | 0.3 | 11.20 | 13. — | 1.6 | 13. — | 14.80 | 0.5 | — |
| 1.8 | 18. — | 19.80 | 0.3 | 12.3 | 14.10 | 1.6 | 14.10 | 15.90 | 0.5 | — |
| 1.8 | 18.30 | 20.10 | 0.3 | 12.6 | 14.40 | 1.6 | 14.40 | 16.20 | 0.5 | — |
| 1.8 | 18.60 | 20.40 | 0.3 | 12.9 | 14.70 | 1.6 | 14.70 | 16.50 | 0.5 | — |
| 1.8 | 20.80 | 22.80 | 0.3 | 14.7 | 16.50 | 1.6 | 16.50 | 18.30 | 0.5 | — |
| 1.8 | 22. — | 24. — | 0.3 | 15.9 | 17.70 | 1.8 | 18.10 | 19.90 | 0.5 | — |
| 1.8 | 22.60 | 24.60 | 0.3 | 16.5 | 18.30 | 1.8 | 18.70 | 20.50 | 0.5 | — |
| 1.8 | 23.20 | 25.20 | 0.3 | 17.1 | 18.90 | 1.8 | 19.30 | 21.30 | 0.5 | — |
| 1.8 | 24.40 | 26.40 | 0.3 | 18.30 | 20.10 | 1.8 | 20.50 | 22.50 | 0.5 | — |
| 1.8 | 25.50 | 27.50 | 0.3 | 19.40 | 21.40 | 1.8 | 21.60 | 23.60 | 0.5 | — |
| 1.8 | 27.30 | 29.30 | 0.4 | 21.20 | 23.20 | 1.8 | 23. — | 25. — | 0.5 | — |
| 2. — | 28.50 | 30.50 | 0.4 | 22. — | 24. — | 1.8 | 23.80 | 25.80 | 0.5 | — |
| 2. — | 29.30 | 31.30 | 0.4 | 22.80 | 24.80 | 1.8 | 24.60 | 26.60 | 0.5 | — |
| 2. — | 31.30 | 33.30 | 0.4 | 24.40 | 26.40 | 1.8 | 26.20 | 28.20 | 0.5 | — |
| 2. — | 32.85 | 34.85 | 0.4 | 25.55 | 27.55 | 1.8 | 27.35 | 29.35 | 0.5 | — |
| 2.6 | 34.95 | 36.95 | 0.4 | 26.45 | 28.45 | 2. — | 28.65 | 30.65 | 0.5 | — |
| 2.6 | 36.90 | 38.90 | 0.4 | 28. — | 30. — | 2. — | 30.20 | 32.20 | 0.5 | — |
| 2.6 | 38.20 | 40.20 | 0.4 | 29.30 | 31.30 | 2. — | 31.50 | 33.50 | 0.5 | 33. — |
| 2.6 | 40.85 | 40.85 | — | — | — | 2.6 | 34.95 | 36.95 | 0.5 | 35.25 |
| 2.6 | 44. — | 46.20 | — | — | — | 2.6 | 37.90 | 39.90 | 0.5 | 38.30 |
| 3.2 | 46.20 | 48.40 | — | — | — | 2.6 | 38.90 | 40.90 | 0.5 | 39.40 |
| 3.2 | 50.60 | 52.80 | — | — | — | 3.2 | 43.30 | 45.50 | 0.5 | 42.40 |
| 4. — | 56.10 | 58.30 | — | — | — | 3.2 | 47.20 | 49.40 | 0.8 | 47.80 |
| 4. — | 59.90 | 62.10 | — | — | — | 3.2 | 51. — | 53.20 | 0.8 | 53.60 |
| 4. — | 61.50 | 63.70 | — | — | — | 3.2 | 53.60 | 55.80 | 0.8 | 55.20 |

maggiori flessibilità

| | | | | | | | | | | |
|------|-------|-------|-----|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|
| 1.8 | 22. — | 24. — | 0.3 | 15.90 | 17.70 | 1.8 | 18.10 | 19.90 | — | — |
| 1.8 | 22.80 | 24.80 | 0.3 | 16.70 | 18.50 | 1.8 | 18.90 | 20.70 | — | — |
| 1.8 | 23.25 | 25.25 | 0.3 | 17.15 | 18.95 | 1.8 | 19.35 | 21.35 | — | — |
| 1.8 | 24.40 | 26.40 | 0.3 | 18.30 | 20.10 | 1.8 | 20.50 | 22.50 | — | — |
| 1.8 | 25.40 | 27.40 | 0.3 | 19.30 | 21.30 | 1.8 | 21.50 | 23.50 | — | — |
| 1.8 | 27.10 | 29.10 | 0.4 | 21. — | 23. — | 1.8 | 22.80 | 24.80 | — | — |
| 2. — | 28.70 | 30.70 | 0.4 | 22.20 | 24.20 | 1.8 | 24.80 | 26. — | — | — |
| 2. — | 29.35 | 31.35 | 0.4 | 22.85 | 24.85 | 1.8 | 24.65 | 26.65 | — | — |
| 2. — | 31.60 | 33.60 | 0.4 | 24.70 | 26.70 | 1.8 | 26.50 | 28.50 | — | — |
| 2. — | 32.75 | 34.75 | 0.4 | 25.45 | 27.45 | 1.8 | 27.25 | 29.25 | — | — |
| 2.6 | 37.20 | 39.20 | 0.4 | 28.70 | 30.70 | 2. — | 30.90 | 32.90 | — | — |
| 2.6 | 40.20 | 42.20 | 0.4 | 31.30 | 33.30 | 2. — | 33.50 | 35.50 | — | — |
| 2.6 | 41.20 | 43.20 | 0.4 | 32.30 | 34.30 | 2. — | 34.50 | 36.50 | 0.5 | 35.30 |
| 2.6 | 43.80 | 45.80 | — | — | — | 2.6 | 37.90 | 39.90 | — | 38.20 |
| 2.6 | 46.70 | 48.90 | — | — | — | 2.6 | 40.60 | 42.60 | 0.5 | 41. — |
| 3.2 | 49. — | 51.20 | — | — | — | 2.6 | 41.70 | 43.70 | 0.5 | 42.20 |
| 3.2 | 54.30 | 56.50 | — | — | — | 3.2 | 47. — | 49.20 | 0.8 | 47.60 |
| 4. — | 59. — | 61.40 | — | — | — | 3.2 | 50.30 | 52.50 | 0.8 | 52.90 |
| 4. — | 64.30 | 66.50 | — | — | — | 3.2 | 55.20 | 57.40 | 0.8 | 57.80 |
| 4. — | 66.40 | 68.60 | — | — | — | 3.2 | 58.30 | 60.50 | 0.8 | 59.90 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0.8 | 62. — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0.8 | 64.20 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1. — | 69.30 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1. — | 71.20 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1. — | 77.70 |

Art. 80. —

TABELLA E — Cavetti per impianti telefonici

| N. conduttori | Formazione mm | ϕ sul rame mm | Spessore dielettrico mm | Spessore piombo mm | ϕ fili mm | ϕ esterno mm | Descrizione |
|---------------|---------------|--------------------|-------------------------|--------------------|----------------|-------------------|--|
| 2 | 1 x 1,6 | 1,6 | 1,05 | 1,5 | 0,3 | 16,1 | Cavetti con armatura esterna di treccia di fili di ferro zincato verniciata con pittura antiruggine. |
| 2 | 7 x 0,9 | 2,7 | 1,15 | 1,5 | 0,3 | 18,7 | |
| 2 | 19 x 0,8 | 4 | 1,2 | 1,5 | 0,3 | 21,5 | |
| 4 | 1 x 0,9 | 0,9 | 1 | 1,5 | 0,3 | 15,9 | |
| 6 | 1 x 1,6 | 1,6 | 1,05 | 1,5 | 0,3 | 19,1 | |
| 6 | 1 x 0,9 | 0,9 | 1 | 1,5 | 0,3 | 19,1 | Cavetti con armatura esterna di treccia di fili ottone senza vernice. |
| 1 | 37 x 1,25 | 8,75 | 1,7 | 1,5 | 0,3 | 19,9 | |
| 6 | 1 x 1,6 | 1,6 | 1,05 | 1,5 | 0,3 | 19,1 | |
| 2 | 1 x 0,9 | 0,91 | 1 | 1,5 | 0,2 | 10,9 | Cavetti con armatura esterna di treccia di fili di bronzo fosforoso senza vernice |
| 2 | 41 x 0,250 | 1,84 | 1,05 | — | 0,2 | 10,9 | |
| 4 | 16 x 0,200 | 0,92 | 1 | — | 0,2 | 10,3 | |
| 6 | 41 x 0,250 | 1,84 | 1,05 | — | 0,2 | 13,5 | |
| 6 | 16 x 0,200 | 0,92 | 1 | — | 0,2 | 13,5 | |

Art. 81. —

TABELLA F.

Cavetti per telefoni ad alta voce.

| N. condutture | ϕ del condutt. mm | Spessore dielettrico mm | Spessore piombo mm | ϕ esterno mm | Isolamento M Ω /Km |
|---------------|------------------------|-------------------------|--------------------|-------------------|---------------------------|
| 2 | 1,6 | 1,05 | 1,5 | 14,2 | 500 |
| 4 | 1,6 | 1,05 | 1,5 | 14,8 | 500 |

Art. 82. —

TABELLA G.

Per Stazioni Radiotelegrafiche.

| Sezione mm ² | Formazione mm | ϕ sul rame mm | Spessore dielettrico | | ϕ esterno mm |
|-------------------------|---------------|--------------------|----------------------|-------|-------------------|
| | | | Para | Gomma | |
| 3,45 | 70 x 0,250 | 2,40 | 2 | 6,8 | 20 |

Art. 83. —

TABELLA H.

Cavetti per suonerie e segnalazioni.

| N. condutture | ϕ rame mm | Spessore dielettrico mm | Cavi sotto treccia di tessuti ϕ totale esterno mm | Cavi sottopiombo e armati | | | |
|---------------|----------------|-------------------------|--|---------------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | | | Spessore del piombo mm | ϕ fili di ferro zincato mm | ϕ totale esterno mm | Isolamento M Ω /Km |
| 3 | 1,2 | 0,75 | 8,9 | 1,35 | 0,3 | 13,3 | 10 |
| 5 | 1,2 | 0,75 | 10,6 | 1,4 | 0,3 | 15,1 | 10 |
| 7 | 1,2 | 0,75 | 11,5 | 1,55 | 0,3 | 16,3 | 10 |
| 12 | 1,2 | 0,75 | 14,9 | 1,7 | 0,3 | 20 | 10 |
| 19 | 1,2 | 0,75 | 17,5 | 1,8 | 0,3 | 22,8 | 10 |
| 27 | 1,2 | 0,75 | 20,9 | 1,9 | 0,3 | 26,4 | 10 |
| 37 | 1,2 | 0,75 | 23,5 | 2 | 0,3 | 29,2 | 10 |

Distribuzione.

Art. 84. — La distribuzione sarà fatta col sistema a due o tre fili con quadri secondari. Nel caso di grandi impianti, nei quali abbia importanza la distribuzione di forza motrice, si potrà adottare il sistema ad anelli.

Art. 85. — In qualunque caso la linea di alimentazione della stazione radiotelegrafica sarà derivata direttamente dal quadro principale.

Regole speciali per navi che trasportano liquidi infiammabili.

Art. 86. — Sulle navi che trasportano materiali infiammabili, come petrolio, nafta, ecc., non si ammettono tensioni superiori ai 110 volt, e l'impianto fisso deve essere fatto completamente col sistema a conduttori separati, ossia con cavi unipolari.

Sarà disposto sul quadro principale un indicatore di terra. Sarà inoltre prescritto quanto segue:

a) In tutti i locali, ad eccezione degli alloggi degli ufficiali e degli equipaggi, le valvole fusibili, gli interruttori, ecc., saranno protetti con reticelle di sicurezza. In nessun caso i detti accessori potranno essere sistemati nei locali delle pompe per il servizio del combustibile liquido.

b) Nei locali delle pompe per il servizio del combustibile liquido dovrà essere presa ogni precauzione per evitare la formazione di scintille lungo tutto l'impianto elettrico.

c) Le lampade elettriche portatili dovranno essere munite di globo e di pressatreccia per il cavo, a tenuta di vapore, e di una robusta difesa di rete metallica per impedire l'accensione dei gas in caso di eventuale rottura della lampada ad incandescenza.

d) I fanali elettrici eventualmente sospesi al di sopra del ponte durante il carico e lo scarico notturno, dovranno avere i conduttori di alimentazione disposti in modo da non poggiare sul ponte.

e) Durante le operazioni di carico e scarico, e fino a che la nave abbia nelle stive combustibile liquido, non dovranno tenersi in funzione apparecchi elettrici capaci di emettere scintille, ad una distanza minore di 15 metri dai depositi del combustibile liquido, dalle manichette di condotta e dagli sbocchi dei tubi di sfogo dei compartimenti, ed in genere da dovunque vi sia la possibilità che si raccolgano emanazioni gassose di detto combustibile liquido.

Quadri di distribuzione.

Art. 87. — Tutti gli apparecchi impiegati (interruttori a mano ed automatici, valvole, prese di corrente, reostati, ecc.), e i loro accessori dovranno essere di tipo particolarmente robusto e di sicuro maneggio.

Art. 88. — I quadri di distribuzione saranno fatti con materiale isolante incombustibile, e resistente all'umidità. Qualora del quadro facciano parte materiali semi-isolanti, questi dovranno venir isolati di per sé stessi rispetto ai loro appoggi e rispetto ai conduttori ed apparecchi elettrici che vi fanno capo, mediante interposizione di opportuno materiale isolante.

Art. 89. — Il quadro principale di distribuzione sarà disposto nella sala dei generatori, salvo eccezioni da consentirsi caso per caso.

Art. 90. — Se esiste un gruppo generatore in località diversa da quella che contiene il gruppo principale, esso avrà un quadro speciale, e connessioni tali da poter consentire manovre sicure dei due generatori sulla rete.

Art. 91. — Dal quadro principale partono i cavi che vanno ai quadri secondari. Sui cavi che uniscono il quadro principale ai quadri secondari non sono permesse derivazioni per lampade o altri apparecchi.

Art. 92. — Ogni circuito che fa capo al quadro principale sarà munito di interruttore bipolare e di un fusibile bipolare sul quadro principale. Si consiglia invece di fusibili di impiegare interruttori a massima a tempo dilazionati: oltre i 150 ampere si impiegheranno sempre detti interruttori a massima.

Nel caso esistesse il terzo filo, nè valvole nè interruttori dovranno essere inseriti sul neutro. Questa disposizione non deve impedire un dispositivo di sezionamento per le prove.

Art. 93. — Sul quadro principale sono disposti per ogni macchina un amperometro e un voltmetro, con segno rosso sulla scala in corrispondenza del carico normale. Nel caso di più generatori, i voltmetri potranno anche essere ridotti a due: uno provvisto di commutatore bipolare a più vie, per servire a tutti i generatori; ed uno inserito permanentemente in derivazione sulle sbarre collettrici. Oltre agli apparecchi prescritti nel caso del terzo filo, si installerà un voltmetro commutabile tra i fili estremi e il neutro, ed un amperometro sul neutro a scala con indicazione bilaterale.

I reostati di campo delle dinamo saranno sistemati per modo che chi li manovra possa veder bene gli strumenti di misura.

I quadri principali saranno sempre provvisti di adatti mezzi per indicarne lo stato d'isolamento.

Art. 94. — Ogni circuito che fa capo al quadro principale sarà distinto con una placca ed un numero che permetta di individuarlo facilmente.

Art. 95. — Le valvole sul quadro saranno convenientemente protette. Esse non verranno mai applicate nella parte posteriore del quadro.

Art. 96. — Le connessioni dietro il quadro dovranno venir fatte in modo da essere facilmente accessibili. Le sbarre collettrici e le loro connessioni non devono assumere in alcun caso temperature eccedenti di 30° quelle dell'ambiente.

Art. 97. — Le derivazioni dal quadro principale sono annesse soltanto a mezzo di capi-corda.

Art. 98. — I quadri delle stazioni secondarie comprendono per ogni derivazione: le valvole e gli interruttori, o eventualmente valvole sole. Sono costituiti da materiale incombustibile e indeformabile, e chiusi in cassette con sportello.

Art. 99. — I «Quadri secondari» verranno costruiti in modo analogo a quelli principali, e sistemati colle medesime regole e precauzioni, sempre quando le condizioni locali non consiglino di racchiuderli addirittura in custodie di protezione.

Art. 100. — Ogni gruppo di lampade dipendenti da una valvola non deve ricevere un carico maggiore a 6 ampere. Nel caso speciale di lampadari, detto carico può essere portato a 10 ampere.

Art. 101. — I fanali regolamentari saranno sistemati su derivazione propria non alimentante cioè altre lampade.

Art. 102. — I fanali di navigazione avranno i rispettivi interruttori e valvole in locali riservati agli ufficiali di guardia.

Ogni fanale sarà provvisto di un dispositivo ottico od acustico, per segnalare al personale di guardia l'eventuale spegnimento del fanale stesso.

Art. 103. — Non si devono installare quadri secondari, scatole di giunzione, valvole, interruttori nei locali contenenti materie infiammabili.

Art. 104. — Tali locali si illumineranno, se possibile, dall'esterno, e se vi si dovranno installare lampade, queste dovranno essere sicuramente protette con custodia, che comprenda anche il portalam-pada, e nella quale i fili entrino a tenuta d'aria.

Influenza sulle bussole.

Art. 105. — Entro 9 metri di distanza dalle bussole tutte le condutture saranno bipolari, o i due fili posti più che sia possibile uno vicino all'altro; per distanze maggiori si dovrà fare in modo che la influenza delle correnti sulle bussole sia contenuta entro limiti convenienti. A tal uopo si potrà ammettere che nel caso di distanze eguali o maggiori di 9 metri le deviazioni massime prodotte sulla bussola siano $0,5'$ — $1'$ — $1,5'$ colle correnti di 7 — 14 — 21 ampere a 9 metri; colle correnti di 9,5 — 18 — 28 ampere a 12 metri; supposto il campo magnetico terrestre avere una intensità orizzontale di 0,20 unità c. g. s.

La deviazione massima δ prodotta sulla bussola da una corrente rettilinea di I ampere ad una distanza di L centimetri dalla bussola si calcola colla formola:

$$\tan \delta = \frac{0,2 I}{H' L}$$

dove H' è il campo medio magnetico nella regione dove si trova la bussola, la quale si suppone compensata. Si può ritenere $H' = 0,9 H$, essendo H il campo orizzontale terrestre.

Art. 106. — Non si ammettono cavi armati in ferro, nè protezioni in ferro entro un raggio di tre metri dalla bussola.

Non si ammettono motori elettrici entro un raggio di quattro metri dalla bussola. In caso di motori di grandi dimensioni, o comunque di apparecchi nei quali il flusso magnetico disperso sia considerevole, la loro distanza dalla bussola dovrà essere tale che la deviazione massima prodotta non ecceda mezzo grado (Art. 5).

La stazione radiotelegrafica si dovrà disporre ad una distanza, dalle bussole, non minore di dieci metri (art. 5) salvo casi particolari da esaminare volta per volta.

Valvole e interruttori.

Art. 107. — Le valvole fusibili saranno poste in posizioni tali da essere facilmente accessibili, e per quanto è possibile, vicino alla origine dei circuiti che proteggono.

Art. 108. — Le valvole di sicurezza devono permettere il passaggio di una corrente superiore alla normale in misura variabile a seconda dei casi, ma non mai oltre i limiti seguenti:

Per correnti al di sotto di 10 amp. il triplo della normale.

Per correnti al di sopra di 10 amp. $15 + 1,5$ volte la corrente normale.

Le valvole fusibili devono per la loro costruzione ed il loro modo di installazione:

a) impedire che nelle condutture e negli apparecchi protetti abbiano a mantenersi correnti così intense da far loro assumere una temperatura eccessiva;

b) funzionare senza dar luogo ad arco permanente nè a corto circuito o messa a terra dell'impianto, per una intensità da commisurare su quella normale dei circuiti ricevitori protetti, tenuto anche presente la potenza dell'impianto generatore;

c) essere munite, per l'inserzione in circuito, di pezzi di contatto in metallo duro, quando siano fatte di metallo tenero o plastico, e preferibilmente non avere coperchi metallici;

d) permettere il ricambio dei fusibili sotto tensione, senza pericolo per il personale.

Art. 109. — Tutti gli interruttori fuori dei locali macchine saranno di tipo chiuso.

Illuminazione.

Art. 110. — La disposizione delle lampade sui ponti scoperti sarà fatta in modo che non sia disturbata la visione ed il riconoscimento dei fanali di via e di posizione, adoperando, ove sia il caso, gli opportuni ripari.

Art. 111. — I fanali di particolare impiego marinaresco saranno comandati da interruttori indipendenti. Le altre lampade saranno raggruppate secondo le condizioni del servizio.

Art. 112. — Se si impiegheranno lampade ad arco si prenderanno disposizioni opportune per evitare la caduta dei carboni incandescenti.

I proiettori avranno tutte le loro parti destinate alla manovra ed

alla regolazione ben isolate da quelle elettriche, per modo da mettere l'operatore al sicuro da qualunque pericolo. I loro circuiti saranno provvisti di valvole fusibili ed interruttori.

Nei locali delle macchine e delle caldaie si devono installare dei gruppi di lampade alternate, alimentati da circuiti disposti in guisa che in seguito alla fusione d'una valvola qualunque (ad eccezione di quelle del quadro principale di distribuzione) non si corra il rischio di lasciare al buio questi locali.

Suonerie, Telefoni, Apparecchi con movimento di orologeria, Segnalatori per Sottomarini, ecc.

Art. 113. — Se apparecchi del genere sono connessi all'impianto luce, ciò che è sconsigliabile, la corrente sarà presa con l'introduzione di opportune resistenze e colla sistemazione di valvole e interruttori. I conduttori dei quali si farà uso in questa applicazione, avranno un isolamento non inferiore a quello dei conduttori usati nell'impianto luce.

Art. 114. — I telefoni all'aperto saranno accuratamente protetti in modo da evitare l'infiltrazione dell'acqua.

Norme di Collaudo.

Art. 115. — Per il collaudo delle macchine e del materiale in quanto non sia qui specificato valgano le norme dell'Associazione Elettrotecnica Italiana.

Art. 116. — Tutti i saggi di collaudo sulle macchine e sul materiale saranno fatti di regola preso il fornitore, cioè prima della installazione a bordo.

Art. 117. — I saggi di collaudo che si effettueranno per la consegna dell'impianto a bordo, riguarderanno:

- a) isolamento;
- b) influenza sulle bussole;
- c) caduta di tensione.

Art. 118. — La resistenza di isolamento di tutto l'impianto si misurerà con uno dei metodi ordinari e dopo un funzionamento di tutto l'impianto a carico normale di almeno sei ore.

La misura dell'isolamento sarà fatta con tensione di almeno 110 volt, e per almeno tre minuti, essendo a terra il polo negativo.

Art. 119. — In ogni impianto o porzione di impianto elettrico i vari conduttori devono presentare, sia tra di loro, come verso terra, un appropriato isolamento.

L'isolamento dei singoli circuiti di utilizzazione protetti da valvole, come pure dei singoli tronchi di linea compresi tra due valvole successive, sarà ordinariamente ritenuto sufficiente se la corrente di dispersione non supererà un milliampere con la tensione E di esercizio, ciò che dà un isolamento globale di $1000 \times E$ ohm.

Misurando l'isolamento fra polo e polo, devono essere distaccati dal circuito gli apparecchi utilizzatori, ma invece inseriti tutti gli interruttori, i lampadari, le valvole, ecc.

Art. 120. — L'influenza dell'impianto elettrico sulle bussole potrà essere controllata come segue, colla nave ferma.

Prima di procedere alla verifica, la bussola sarà compensata dai campi magnetici dovuti al materiale ferro della nave.

Quando la bussola sia compensata si osserva se mettendo uno ad uno in funzione i singoli circuiti elettrici la rosa devia. Tolta la corrente si deflette la rosa di circa 90° con un deflettore, si prova di nuovo se vi è qualche circuito che faccia deviare la rosa.

Se la rosa nella prima e nella seconda posizione a 90° dalla prima, sotto l'azione delle correnti dell'impianto elettrico non devia, o devia meno di mezzo grado, si può ritenere che l'impianto elettrico non abbia azione apprezzabile sulla bussola.

Art. 121. — La caduta di tensione dell'intero impianto non dovrà superare 2 volt più il 3 % della tensione delle sbarre collettrici per circuiti di luce, e 2 volt più il 5 % c. s. per circuiti di forza e riscaldamento. Essa verrà misurata tra il quadro principale di manovra, le sbarre collettrici ed ogni e qualsiasi punto dell'installazione allorché questa lavora a pieno carico.

Art. 122. — L'accettazione dell'impianto avverrà dopo una prova a pieno carico di almeno 10 ore senza che si verifichino incidenti.

Art. 123. — Le custodie che proteggono apparecchi e motori devono essere tali da non lasciar penetrare l'acqua quando siano sottoposte ad apparecchio o macchina calda ad un getto comunque diretto.

Art. 124. — Il collaudo dell'impianto dovrà essere ripetuto dopo ogni importante modifica o riparazione della nave.

Piani e disegni.

Art. 125. — Nella sala delle macchine dovrà essere esposto in un quadro un disegno completo dell'impianto come è eseguito. Per i cavi principali e per quelli che partono dalle stazioni secondarie, sarà indicata la sezione e la corrente normale di funzionamento.

LA COMMISSIONE

Presidente e relatore: Prof. Ing. Gino Rebola.

Membri: Prof. Ing. Cesare Garibaldi - Ing. Alberto Cantù - Ing. Ernesto Ferretti - Ing. Giovanni Cehovin - Ing. Mario Dvorsky - Ing. Cesare d'Henry - Ing. Renzo Norsa - Ing. Enzo Pugno Vanoni.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

A. LECLERC. — *Manuel de télégraphie et téléphonie*. - Un volumetto di 317 pagine, con 248 figure; formato del volumetto cm. 16×11; del testo cm. 12×7,3; numero medio di parole per pagina, circa 300. - I. B. Baillière e Fils, Paris - Prezzo 12 frs.

Si tratta di uno dei volumetti della serie, intitolata «Bibliothèque professionnelle», che l'editore ha concepito con la giusta, se non nuova, osservazione che l'operaio manca spesso, anche oggi, di quel primo «utensile» che è un libro adatto: utensile prezioso perché è quello che insegna ad adoperare intelligentemente tutti gli altri. E' quindi giustificato il tono elementarissimo del libro e la frequenza di utili indicazioni pratiche riguardanti le installazioni telegrafiche e telefoniche; nè, dato che il libro si rivolge agli operai francesi, è da biasimare il posto preponderante dato alla descrizione dei materiali ed apparecchi in uso in Francia, trascurando, con questo, per altro, gran parte di ciò che di buono si fa all'estero.

Pensiamo, tuttavia, che i pregi del libretto sarebbero stati maggiori se l'A. avesse curato di più il riconoscimento dei meriti di coloro, anche non francesi, che hanno contribuito allo sviluppo della tecnica delle correnti deboli, e, anche, avesse curato un po' più la esattezza delle nozioni scientifiche elementari sparse qua e là. Così, dato che in Francia le pile impiegate in telefonia e telegrafia sono quelle dei tipi Callaud, Leclanché e Féry, nessuno contesta la opportunità di *descrivere* solo queste; ma non è equo omettere, ad es., che la pila Callaud è, in realtà, solo una delle innumerevoli varianti (pila Italiana, Minotto, Siemens, Thomson, ecc.) della pila il cui vero inventore è Daniell; ed a noi italiani può sembrare strano che si possa parlare di pile senza pronunziare, sia pure incidentalmente, il nome di Alessandro Volta. Ma nè Daniell, nè Volta erano francesi.

E, poi, che idea potrà farsi un operaio al quale si insegna che l'autoinduzione è il *fenomeno* per il quale la corrente che passa in una spira d'un rocchetto da luogo, variando, a correnti nelle spire vicine; che la autoinduzione agisce come una *resistenza supplementare*; che, infine l'autoinduzione si misura in due unità, il *centimetro* e l'*henry*, scrivendo anche, *letteralmente*.

1 henry = 10^9 centimetri = 1.000.000.000 centimetri

Non è difficile che l'operaio finisca col domandarsi perchè mai le autoinduzioni non si misurano col metro che egli ha in tasca (o, tutt'al più, col calibro!); nè è improbabile, s'egli vuol fare la persona istruita fra i compagni, che prenda l'abitudine di dire che tutte le mattine, per andare dalla casa all'officina deve percorrere quasi mezzo millihenry!

* *

R. BROCARD. — *Radiotelegrafia per tutti*. - Versione italiana dell'ingegner E. Carrara. Un vol. in brochure di pag. 177, formato 12,5×19,5, numero medio di parole per pagina 286, 75 figure. - Ed. S. Lattes e C. - Torino, 1924 - Prezzo L. 7 a Torino, L. 7.50 fuori Torino.

Questo volumetto si suddivide in due parti, nella prima si danno nozioni pratiche sulla ricezione della radiotelegrafia, nella seconda si espongono considerazioni teoriche sulla propagazione e sulla formazione delle onde elettromagnetiche, sui circuiti ricevitori radiotelefonici e sulle parti che li costituiscono.

Il volumetto va incontro al naturale desiderio, che si desta in chiunque voglia ricevere comunicazioni radiotelefoniche, di comprendere in quale modo i suoni possono essere trasmessi a distanza e come funzionino gli apparecchi usati. A tale scopo l'A., dopo aver esposto i vari fenomeni che si utilizzano, cerca di collegarli fra loro in maniera semplice. In questo tentativo egli deve rinunciare talvolta ad una esposizione rigorosa per potere riuscire facilmente comprensibile, tuttavia la ragione di alcune inesattezze che si rilevano nel testo non appare sempre ben chiara, cosicché rimane dubbio, per chi legge il volumetto, se esse siano state volute dall'A. o vadano invece attribuite alla traduzione non sempre perfetta.

Nei riguardi della veste italiana del volume si osserva che sarebbe stato consigliabile rifare le figure ponendovi le diciture in italiano, anziché riprodurre quelle dell'edizione francese. Ciò non avrebbe richiesto troppo sforzo perchè trattasi quasi sempre di schemi elementari.

P. Bo.

* *

Ing. Dott. P. BARRECA. — *Elementi di Telegrafia e Telefonia senza fili*. - II^a edizione migliorata ed ampliata - Un volume rilegato di pag. 450-LX con 254 figure, formato 10,5×15,5, Numero medio di parole per pagina 303 - R. Giusti ed. - Livorno - 1923 - Prezzo L. 18.50.

Dopo vari anni dalla comparsa della prima edizione, ormai da tempo esaurita, l'ing. Barreca pubblica la 2^a edizione dei suoi *Elementi di Telegrafia e Telefonia senza fili*. I progressi compiuti dalla tecnica delle radiocomunicazioni in questo periodo di tempo sono stati tali che un trattato, anche perfettamente al corrente con gli apparecchi allora in uso, avrebbe oggi un valore quasi soltanto storico.

La seconda edizione differisce quindi notevolmente dalla prima. Non tanto, e si comprende, nella parte teorica, quanto in quella che descrive gli apparecchi ed i dispositivi usati. Tuttavia anche nella esposizione dei principi della radiotelegrafia il manuale è oggi più completo, soprattutto nel Cap. XVI della II^a parte in cui si parla delle costanti dei circuiti radiotelegrafici e degli strumenti per la misura delle correnti ad alta frequenza. Ma anche dove non sono state introdotte vere e proprie aggiunte, gli argomenti sono spesso svolti in forma più diffusa che nella prima edizione.

Riguardo alla descrizione ed al funzionamento degli apparecchi e degli impianti, l'A. ha notevolmente ampliata la parte che si riferisce agli archi, modernizzate ed aumentate quelle che si riferiscono alle stazioni a scintilla ed ai cimetri, ha introdotto ex-novo la descrizione dell'alternatore di Alexanderson, della macchina di Goldschmidt, dei trasformatori statici di frequenza. Così pure completamente nuova è la trattazione dell'uso dei triodi, e sono rifatti i capitoli che riguardano la radiotelegrafia, la radiotelegrafia dirigibile, gli apparati ricevitori. Vi sono infine le aggiunte di un capitolo sulle radiocomunicazioni con aeroplani, sottomarini e treni e di varie notizie sui piloni, sui loro controventi e sugli isolatori.

Gli operatori intelligenti ed appassionati, che vogliono rendersi conto di quanto avviene negli apparecchi ai quali sono addetti, trovano in questo manuale una guida adatta che, con l'ausilio dell'appendice — pure notevolmente aumentata in confronto di quella apparsa con la prima edizione — li può rendere edotti del funzionamento delle stazioni. Si osserva però che l'A. avrebbe potuto con vantaggio del manuale staccarsi in qualche punto ancora più dalla prima edizione, abolendo vari argomenti che, riferendosi a dispositivi ormai soppiantati ed abbandonati, non presentano più alcun interesse per gli operatori, ampliando magari ulteriormente qualche punto, soprattutto nei riguardi delle applicazioni dei triodi.

Così pure sarebbe stato preferibile che gli schemi fossero stati disegnati servendosi delle rappresentazioni convenzionali ormai universalmente adottate. Tuttavia anche com'è ora, il manuale si presta assai bene allo scopo e regge con vantaggio al confronto delle molte opere similari. Per di più è l'unico trattato recente di autore italiano e relativo alla radiotelegrafia elementare, che si rivolga non soltanto ai dilettanti di radioaudizioni, ma anche a chi deve maneggiare apparecchi trasmissenti.

P. Bo.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

La Redazione si riserva di dare eventualmente più ampie notizie, in altra rubrica, dei lavori qui elencati.

Comm. Ing. UGO BALDINI - Ing. GINO SCARAMUZZA. — *Contributo alla soluzione di un problema ferroviario. Treni rapidi e leggeri*. Opuscolo 16,5×24 cm. di 16 pagine — Torino, '923 - Tip. F. Regaldo di C. Bigatto.

Ing. GIACOMO FRACANZANI. — *Sulla energia reattiva nella economia generale del trasporto e della distribuzione della energia elettrica*. — Padova, Stab. Grafico L. Boscardin e figli, 1924; formato 17×24 cm., pag. 130, num. medio di parole per ogni pagina di testo 180. - Prezzo L. 15.

A. SELLERIO. — *Il problema delle zone di silenzio* - Opuscolo di 17 pagine, formato 22×32 cm. - Palermo, 1924. Scuola Tip. «Boccone del povero».

Ing. A. LECLERC. — *Manuel de télégraphie et téléphonie*. — Paris, Librairie J. B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille, 1924. - 1 volumetto in tela formato 10×16 cm., 317 pagine con 248 figure, num. medio delle parole per una pagina di testo 300 circa. - Prezzo 12 franchi.

Dr. Ing. FRITZ LUBBERGER. — *Die Fernsprechanlagen mit wählbetrieb (automatische Telephonie)*, 1 volume 17×24 cm.; 200 pagine, 118 figure, 400 parole circa per pagina; München e Berlin 1924, ed R. Oldenbourg. Prezzo Mk 7.50 in brochure; - Mk 9 in tela.

Ing. PIER CARLO BARBERIS. — *Sulle unità di misura* - Un volumetto di pag. 14; formato cm. 16,5×22,5; formato testo cm. 11×16; num. medio di parole per pagina, circa 300. Arti Grafiche Moderne Giorio e Vallauri, Torino, 1924.

Ing. Dott. F. PAGLIANO. — *«L'altoforno elettrico»* - Manuale Hoepli, pag. 207, 41 figure, num. medio di parole per pagina circa 200. Milano, 1924. - Prezzo L. 12,50.

Ing. I. CLEMENTI. — *«I contatori elettrici»*. Teoria pratica. - Manuale Hoepli, pag. 291, num. medio di parole per pagina circa 180 - Milano, 1924, Prezzo L. 13,50.

Dott. ROMOLO VENTURI. — *«Elettrotecnica»*. Trattato teorico pratico ad uso dei capitani e costruttori di apparecchi a riscaldamento elettrico - Pag. 362, 159 illustrazioni, num. medio di parole per pagina 200 circa - Milano, 1924. Prezzo L. 15.

UGO GUERRA. — *«La telefonia moderna»* - Vol. I., formato 13×20 cm. Pagine 104, 61 illustrazioni, num. medio di parole per pagina 180 circa. Casa editrice Elpis, Napoli 1924. Prezzo L. 5.

Detto. — *«L'equipaggiamento elettrico delle automobili»*, 1 volumetto formato 11,5×16,5 cm. di 48 pag., con 15 illustrazioni, num. medio di parole per ogni pagina di testo 200 circa. - Edit. Chierchia e Maggiorotti, via Vicoenza, 56, Roma (21). Prezzo L. 3, in Roma; L. 3,50 nelle altre città.

GIOVANNI ORTOLEVA. - LEONZIO SARTORI. — *Lezioni di chimica, mineralogia e geologia* tenute alla Scuola dei costruttori edili annessa al R. Istituto Tecnico Carlo Cattaneo di Milano - Seconda edizione, 1 volume 17,5×25 cm. di pag. 134, num. medio di parole per pagina 300 circa. Libreria editrice Politecnica, Piazza Cavour, 2, Milano 1924. Prezzo L. 25.

Ente autonomo per l'Acquedotto Pugliese. — Relazione al Parlamento sull'andamento dell'azienda durante l'anno 1923, 1 volume 17×24 cm, pag. 116, 23 tavole, num. medio di parole per pagina 300 circa. Edit. Gino Laterza e figli, Bari, 1924.

E. REYNAUD - BONIN. — « *Appareils et installations téléphoniques* ». Volume formato 16×23 cm., pag. 487, 291 illustrazioni, num. medio di parole per pagina, 250 circa. Paris, 1924. Librairie I. B. Baillière et fils; 19, rue Hautefeuille.

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI - CONSIGLIO SUPERIORE - SERVIZIO IDROGRAFICO. — *Memorie e studi idrografici con appendice sulla produzione di energia elettrica nel 1922* (Pubbl. N. 2, Vol. III). Roma, 1924. Tip. del Senato del Dott. Giovanni Bardi.

Ing. GENNARO CHIERCHIA. — « *Resistenze e reostati* », Teoria, calcolo, costruzione con numerosi esempi pratici e illustrazioni; 1 volumetto formato 11×17 cm., pag. 75, num. medio di parole per ogni pagina di testo 200 circa - Editori Chierchia e Maggiorotti, via Vicenza, 56, Roma (21). Prezzo L. 5 in Roma; L. 5,50 nelle altre città.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Vocabolario della Illuminazione.

Crediamo utile riprodurre anche qui la prefazione che è stata messa negli estratti del Vocabolario della illuminazione pubblicato nel numero scorso.

Spetta al « Comitato Nazionale della Illuminazione » (1913-1922), di cui questo C. N. I. R. si propone di continuare ed ampliare l'opera, il merito di aver visto la reale necessità di giungere, anche nel campo della tecnica della illuminazione, ad una razionale unificazione e chiarificazione delle idee fondamentali, delle definizioni e della terminologia; e di avere, a questo scopo, avviata la compilazione della prima parte di un « Vocabolario della Illuminazione ». È stato così possibile a questo Comitato di terminare rapidamente il lavoro iniziato, ampliandolo là dove appariva opportuno e portandovi le modificazioni richieste dagli accordi internazionali via via maturati sotto gli auspicci della « International Commission on Illumination » di cui questo Comitato fa parte, in rappresentanza dell'Italia.

Sotto la forma modesta di « Vocabolario », si è inteso di dare un insieme organico di definizioni e di convenzioni, adottando senz'altro quello che era già internazionalmente ammesso — specie in materia di unità di misura — e cercando, per il resto, di rispettare gli usi comuni; non è stato possibile, naturalmente, rispettarli tutti sia perchè diversi da regione a regione, e talora in contraddizione fra di loro, sia perchè si è ritenuto di non poter sanzionare ciò che appariva ispirato da idee inesatte od addirittura erronee.

Di regola, in corrispondenza ad ogni « voce » si è detto solo ciò che era necessario e sufficiente per definirla. Questo non è stato sempre compito facilissimo, attesa la delicatezza delle questioni scientifiche che a più d'una voce si ricollegano; nè ha potuto aiutare l'esempio di altri, in quanto non risulta che negli altri Paesi sia stato già fatto un lavoro del genere del presente. È sembrato perciò opportuno, in vari casi, aggiungere alla definizione qualche parola di più la quale chiarisse (implicitamente od esplicitamente) la soluzione adottata e giovasse ad evitare possibili dubbi d'interpretazione. In altri casi, ragioni di brevità e di coordinamento hanno consigliato di raccogliere varie definizioni sotto una unica voce, riducendo a semplici richiami le definizioni relative ad altre voci.

Il C. N. I. R. confida che i tecnici italiani vorranno adoperarsi affinché anche nel campo della illuminazione, possa raggiungersi, sulla base del presente « Vocabolario », quella unificazione di linguaggio e di unità di misura che in altri campi, per es. in quello elettrotecnico, può ormai dirsi un fatto compiuto; esso sarà grato, del resto, a tutti coloro che vorranno avere la cortesia di comunicargli in proposito le loro eventuali osservazioni.

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI TORINO

Mentre nell'ultima riunione del nostro Consiglio si era accennato a fare metà di una delle gite sociali la visita agli esperimenti di riscaldamento elettrico dell'acqua per la risicoltura, perveniva l'invito

di trovarsi la mattina del 2 corrente a Vercelli per prendere parte ad una riunione ivi promossa dalla R. Stazione sperimentale di risicoltura.

Accolti nella elegantissima sede della predetta Stazione dal suo Presidente Gr. Uff. Conte Carlo Arborio di Gattinara e dal suo Direttore, Comm. Prof. Novello Novelli, intervenivano:

Il Sig. Prefetto della Prov. di Novara, Comm. Gasti; l'On. Prof. Gian Giacomo Ponti e l'on. Ing. Roberto Forni, il Gr. Uff. Giuseppe Besozzi, Presidente della E.A.I.; il Comm. Enrico Kollicher, Presidente della « Vercellese » ed il Cav. Uff. Antonio Formica, Vice Presidente, il Gr. Uff. Dr. Angiono Foglietti, Presidente della Deputazione Provinciale di Novara; il Comm. Carlo Faà, Presidente del Consorzio Agrario di Novara; il Sindaco di Vercelli; il Comm. Ing. Conte Tournon; il Prof. Dr. Mario Ferraguti, Presidente della Regia Stazione di Frutticoltura e molti altri, fra cui il sottoscritto, in rappresentanza della nostra Sezione della A.E.I.

Dopo la visita alle collezioni ed ai laboratori della R. Stazione di risicoltura ed una ottima colazione, si passa nella sala del Cinematografo Centrale, nella quale il Comm. Novelli spiega quali sono stati gli intendimenti, che hanno ispirate le prove che verranno presentate e quali ne possano essere i risultati tecnici ed economici.

Il Prof. Ing. Andrea Tarchetti, che presiede alla organizzazione degli esperimenti, illustra le proiezioni che rappresentano oltre alle due installazioni eseguite lo sviluppo della germinazione di pianticelle di riso nello stesso periodo di tempo seminate nel terreno ordinario ed in quello assoggettato a riscaldamento artificiale.

L'Ing. Gregotti, Consigliere delegato della « Vercellese », animatore dell'ottima iniziativa e costruttore degli apparecchi di riscaldamento, fornisce qualche ulteriore delucidazione intorno agli stessi ed espone qualche dato tecnico.

Il problema fu prospettato fin dal 1917 dal Prof. Ing. Andrea Tarchetti e concretato nella sua memoria al Comitato Piemontese per lo sviluppo degli impianti elettrici e delle industrie elettriche intitolata: « Le applicazioni elettro-agricole in Piemonte », edita nel 1918 in Torino, Tipografia del Commercio, e si propone di elevare colla energia elettrica la temperatura dell'acqua, nella quale è seminato il riso, per accelerarne lo sviluppo e metterlo quindi in condizioni di essere atto al trapianto in un determinato e voluto momento; in modo sia da permettere lo sfruttamento del terreno con un primo raccolto primaverile, sia da anticipare l'inizio della coltivazione riuscendo così ad ottenere il raccolto in stagione più propizia ed evitando gli inconvenienti ed i danni delle piogge autunnali.

Si potrebbe poi ancora, secondo il Comm. Novelli, ottenere la coltivazione nei nostri climi di alcune varietà orientali, che finora non si sono acclimatate da noi e che invece sarebbero preferibili per reddito e qualità.

Secondo l'Ing. Tarchetti oltre alla preparazione dianzi prospettata dei vivai si potrebbe col riscaldamento elettrico assicurare la maturazione e la riuscita dal raccolto qualche volta ostacolato dal maltempo o dal precoce rigore dell'autunno.

Sempre secondo l'Ing. Tarchetti un'altra applicazione analoga di grandissima importanza sarebbe quella di elevare elettricamente la temperatura dell'acqua nei prati invernali sostituendo la esagerata necessità di circolazione di acqua nelle marcite e la costosa loro preparazione ed impegna del terreno, che non si può prestare all'avvicendamento delle colture.

Due sono stati i mezzi sperimentati: il primo è quello di ottenere per differenza di temperatura automaticamente la circolazione dell'acqua nella porzione di terreno ed è quello installato presso Livorno Vercellese.

Nella tenuta invece di Robarello, dell'egregio Sig. Cav. Ing. Cerati e secondo i suggerimenti dello stesso; il riscaldamento è fatto a parte e la circolazione ottenuta a mezzo di pompa. Tanto nell'uno quanto nell'altro posto è assolutamente evidente e convincente la riuscita della prova, perchè appare visibilmente la differenza nello sviluppo delle pianticelle situate nella zona, in cui ha avuta azione il riscaldamento, in confronto di quelle normali esterne.

Forse le differenze sarebbero state ancora più visibili e più significanti se l'applicazione del riscaldamento fosse stata iniziata più presto — cosa che non si riuscì a fare in questo anno ma che sarà fatta nel prossimo. Così pure ora non si è più in tempo ad effettuare la gita prospettata per la nostra Associazione perchè la vegetazione è troppo progredita dappertutto e nella tenuta Robarello quasi eseguito il trapianto, mediante specialisti che il signor Ing. Cerati ha saputo allevare; dimostrando con questo come anche sia possibile addestrare la mano d'opera per cui non sarà difficile sostituire alla monda, tanto poco igienica, altre modalità di cultura molto più corrispondenti alle necessità umanitarie ed a quelle della più proficua produzione.

La applicazione è molto seria ed i suoi risultati si impongono ad una disamina coscienziosa perchè si dimostra non solo la possibilità di una nuova serie di applicazioni capaci di assorbire un numero non indifferente di kWh in epoche e con modalità favorevoli. Si può far servire l'acqua come accumulatore termico ed impiegare l'energia nelle sole ore notturne in cui non trova altra utilizzazione; approfittare dei periodi di morbida primaverile ma in ogni caso si vengono ad ottenere dal suolo prodotti più copiosi, di migliore qualità ed in stagione più propizia a perfetto grado di maturazione con tutte le conseguenze economiche e morali che son intuitive e quindi tutto questo può consentire una congrua remunerazione alla energia impiegata.

Quindi, mentre va resa la lode più sincera a chi ha avuta la iniziativa e cioè alla R. Stazione di Riscicoltura nelle persone del suo

Presidente e dei suoi tecnici, Dr. Novelli e Prof. Tarchetti, alla Società Vercellese in quelle dei Consiglieri delegati, Rag. Benevolo e Ing. Gregotti ed a quest'ultimo specialmente per la costruzione degli apparecchi — alla Società E.A.I. per l'appoggio economico e tecnico del suo Direttore Generale, on. Prof. Gian Giacomo Ponti e di quello della zona Ing. Pitigliani, che ha provveduto impianti e stazioni di trasformazione — si deve seguire con tutto l'interessamento questa lodevolissima prova nel suo ulteriore svolgimento.

Forse ulteriori applicazioni spingeranno a rendere la cosa sempre più semplice onde possa acquistare una maggior estensione; si persevererà nell'impianto a circolazione termica, si aumenterà forse il numero delle stufe diminuendone la potenza e cercando di estendere la loro azione su tutta la superficie con una intensità di calore meno localizzata tanto da ottenere un ugual prodotto su tutto il terreno riscaldato e non la maggior precocità solo nelle adiacenze più immediate della sorgente termica.

Sarà quindi necessario rimandare la visita della nostra Sezione al prossimo anno quando sarà il momento più opportuno e cioè nella seconda decade di maggio e la presente relazione non ha altro scopo che quello di far conoscere quanto è già stato fatto perchè tutti se ne possano rendere esatto conto e diano alla cosa il plauso e l'importanza che si merita.

Gli impianti visitati erano muniti di apparecchi di controllo della energia erogata ed io avrei alcuni dati già consacrati ma dal momento che è necessario rinviare la visita mi pare più opportuno rimandare tali comunicazioni a detta occasione perchè ho la certezza che alla primavera prossima la applicazione oltre ad essere rinnovata potrà assumere l'aspetto non più di un esperimento ma quello di un vero sistema ormai accettato e sulla via di entrare nell'orbita ordinaria delle coltivazioni.

Il Vice Presidente
Ing. GIUSEPPE ARIGO.

*

A proposito della visita effettuata dalla Sezione di Torino alle Centrali del Cotonificio Valli di Lanzo, di cui demmo notizia nel numero del 5 Luglio, aggiungiamo che la fornitura dei comandi a distanza della centrale automatica è stata eseguita dalla Società An. Officine Calzoni-Parenti (ora Officine Parenti) succeduta all'antica Ditta Alessandro Calzoni. Alla stessa Ditta Officine Parenti è stata affidata recentemente la fornitura dei comandi a distanza per una seconda Centrale dello stesso Cotonificio.

* *

SEZIONE DI NAPOLI

Verbale della seduta del 30 aprile 1924.

Presiede l'Ing. Luigi Selmo. La seduta è aperta alle ore 21,15 con il seguente

Ordine del Giorno:

- 1) Comunicazioni della Presidenza;
- 2) Prove di linee. - Comunicazione del Socio Ing. Elia Le Coultre.

Presidente: Comunica che non avendo i Soci fatta alcuna osservazione i verbali delle sedute precedenti si intendono approvati.

In quanto al programma della Sezione per il prossimo mese di maggio vi sarà una Comunicazione del Socio Ing. Armando Tutino sulla « Installazione e prove di una bobina Petersen » ed una visita alla Centrale dell'Ente Autonomo Volturmo, il cui permesso si è ottenuto grazie all'interessamento dell'Egregio Comm. Ing. Cangia. La gita avrà luogo probabilmente il 29 maggio.

Comunica ancora che questo anno il Congresso dell'A. E. I. si terrà a Spezia e come tema è stato scelto quello dell'« Illuminazione elettrica ». L'Ufficio Centrale ha invitato la nostra Sezione a collaborare o con una memoria collettiva o con qualche memoria personale. La presidenza si riserva di studiare la questione; ad ogni modo invita i Signori Soci a voler fin da ora interessarsi affinché la nostra Sezione contribuisca degnamente ai lavori del Congresso.

Con deliberazione del Consiglio Direttivo è stato deciso radiare i Soci che non hanno pagato la quota sociale dell'anno 1923: questi Soci sono in numero di nove. Il numero attuale dei Soci della nostra Sezione è di 340 dei quali 30 sono Soci collettivi.

Ing. Filangieri: Domanda alla Presidenza se ha qualche notizia sulla recente costituzione di un Radio Club Italiano con sede a Milano e con Sezioni regionali associate. Fa noto che a Napoli è già costituita la Sezione Campana.

Poichè la Radiotecnica è uno dei rami più interessanti della Elettrotecnica è bene che la nostra Associazione segua con cura simili iniziative.

Presidente: Non ha alcuna notizia delle decisioni della Presidenza Generale nei riguardi del Radio Club Italiano, e promette di chiedere in proposito informazioni. Da quindi la parola all'Ing. Le Coultre.

Ing. Le Coultre: Il principale dovere dell'esercente di impianti elettrici è quello di riprendere servizio al più presto possibile dopo una avvenuta interruzione facendo in modo che questa ripresa non porti perturbazione a quelle parti della rete che sono rimaste indi-

sturbate nella prima interruzione. Occorre quindi prima di rimetterla in tensione provare la parte dell'impianto che ha subito un guasto.

Nel caso di linee ad alta tensione una prova che si ha naturalmente a disposizione è quella detta « a tensione graduale ». Questa prova consiste nel portare gradualmente alla tensione di esercizio la linea da provare a mezzo di un gruppo generatore: se non si hanno incidenti la linea è buona e si può senza pericolo inserirla nel complesso della rete. Poichè il gruppo generatore normalmente si ha disponibile in centrale e poichè la prova deve essere condotta indipendentemente dal servizio, occorre che nella centrale si abbia un sistema di sbarre indipendenti (sbarre di prova). Un primo inconveniente della prova a tensione graduale è quello della potenza apparente che occorre per poter eseguire detta prova. Ad esempio una linea a 80.000 volt come quella Pescara (linea lunga 185 km a doppio circuito) richiede per la sola messa in tensione di un solo circuito una potenza apparente di 3000 kVA; un cavo trifase sotterraneo a 20.000 volt di soli 18 km di lunghezza richiede una potenza apparente di 750 kVA. Si è quindi costretti quando si vuol fare la prova di una linea o ridurre la potenza fornita dalla Centrale per disimpegnare una macchina (riduzione che con le centrali moderne a poche unità di grande potenza può assumere valori rilevanti) oppure fare a meno della prova a tensione graduale ed arrischiare la ripresa del servizio a piena tensione della linea guasta (o supposta tale) con il 50 per cento di probabilità di fare subire alla rete rimasta sana la sovratensione che tale manovra provocherà.

Questi inconvenienti che si hanno per la prova a tensione graduale quando essa è condotta dalle centrali vengono a complicarsi maggiormente nel caso che le prove si vogliano condurre da una sottostazione importante per il fatto che qui manca il gruppo generatore. Si può ovviare a questo installando un gruppo motore-generatore-trasformatore ma l'impianto è molto oneroso. Per esempio se si volesse disporre un tale gruppo per la prova di mezzo circuito della linea Pescara la potenza apparente risulta di 1500 kVA ed il motore dovrebbe avere una potenza reale di 200 kW; che serve a compensare le perdite inerenti al gruppo e all'effetto corona in linea, il costo dell'intero gruppo ai prezzi di oggi raggiunge (comprendendovi il montaggio, gli apparecchi di quadro e da misura) le L. 350.000.

Un impianto di questo genere esiste nella Centrale di Gennevilliers a Parigi. Si ha un motore asincrono sincronizzato di 600 HP, un alternatore da 6000 kVA e un trasformatore anche della stessa potenza. Questo gruppo serve non solo a provare i cavi dopo un guasto (la potenza apparente per mettere in tensione la rete di cavi che alimenta la Centrale è di 26.000 kVA) ma anche a metterli in tensione, poi in parallelo ed alla manovra inversa.

Un'altra prova per le linee potrebbe essere quella a corrente continua. Con la corrente continua la potenza da mettere in gioco per caricare la linea è piccola, ma questa prova per le linee aeree non si è sviluppata anche per il fatto che si hanno scarse cognizioni sul comportamento degli isolanti sollecitati a corrente alternata o a corrente continua. In questi ultimi mesi si hanno però studi interessanti a questo riguardo (vedi un articolo di Hodgden pubblicato nel numero di Luglio 1924 del « Journal of the A.I.E.E. »). L'autore definisce come rapporto dello sforzo dielettrico (dielectric strength ratio) il rapporto

Tensione disruptiva a corrente continua

Tensione disruptiva a corrente alternata

Per il dominatore di questa frazione occorre nel caso di corrente alternata sinusoidale assumere il valore efficace moltiplicato per $\sqrt{2}$.

Le prove dell'autore sono state spinte fino a 53 kV, ma non trattano il caso della porcellana.

Per il vetro in lastre l'autore trova per il rapporto il valore 1.47 il che significa che se una linea con isolatori di vetro si volesse provare a corrente continua la tensione di questa dovrebbe portarsi a $V_2 \times 1.47$ circa 2 cioè per avere la stessa sollecitazione degli isolatori a corrente alternata la tensione della corrente continua deve essere doppia. L'autore riconosce che la determinazione del rapporto è cosa molto difficile e i valori che si hanno sono variabilissimi. Le prove a corrente continua benchè presentino una soluzione elegantemente economica non sono possibili allo stato attuale della tecnica.

Un sistema di prove ⁽¹⁾ adoperato è quello detto della prova filo per filo. Questo sistema presuppone che il centro di stella dei trasformatori sia isolato, e che vi sia un indicatore di terra nella centrale o nella sottostazione ove si fa la prova. Questo indicatore di terra è generalmente costituito da un trasformatore di tensione trifase stella-stella con il centro primario a terra. Il primario del trasformatore è attaccato alle sbarre, il secondario a delle lampade o a dei voltometri. Quando una fase va a terra la lampadina corrispondente si spegne (o il voltmetro va a zero) e le altre due lampade brillano di più (o i due voltometri segnano una tensione maggiore) perchè soggetti alla tensione concatenata.

Quando una linea si vuol provare si inserisce un filo alla volta e l'indicatore segna quando si inserisce il filo guasto. Notiamo che se il trasformatore che si adopera come indicatore è trifase esso deve essere corazzato.

Questo sistema va bene nel caso di linee di piccola lunghezza

⁽¹⁾ Vedere anche in merito le comunicazioni dell'Ing. FANO (Atti A. E. I., 1905, pag. 561) e del prof. VALLAURI (Atti A. E. I., 1909, pag. 575).

allacciate su di una rete di numerose linee ma nel caso di linee molto lunghe allacciate su una rete comprendente poche linee si ha che la messa in tensione di un solo filo di una linea perfettamente isolata fa segnare terra all'indicatore e sollecita gli altri fili delle linee allacciate al sistema a tensioni anormali. Per poter adoperare questo sistema di prove anche nel caso di linee molto lunghe si può ricorrere all'artificio di mettere durante la prova il centro di stella dei trasformatori a terra mediante una resistenza.

Questa però deve essere abbastanza piccola perchè la caduta di tensione in essa sia più piccola e abbastanza grande affinchè, se il filo di prova è a terra, non risulti un corto circuito. Il calcolo mostra che anche con linee lunghe 150 km. a 60.000 volt si possono raggiungere queste condizioni giacchè con una resistenza di 2000 ohm si può mantenere a metà tensione stellata la caduta di tensione attraverso la resistenza e a 17 amp. la corrente di corto circuito.

La Società Meridionale di Elettricità fin oggi ha fatto due applicazioni di questo genere sulla sua rete a 30.000 volt.

Le resistenze che ha adoperate sono metalliche in olio. Da quando queste resistenze sono state installate i casi sono stati assai frequenti in cui esse hanno permesso di accelerare una ripresa del servizio e di evitare una ulteriore interruzione.

L'Ing. Le Coultre è molto applaudito ed è richiesto di molti dati e notizie che fornisce ai numerosi Soci presenti.

Dopo 'di che il Presidente, porgendo all'Ing. Le Coultre sentiti ringraziamenti per la sua interessante comunicazione, toglie la seduta.

*

Verbale della seduta del 17 maggio 1924.

La seduta si apre alle ore 21.15 con il seguente

Ordine del Giorno:

Sulla maniera di attenuare i battimenti provocati dai sistemi a derivazione induttiva risonanti. Conferenza del Socio Ing. Basilio Focaccia.

Presiede l'Ing. Luigi Selmo.

Presidente: Da la parola all'Ing. Focaccia.

Ing. Focaccia: E' noto che nei sistemi a derivazione induttiva per la protezione delle sovratensioni delle reti trifasi di distribuzione, si adopera sovente la bobina dissonante specie quando le capacità dei conduttori sono diverse. In tal caso il grado di dissonanza delle bobine deve essere scelto in modo da contemperare gli opposti interessi della perfetta compensazione della corrente di terra che particolarmente facilita lo spegnimento dell'arco e della minima permanente sopraelevazione di potenziale nel caso di capacità dissimmetriche.

A causa però della differenza tra la frequenza propria di oscillazione del circuito e la frequenza della tensione impressa, scaturisce un fenomeno di battimenti nell'andamento della tensione di ogni fase contro terra durante il transiente che segue lo spegnimento dell'arco. Il massimo delle curve involuppo del battimento è funzione delle cause dissipanti l'energia nel circuito oscillante ovvero di decremento logaritmico oltre che del grado di dissonanza. Tale massimo sarebbe benvero eguale al doppio della tensione impressa, se fossero nulle le cause dissipanti. Appaiono quindi evidenti le cause di danno che possono derivare da questo fenomeno e le necessità di attenuarne gli effetti.

Mediante una resistenza connessa in parallelo alla bobina dissonante si può, fra vasto limite, variare il decremento logaritmico e in base a questo nuovo schema di inserzione sono stati determinati facendo alcune necessarie esemplificazioni, i valori della resistenza e delle selfinduzioni da porre in parallelo per avere nel contempo una certa frequenza dissonante ed un certo decremento logaritmico.

Sono stati citati anche dei risultati sperimentali conseguiti nel Laboratorio Elettrotecnico di Napoli e suggeriti dei metodi per perfezionare e verificare i risultati ottenuti con calcolo su linee in esercizio.

Presidente: Ringrazia vivamente l'Ing. Focaccia della sua brillante comunicazione. Da l'ora tarda rimanda la discussione alla prossima riunione, anche perchè in questa si tratterà un argomento che ha relazione con quanto esposto dall'Ing. Focaccia.

La seduta è tolta alle ore 23.15.

*

Verbale della seduta del 24 maggio 1924.

La seduta si apre alle ore 21.15 con il seguente

Ordine del Giorno:

Installazione e prove di una bobina Petersen. Comunicazione del Socio Ing. Armando Tutino.

Presiede l'Ing. Luigi Selmo.

Presidente: Da la parola all'Ing. Tutino.

Ing. Tutino: Illustra la installazione del dispositivo Petersen alla linea Tanagro-Torre della Società Meridionale di Elettricità (linea a 30.000 volt).

La linea Tanagro Torre può dividersi in due tronchi: il primo Tanagro-Tuscianno lungo 41 km. di costruzione recente ed il secondo Tuscianno Napoli lungo km. 53 ed in esercizio da circa 20 anni. Il tronco Tanagro Tuscianno è a doppio circuito su di un'unica palificazione in ferro. Le due terne sono in due piani paralleli e verticali distanti fra loro m. 2.00 e sono costituite da conduttori in corda di rame ciascuno della Sezione di 50 mmq. La linea è provvista di filo di guardia (treccia di fili di acciaio con anima di rame del diametro di 7 mm.), che corre sopraelevato di 90 cm. della mensola più alta.

Il calcolo della capacità di servizio e delle capacità parziali verso terra e verso le fasi contigue è stato eseguito seguendo il procedimento indicato dal Petersen. I valori ottenuti sono:

Linea Tanagro-Tuscianno. — Lunghezza 41 km.

Una sola linea in servizio, l'altra isolata.

$$\begin{aligned} C_s &= 0,4 \mu F & (9,76 \times 10^{-3} \mu F/Km) \\ K_{11} &= 0,195 & (4,75 \times 10^{-3} \mu F/Km) \\ K_{12} &= 0,069 & (1,67 \times 10^{-3} \mu F/Km) \end{aligned}$$

Ambo le terne in parallelo.

$$\begin{aligned} C_s &= 0,386 \mu F & (9,45 \times 10^{-3} \mu F/Km) \\ K_{11} &= 0,142 & (3,47 \times 10^{-3} \mu F/Km) \\ K_{12} &= 0,082 & (2 \times 10^{-3} \mu F/Km) \end{aligned}$$

Il secondo tronco Tuscianno-Torre è anche esso a doppio circuito e anche i due circuiti sono in due piani verticali paralleli: la distanza però è di m. 1.00.

I conduttori sono corde di rame di 75 mmq. di Sezione e la corda di terra anzichè in alto è disposta in basso. Le traverse di appoggio degli isolatori sono in legno.

I valori ottenuti per la capacità sono:

Linea Tuscianno-Torre. — Lunghezza km. T 5.

Una sola linea in servizio, l'altra isolata.

$$\begin{aligned} C_s &= 0,57 \mu F & (10,8 \times 10^{-3} \mu F/Km) \\ K_{11} &= 0,225 & (4,25 \times 10^{-3} \mu F/Km) \\ K_{12} &= 0,225 & (2,17 \times 10^{-3} \mu F/Km) \end{aligned}$$

Ambo le terne in parallelo.

$$\begin{aligned} C_s &= 0,55 \mu F & (10,4 \times 10^{-3} \mu F/Km) \\ K_{11} &= 0,150 & (2,9 \times 10^{-3} \mu F/Km) \\ K_{12} &= 0,131 & (2,5 \times 10^{-3} \mu F/Km) \end{aligned}$$

Dai valori di K_{11} si ha che la corrente di terra della linea Tanagro-Torre (supposto $F = 45$ periodi e $V = 30$ kV) è:

Con una terna in tensione - l'altra isolata $I_t = 6.4$ amp.

Con ambo le terne in parallelo $I_t = 8.9$ amp.

Per il dispositivo Petersen la reattanza compensatrice nel primo caso doveva avere teoricamente il valore di 2700 ohm (selfinduzione di circa 9.6 Henry) e nel secondo caso 1950 ohm (selfinduzione 7 Henry).

Prove dirette hanno dato come misura della corrente di terra nel primo caso 7.8 amp., nel secondo 10.8 amp. Rispetto ai valori teorici si ha quindi un errore del 16 %, errore normale in calcoli di questo genere.

Come bobina è stato usato un vecchio trasformatore tipo Westinghouse da 600 kVA e poichè la reattanza di tale trasformatore non è stato possibile regolare a mezzo di un interfero nel circuito magnetico si è ricorso all'artificio di chiudere il secondario del trasformatore su di una reattanza regolabile.

Le caratteristiche del trasformatore impiegato sono le seguenti: Potenza kVA, rapporto di trasformazione 17.000/2920 volt, tensione di C. C. 7 %. L'avvolgimento primario è costituito da 726 spire in piattina di rame delle sezioni di 18 mmq. suddiviso in due gruppi di 363 spire ciascuno; il circuito a bassa tensione consta invece di 124 spire di piattina Sezione 96 mmq. distinte in 4 gruppi di 31 spire.

Considerato che la corrente compensatrice doveva avere valori molto prossimi a quelli già indicati apparve subito l'utilità di connettere i 4 gruppi di spire secondarie in parallelo, potendosi così ridurre il valore della reattanza ausiliaria a 1/16 di quello occorrente con la primitiva disposizione in serie. Per la costruzione della bobina che è connessa al secondario è stato necessario mezzo km. di filo da 40 mmq. ed il suo peso tenuto conto degli ancoraggi raggiunge i 200 kg. La regolazione del complesso trasformatore-bobina si esegue variando gli attacchi della bobina.

Le prove preliminari sono state eseguite in Centrale Tanagro su di una sola terna innescando degli archi ad uno scaricatore a corno a mezzo di un filo fusibile. La tensione di prova è stata ridotta a 22 kV per non sollecitare troppo la linea.

Si sono avuti i seguenti risultati.

Senza bobina l'arco che si innescava è nutrito e luminoso ed è soffiato con lentezza lungo le corna spegnendosi nella parte superiore di esse. Quando si inserisce invece la bobina, l'arco si riduce ad una semplice scintilla, che non è soffiata verso l'alto e che si spegne con lieve crepitio nella parte più bassa delle corna.

Per verificare l'influenza della dissonanza si esclusero 53 km. su di un totale di 94. L'arco che si è innescato presenta le stesse caratteristiche come se non vi fosse la bobina.

Dopo queste prove la bobina è stata tarata per le due terne ed è stata messa in servizio.

I risultati di esercizio, dato il breve tempo di funzionamento della bobina, non permettono di arrischiare conclusioni. Tuttavia è sembrato che in certi casi il funzionamento della bobina non fosse regolare. Per renderci conto di ciò poichè la taratura della bobina era stata eseguita a 22 kV si eseguirono in Centrale Tusciano delle prove a 30.000 volt.

Le prove sono state condotte al solito innescando degli archi a mezzo di scaricatori a corno.

Per indagare se sulle fasi sane nel caso di messa a terra si hanno delle sovratensioni sono stati installati scaricatori a corno tarati per 36 kV. Le prove hanno dato risultati soddisfacentissimi. L'arco innescato si smorzava rapidamente e gli scaricatori sulle fasi sane non si innescavano. E' da notare che siccome gli scaricatori a corno hanno un notevole ritardo di tempo questa ultima prova non può essere conclusiva. Osserviamo inoltre che le prove sono state eseguite tanto con la linea a vuoto che in carico ed il risultato è stato sempre soddisfacente.

Un'ultima serie di prove è stata eseguita per chiarire l'effetto delle traverse di legno. L'arco questa volta è stato innescato su di un ordinario isolatore montato su traversa di legno in condizioni pressochè identiche a quelle reali.

Le prove hanno dato:

a) tensioni in linea 30 kV traversa secca. L'arco non si innescava. La traversa entra in tensione ed alle legature con fili di ferro agli estremi si hanno degli effluvi.

b) si monta in posto una traversa tenuta per 12 ore a bagno nell'acqua e poi successivamente per circa 3 ore in aria asciutta e si ripete la prova. L'arco non si accende e la traversa si comporta come sopra.

c) si getta sul legno e sull'isolatore dell'acqua a spruzzi. Si adessa l'arco che si allunga sulla traversa con una striscia rosso cupo. Questa comincia a bruciare con forte crepitio presso il perno dell'isolatore.

d) si ripete la prova nelle stesse condizioni: si ha una forte vampa rossa sull'isolatore che si spegne immediatamente.

Dal complesso delle prove si crede poter concludere:

a) la bobina Petersen, anche nella sua attuale costituzione ben diversa da quella teorica, può rendere notevoli servigi sulle linee esistenti.

b) l'efficacia del dispositivo è influenzata dalla resistenza del punto di messa a terra e segnatamente da quella delle traverse.

c) l'esercizio in condizioni di risonanza non appare conveniente a causa degli squilibri notevolissimi di tensione che si manifestano fra le fasi e la terra; occorre perciò accettare una dissonanza più o meno sensibile.

d) lo spegnimento dell'arco, essendo assicurato entro limiti abbastanza ampi a partire dal punto di risonanza si ritiene che nel caso in esame una dissonanza dell'11 % possa essere praticamente accettabile.

e) il diverso regime di tensione che si ha con linea caricata non risulta avere influenza sensibile sulla determinazione del valore della reattanza.

Presidente: Ringrazia sentitamente l'Ing. Tutino ed apre la discussione domandando se effettivamente il dispositivo Petersen ha portato come conseguenza un miglioramento nelle condizioni di esercizio negli impianti nei quali è stato installato.

Ing. Focaccia: Da notizie ricevute esiste un innegabile vantaggio con la installazione del dispositivo Petersen. Anche in America il dispositivo è stato adottato in un impianto ed i risultati sono stati soddisfacenti. Bisogna però tener conto che il dispositivo Petersen non è sempre applicabile e ciò spiega i cattivi risultati ottenuti in qualche caso.

Ing. Tutino: Conferma quanto dice l'Ing. Focaccia. In quanto alla bobina Petersen installata al Tanagro l'esercizio si è iniziato da poco tempo per poter dare un giudizio.

Ing. Amara: Nei riguardi della bobina installata al Tanagro deve osservare, senza tuttavia dare un giudizio, che nella maggioranza dei casi essa non ha funzionato correttamente. Appena due o tre volte il funzionamento è stato regolare. E' stato notato però che gli isolatori sono stati trovati perforati e non distrutti dall'arco superficiale: inoltre per la stessa causa sono stati trovati isolatori fulminati su diverse fasi ed in punti abbastanza lontani l'uno dall'altro.

Ing. Le Coultré: Conferma che in diversi casi la bobina del Tanagro non ha funzionato regolarmente. Osserva però che da osservazioni risulta che gli isolatori fulminati presentavano traccia evidentissima di perforazione e che questi isolatori erano di un tipo poco ben studiato. Probabilmente il dispositivo Petersen non funziona bene nel caso che un isolatore si perfori. Bisogna inoltre tener conto che gli isolatori non hanno il perno messo a terra ma su traversa di legno la cui resistenza influisce evidentemente sull'andamento del fenomeno.

Infine comunica che come dispositivo indicatore è stato installato sulla connessione della bobina un amperometro registratore. Data la breve durata del fenomeno non si può essere sicuri del funzionamento dell'amperometro quando funziona il Petersen. Si ha quindi

che si possono avere dei corretti funzionamenti del Petersen senza che si abbia modo di rilevarli.

In conclusione ritiene che anche nella disposizione attuata la bobina Petersen sia di efficace protezione per la linea.

Ing. Focaccia: Propone un plauso all'Ing. Le Coultré che fra pochissimi in Italia ha studiato e studia l'applicazione del sistema Petersen alle grandi linee di trasporto. Infatti la Società Meridionale di Eletticità mentre è stata una delle prime ad introdurre il sistema Petersen nella pratica, è forse l'unica che non scoraggiata da qualche insuccesso con continue prove cerca di rendersi conto della importanza pratica di questo sistema.

Presidente: Si associa a nome di tutti alle parole dell'Ing. Focaccia.

La seduta è tolta alle ore 23.

★

Visita all'impianto idroelettrico di Capo Volturmo.

Il 29 Maggio i Soci della Sezione di Napoli in numero di 70 hanno effettuato una visita alle opere dell'impianto idroelettrico di Capo Volturmo.

Partendo da Napoli alle 4.45 col treno ordinario delle FF. SS. hanno percorso il tratto Napoli-Caianello dove erano a disposizione vetture automobili e camions dell'Ente Autonomo Volturmo.

Dopo un appetitoso spuntino a Venafro e pieni di ammirazione per le bellezze naturali della piana di Venafro la numerosa comitiva arrivava alle sorgenti del Volturmo, dove erano ad attenderla l'Ing. Sasso rappresentante dell'Amministrazione e l'Ing. Cangia Direttore dell'Ente Autonomo Volturmo.

Da lì ha avuto inizio una visita particolareggiata di tutte le opere idrauliche, completamente ultimate; presa d'acqua, canale derivatore in galleria, bacino di carico con serbatoio giornaliero di integrazione della capacità di 80.000 metri cubi, condotte forzate e condotta di scarico col regolatore di efflusso ideato dall'Ing. Cangia.

Quindi si è passati a visitare la Centrale completa di quattro gruppi ciascuno di 7000 HP interessando vivamente tutte le notizie fornite sui gruppi generatori, sui trasformatori elevatori a 60.000 V, sui quadri e sulla sala partenze linee.

Sono stati anche molto ammirati il buon gusto estetico della costruzione della Centrale e le otto graziose case operaie costruite per il personale di servizio.

Alle 13 l'Ente Volturmo offriva una sontuosa colazione.

Allo spuntino il Presidente della Sezione Ing. Selmo porgeva i ringraziamenti all'Amministrazione dell'Ente Autonomo Volturmo manifestando all'Ing. Cangia ed ai suoi collaboratori dell'Ente la viva soddisfazione di tutti gli intervenuti per le opere grandiose visitate, di cui è stato notato con vero compiacimento la razionalità e la larghezza di concezione e di esecuzione, le quali corrispondono a quella sicurezza di esercizio indispensabile in servizi delicati ed importanti come sono oggi quelli elettrici.

L'Ing. Sasso rispondeva per l'Amministrazione augurando un avvenire di proficuo lavoro e di concordia con le altre Società Elettriche per dare a Napoli i massimi vantaggi.

L'Ing. Cangia rispose al Presidente ringraziando a nome suo e dei suoi collaboratori e brindando alla nostra Associazione.

Quindi l'Ing. Cenzato rinnovando i ringraziamenti si è associato alle idee manifestate dall'Ing. Sasso e dall'Ing. Cangia nella sicurezza che dalla concomitanza degli sforzi conseguirà grandissimo il bene di Napoli.

Infine il prof. Ragno chiudeva con brevi simpatiche parole di ringraziamento, dopo di che i gitanti risalivano in macchina per il ritorno dalla bellissima gita durante la quale sono sempre regnati quell'entusiasmo, quella cordialità e quell'affiatamento che sono ormai una ben nota caratteristica delle manifestazioni della nostra Associazione.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:

| | |
|---|------|
| Vol. I. - II° Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Provincie redente | 20,- |
| più per postali | 2,- |
| Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione dell'energia elettrica in Italia | 20,- |
| più per postali | 3,- |
| Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione). | |

| | |
|--|------|
| L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI - Suo stato attuale - suo avvenire (broch.) | 2,50 |
| più per postali | 0,80 |
| CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia | 1,- |
| più per postali | 0,50 |
| NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici | 3,- |
| più per postali | 1,- |
| NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche | 4,- |
| più per postali | 1,- |

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

E' GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Per le ordinarie ferie di Agosto non si pubblicherà il fascicolo del 15 corrente. Il prossimo numero uscirà il 25 e sarà un numero doppio.

*

Motore asincrono compensato Sartori.

A chi studia un problema e vi si appassiona sembra impossibile che gli altri tutti non si rendano immediato conto di certe evidenti verità e, soprattutto, che le conseguenze pratiche del problema stesso tardino tanto a manifestarsi. Così quando negli ultimi anni della guerra e nell'immediato dopo guerra cominciò ad assumere grande importanza il problema del miglioramento del fattore di potenza, a molti che il problema studiarono teoricamente parve incredibile che i diversi artifici studiati non entrassero immediatamente nell'uso generale, che tutte le Società non adottassero subito tanti interessanti tipi di tariffe all'uso proposte e così via. In realtà invece v'è negli uomini e nelle cose una grande forza di conservazione (ed in linea generale è bene che così sia) risultante da tutto un complesso di cause psicologiche ed economiche, le quali rendono necessariamente sempre assai lenta la diffusione delle nuove idee e dei nuovi trovati. Oggi, guardandosi attorno, si vede che realmente il movimento per il rifasamento delle reti ha avuto seguito e che siamo senza dubbio in un periodo di lento ma continuo progresso in tale senso.

Ne fa fede, fra l'altro, la notevole pubblicità che compare nelle riviste straniere sui molteplici tipi di motori asincroni od autosincroni compensati, dei quali in diverse occasioni ci siamo occupati. Oggi abbiamo il piacere di pubblicare la interessante comunicazione del Prof. SARTORI sul suo nuovo tipo di motore asincrono compensato il quale ha preceduto, nel tempo, analoghi motori che ci vengono dall'estero, e possiede caratteristiche, profondamente e rigorosamente analizzate e documentate dall'Autore, tali da assicurare ad esso un posto notevole fra gli analoghi tipi di macchine.

L'organizzazione della vendita dell'energia per luce.

Nelle nostre riviste tecniche — a differenza di quanto si verifica nelle riviste americane — ben raramente vengono trattati i problemi di organizzazione commerciale relativi alla industria. Nessuno però può disconoscere la loro importanza, perchè, se più spesso la prosperità industriale è dovuta ai progressi della tecnica, è anche vero che sovente la floridità di un'industria consente nuovi studi, ricerche e perfezionamenti tecnici.

Nel quadro generale dei problemi attinenti alla illuminazione elettrica, che si discuteranno nella prossima riunione di Spezia — di cui pubblichiamo più avanti il programma di massima — è dunque assai opportuno che le questioni commerciali non siano dimenticate; ed oggi appunto pubblichiamo una nota dell'Ing. VENTURINI sulla organizzazione della vendita e fatturazione dell'energia per luce, la quale dovrebbe dare occasione ad un interessante scambio di idee.

Röntgenterapia.

Un'altra comunicazione oggi pubblichiamo, pure destinata alla riunione di Spezia, che riguarda anch'essa un ramo molto particolare dell'elettrotecnica. L'Ing. PUGNO VANONI rende conto di interessanti prove su di un moderno impianto di Roentgenterapia e ci mostra come i sani criteri generali della tecnica si facciano decisamente strada anche in quelle applicazioni che per il loro carattere si svilupparono originariamente nel più assoluto empirismo.

Commissione elettrotecnica internazionale.

Pubblichiamo più avanti un esteso resoconto della recente riunione a Londra della C. E. I. Se fosse lecito, vorremmo ripetere qui quanto scrivemmo in queste note il 25 dicembre 1922 nel dare notizia della riunione di Ginevra. Fra tante iniziative internazionali di così dubbia utilità e nonostante le incredibili difficoltà di ogni genere che ostacolano sempre tale genere di lavori, la Commissione Elettrotecnica mostra di essere un organismo veramente vivo e vitale ed il progresso dei suoi lavori, per quanto necessariamente assai lento, in relazione soprattutto al nostro desiderio, merita di essere apprezzato ed incoraggiato.

LA REDAZIONE.

□ MOTORE ASINCRONO AUTOCOMPENSATO □ □ □ □ □ □

G. SARTORI



:: Comunicazione alle Sezioni di Bologna e di Milano ::

Principio del motore. — Alla recente fiera campionaria di Lipsia (2-9 marzo 1924) figuravano, esposti da ditte germaniche, vari tipi di un motore asincrono autocompensato che ha destato nella stampa tecnica di quel paese un notevole interesse. ⁽¹⁾ E poichè anche la nostra comincia ad occuparsi di quelle costruzioni ⁽²⁾, mi sia concesso di far presente come lo stesso motore sia stato anche qui da noi concepito con un notevole anticipo, come conseguenza naturale e spontanea di altro che i soci della A. E. I. già conoscono ⁽³⁾.

Ne richiamo il principio. Se in un motore asincrono comune si invertono le funzioni delle due parti costitutive, collegando il rotore alla rete e chiudendo il secondario in corto circuito, nulla si modifica nel funzionamento, ma il campo rotante assume nell'interferro e nel ferro dello statore la pulsazione propria dello scorrimento $\omega - \omega_1 / \omega = \sigma$. Se in queste condizioni un avvolgimento ausiliario (tipo anello o tamburo) provvisto di collettore, trovati sul rotore, si ottengono, alle spazzole poggianti sul collettore, fem. alternative di pulsazione $\sigma\omega$ e di valore efficace dipendente dai soliti parametri della macchina e dalla velocità angolare con cui i conduttori dell'avvolgimento ausiliario si spostano nel campo e che risulta costante per essere $\omega + (\omega - \omega_1) = \omega = 2\pi f$.

Se si considera un motore a due poli e si dispongono sul collettore due spazzole dalle quali si deriva la eccitazione per il circuito secondario (avvolgimento trifase) ricorrendo al sistema di Danielson oppure invertendo una fase per utilizzare al meglio tutto il rame dello statore (Vedasi Memoria citata) il motore si sincronizza e diventa un autosincrono. Anzi un autosincrono compensato, il quale regola da per se automaticamente la eccitazione in dipendenza del carico, mantenendo praticamente = 1 il fattore di potenza dell'impianto, come può

⁽¹⁾ *Elektrotechnische Zeitschrift*, 10 aprile 1924.

⁽²⁾ Vedasi nel giornale *L'Elettricista* (maggio 1924), una descrizione del motore quale viene costruito dalla Ditta Sachsenwerk di Niedersiedlitz.

⁽³⁾ *L'Elettrotecnica*, 25 settembre 1922.

desumersi dalle curve della figura 1 che furono dedotte mediante prove al freno sul motore autosincrono compensato di cui ebbi l'onore di parlare in occasione della Riunione Annuale della A. E. I. del 1922 a Milano. Tuttavia il giuoco delle azioni che originano questa automatica compensazione si differenziano nettamente da quelle che operano la automatica compensazione dell'asincrono di cui adesso parlerò, per quanto questo non sia che una immediata derivazione dell'altro.

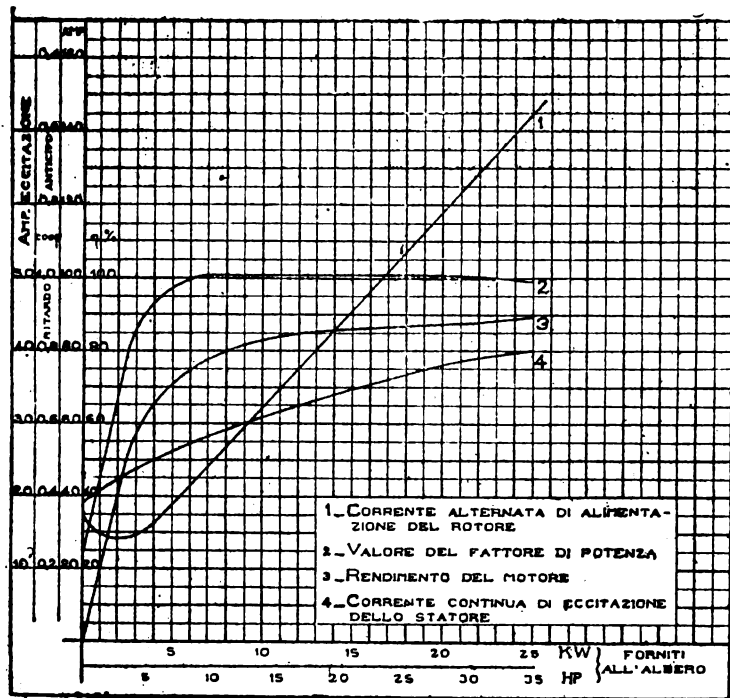


Fig. 1.

Se in un motore a due poli di cui il rotore sia il primario, provvisto di avvolgimento ausiliario nel rotore con relativo collettore, collochiamo tre spazzole a 120° anziché due a 180° , una volta effettuato l'avviamento, noi disporremo di una terna di fem. (sistema trifase) anziché di una sola fem. alternativa; e poichè queste hanno la frequenza dello scorrimento, esattamente come quelle prodotte nel secondario (fisso) dal campo rotante, ed è inoltre possibile orientarle a piacimento con l'opportuno calettamento delle spazzole, si potrà fare agire congiuntamente le due nel secondario, col risultato di poter dare alla terna di correnti nel secondario fase opportuna e quindi funzione magnetizzante, con la conseguente compensazione della macchina, che conserva in tale caso carattere asincrono.

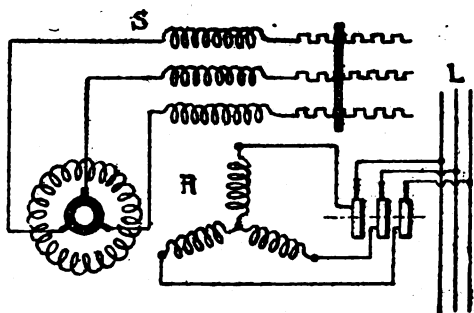


Fig. 2.

Questa osservazione naturale e semplicissima, contenuta implicitamente — se vuoi — in parecchi dei dispositivi che da venti anni a questa parte furono proposti per realizzare la regolazione di velocità dei motori asincroni e — in via subordinata — anche la loro compensazione, mi ha concesso di trasformare immediatamente il motore autosincrono compensato che ho dianzi richiamato alla vostra mente, in un asincrono compensato, che è poi in essenza quello comparso questo anno alla Fiera di Lipsia. E ciò senza portare verun cambiamento nella macchina, limitandomi a modificare il solo portaspazzole per disporre di una terna di spazzole per ogni campo polare, lasciando il circuito trifasico del secondario permanentemente collegato col circuito ausiliario attraverso le dette spazzole (fig. 2). Esso risulta così una semplificazione del motore Schrage a doppio giuoco di spazzole sul collettore e che fu recentemente analizzato dal nostro collega Della Salda (*).

(*) L'Elettrotecnica del 15 novembre 1923.

Si avvia nel solito modo mediante tre resistenze ohmiche in estremità del secondario e, messe queste in corto circuito, il motore diventa senz'altro un asincrono autocompensato, purchè alla terna di spazzole a, b, c , del collettore sia stato dato, precedentemente, l'opportuno calettamento.

La ragione è la solita. Sia I_μ (fig. 3) la componente di magnetizzazione necessaria al funzionamento della macchina e proporzionale al campo risultante nel motore e che o l'una o l'altra delle correnti primaria o secondaria debbono fornire. Per alimentazione a tensione costante D possiamo ritenerla costante, prescindendo dalla resistenza ohmica del primario e dalla sua dispersione. I_1 ed I_2 sono allora le correnti nei due avvolgimenti (per $n_1 = n_2$ spire) per l'asincrono ordinario in dipendenza della sola fem. σE agente nel secondario. Ma le cose mutano profondamente se iniettiamo nel secondario una fem. E_c perchè allora E_r diventa la fem. risultante nel secondario e I'_2 (per $R_2 = 1$) la corrente che sorge. Allora, per l'equilibrio, I deve assumere la grandezza e fase individuata da I'_1 , se il carico non è cambiato. Il motore risulta compensato, anzi ipercompensato (fig. 3).

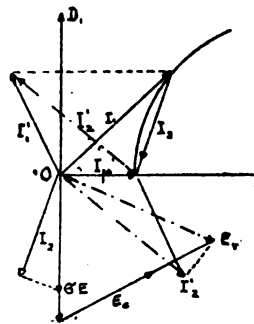


Fig. 3.

Nella macchina schematizzata nella figura 2 è appunto l'avvolgimento ausiliario e relativo collettore che provvede alla produzione della fem. E_c . La frequenza propria dello scorrimento è assicurata precisamente dal collettore che ha le spazzole a, b, c fisse nello spazio, mentre il campo si sposta rispetto ad esse con velocità angolare $\sigma \omega$. La costanza del valore efficace di questa fem. (dispersioni a parte) è assicurata dal fatto che i conduttori dell'avvolgimento ausiliario si spostano rispetto al campo con velocità angolare $\omega_1 + (\omega - \omega_1) = \omega$ che è la pulsazione della rete, come già precedentemente avvertito.

Potenza magnetizzante richiesta dal sistema. — Il procedimento della compensazione così ottenuta risulta molto economico perchè la eccitazione risulta effettuata alla frequenza dello scorrimento. Non è forse superfluo mettere in evidenza da quali elementi dipende, in generale, la potenza magnetizzante che dobbiamo somministrare per raggiungere una voluta induzione B in un intraferro (fig. 4).

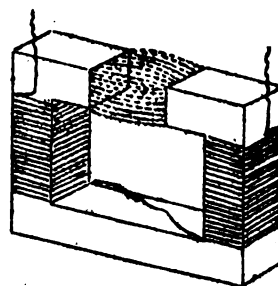


Fig. 4.

Consideriamo per semplicità un comune elettromagnete a largo interferro, in modo da poter trascurare gli ampergiri richiesti per provocare la induzione B nel ferro rispetto a quelli richiesti per provocare la stessa induzione nell'aria.

Il lavoro immagazzinato nel volume V (cmc) occupato dall'aria che separa le due facce polari dell'elettromagnete è espresso da $A = \frac{1}{8\pi} B^2 \cdot V$ erg, senza preoccuparci del flusso disperso. Per una corrente alternata che intrattiene il flusso, il lavoro che compete alla componente I_μ in un quarto di periodo è $\frac{1}{2} \frac{1}{\omega} E_0 I_0 \sin \varphi = \frac{1}{2} \frac{1}{\omega} E_0 I_\mu$. Infatti detto lavoro è rappresentato nella figura 5 dall'area ABC . La potenza massima si verifica per il punto B ed ha per valore

$\frac{I_0}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_0 \sin \varphi}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2} E_0 I_0 \sin \varphi$. Il valor medio dell'ordinata dell'area tratteggiata è $\frac{2}{\pi} \cdot \frac{1}{2} E_0 I_0 \sin \varphi$. Moltiplicando per il tempo rappresentato da AC e che è $T/4 = \frac{1}{4f}$ si ha il lavoro cercato, cioè

$$\frac{2}{\pi} \cdot \frac{1}{2} E_0 I_0 \sin \varphi \cdot \frac{1}{4f} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\omega} \cdot E_0 I_0 \sin \varphi.$$

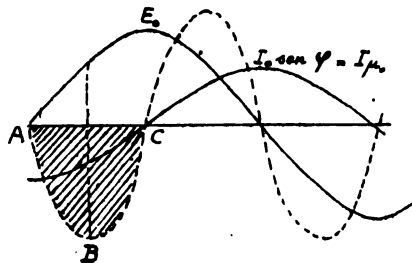


Fig. 5.

Si suole chiamare *potenza magnetizzante* od anche *potenza reattiva* l'espressione $P_\mu = \frac{1}{2} E_0 I_0 \sin \varphi$; però impropriamente, trattandosi di un particolare valore (il massimo) soltanto e non di un valor medio. Allora dovendo esservi corrispondenza esatta fra il lavoro effettuato in un quarto di periodo della componente I_μ e di cui abbiamo ora trovato il valore, e l'energia $A = \frac{1}{8\pi} B^2 \times V$ immagazzinata nel campo (intraferro) deduciamo immediatamente

$$A = \frac{1}{8\pi} B^2 \times V = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2\pi f} E_0 I_0 \sin \varphi = \frac{1}{2\pi f} P_\mu$$

$$P_\mu = \frac{1}{4} f \cdot B^2 \cdot V$$

la quale ci dimostra come per un determinato volume (di stabilità sezione e lunghezza) la potenza magnetizzante da somministrare è direttamente proporzionale alla frequenza f della corrente che provvede alla eccitazione e al quadrato della induzione B massima che si vuole raggiungere. E poichè dal valore di P_μ dipende il dimensionamento della eccitatrice, risulta tangibile il vantaggio di eccitare un motore asincrono con una corrente alternata che abbia la frequenza propria dello scorrimento, anzichè la frequenza della rete, come avviene nell'asincrono ordinario che attinge la potenza magnetizzante dalla rete. Per l'asincrono ordinario l'eccitazione proviene dal generatore sincrono che deve essere appunto più largamente dimensionato per provvedere, oltre che alla corrente attiva I_a , anche a quella reattiva I_μ richiesta dai motori nei quali non è altrimenti provveduto alla loro eccitazione.

Si può aggiungere, per maggior chiarezza, che quanto più bassa è la frequenza, tanto minore risulta la tensione richiesta per obbligare una determinata corrente a stabilirsi in un avvolgimento provvisto di autoinduzione; in corrispondenza risulta minore la potenza apparente della eccitatrice in voltampère. La potenza apparente assume, a parità di circostanze il minimo valore per frequenza nulla ($f=0$). E' il caso delle eccitrici a corrente continua per macchine sincrone.

Lo stesso ragionamento è da ripetersi per tutte le macchine asincrone compensate che hanno la eccitatrice disposta in cascata col circuito rotorico (Leblanc, Scherbins, Kapp, ecc.). Però queste eccitrici richiedono — di regola — collettori molto estesi in dipendenza dell'elevata intensità delle correnti rotoriche, conseguenza della bassa tensione per la quale si avvolge il rotore e che non supera i 500 ÷ 1000 volt all'atto dello spunto. Il limite può essere di molto rialzato quando è il circuito fisso che funge da secondario.

Comportamento del motore asincrono autocompensato. — Il comportamento del motore autocompensato (e credo opportuno chiamarlo così perchè porta in se gli elementi atti ad imprimergli la compensazione) e particolarmente questo da me proposto con avvolgimento ausiliario perfettamente distinto dal circuito primario, è essenzialmente diverso da quello con eccitatrice in cascata sul circuito rotorico (Leblanc, Scherbins, Kapp, ecc.). Invero in un motore di questo tipo la fem. atta alla compensazione (E_c ; figura 3) cresce gradatamente col carico. Da ciò deriva che una compensazione a vuoto o a piccolo carico è impossibile. La fem. E_c ha direzione univoca: precede sempre di $1/4$ di periodo la fase della corrente; a meno che non vi siano anche avvolgimenti serie sullo statore della eccitatrice, ciò che complica non poco la costruzione.

Nel motore di cui la figura 2 dà lo schema, il circuito principale (primario) e quello ausiliario (per la compensazione) sono elettricamente distinti, ma invece magneticamente concatenati e riposano nelle stesse cave. Essi formano così un vero trasformatore statico che, prescindendo dalle resistenze e dispersioni, è autoregolatore per tensione di alimentazione D costante. Possiamo pertanto contare sopra una fem. E_c costante in valore efficace; ma il collettore dà per le correnti trifasi utilizzate all'esterno una frequenza proporzionale a $\omega - \omega_1$. Perciò frequenza f per $\omega_1 = 0$ (avviamento); frequenza nulla per $\omega_1 = \omega$ che qui si potrà raggiungere, come si vedrà (stato di sincronismo o di isocronismo).

Ciò premesso e ricordato che il diagramma del trasformatore statico si applica immediatamente al motore asincrono perchè la variazione di frequenza nei rispetti della rotazione del campo viene compensata dalla rotazione di uno dei due circuiti, possiamo esaminare quali conseguenze nascono se

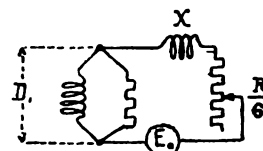


Fig. 6.

nel circuito elettrico equivalente di un motore asincrono ordinario (fig. 6) si inserisce una fem. E_c di grandezza e fase opportuna. Prescindiamo dalla resistenza e dispersione del primario per semplicità. Se x tien luogo della reattanza di dispersione secondaria e R/σ , con σ parametro variabile da 0 a ∞ , è la resistenza equivalente al carico applicato, sappiamo che Z_c è la impedenza e il luogo dell'estremità del vettore di Z_c è una retta parallela all'asse delle tensioni (fig. 7).

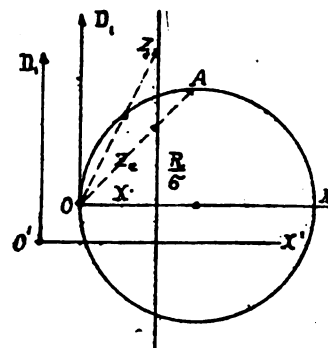


Fig. 7.

L'ammettenza $Y = 1/Z_c$ è allora un cerchio, misurato per i vari carichi dalle sue corde come OA e — prescindendo dalla scala — esse offrono una misura anche per l'ampiezza e la fase delle correnti. Occorrerà però riferirsi al centro O' dovendo tener conto della ammettenza a vuoto che va sommata vettorialmente; cioè della corrente reattiva richiesta per originare il flusso nel circuito magnetico e di quella attiva richiesta per le perdite nel ferro.

Se adesso noi introduciamo in circuito una fem. E_c veniamo in sostanza a modificare l'impedenza per la tensione D_1 ; oppure la precedente impedenza si trova sottoposta alla azione simultanea della tensione D_1 e della fem. E_c e sarà oltremodo facile esaminare che cosa succede.

La retta delle impedenze ruota andando a collocarsi parallelamente al vettore della fem. E_c come è mostrato in XZ nella figura 8; ma le correnti risultano adesso amplificate nel rapporto E/D_1 e altrettanto avverrà delle ammettenze riferendoci alla tensione impressa D_1 . Sarà lo stesso se noi ridurremo tutte le impedenze, nella sola ampiezza, nel rapporto inverso D_1/E_c il che equivarrà ad avvicinare ad E_c il luogo delle impedenze in modo che $OX' : OX = D_1 : E_c$. Il nuovo cerchio delle ammettenze, che è poi anche quello delle intensità, riuscirà adesso di diametro maggiore. Il centro O va in O' per le ragioni spiegate prima e il vettore D_1 si drizza

sempre perpendicolarmente al diametro su cui si contano le reattanze, mentre lungo esso va contata la resistenza variabile R/σ .

Il diagramma risulta così profondamente modificato. Il centro O' può risultare ancora fuori del circolo (motore solo in parte compensato) oppure può passare entro al circolo (motore compensato ed ipercompensato) e ciò tanto più facilmente quanto più la fem. di compensazione E_c è in precessione di fase sulla tensione applicata.

Ma vi è nel funzionamento di questo motore un aspetto particolare che va preso partitamente in esame. La possibilità dello scorrimento negativo.

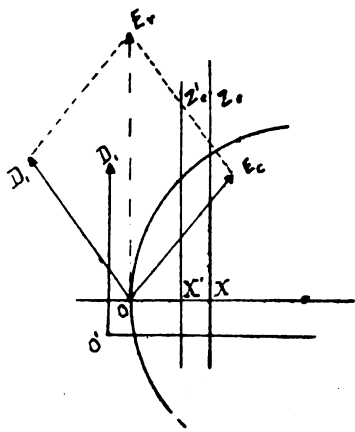


Fig. 8.

Caratteristica della velocità. — In un motore asincrono, compensato o no, supposto per semplicità di ragionamento di trascurare tutte le perdite eccetto quelle per effetto Joule nel rotore, ammettendo ancora l'eguaglianza nel numero delle spire dei due avvolgimenti primario e secondario, le componenti attive in essi avvolgimenti devono risultare eguali. Se una fem. E_c inserita nel secondario è capace di dare da sola una componente attiva I_a quale compete alla coppia che il motore deve sviluppare, deve essere nulla evidentemente la σE , la fem. prodotta per via di scorrimento. Deve essere allora $\omega_1 = \omega$. Ecco pertanto un motore che funziona con coppia motrice positiva a velocità di sincronismo, senza essere affatto un motore sincrono, nel senso almeno che sogliamo dare ad una macchina, capace, per un qualsiasi scarto di velocità angolare, di sviluppare una coppia sincronizzante atta a riportarla in sincronismo. Qui invece sussiste soltanto uno stato critico che meglio sarebbe definito con la parola *isocronismo*. Il campo risultante risulta fisso nello spazio; l'avvolgimento ausiliario fornisce correnti continue, come già avvertito dal Della Salda per il motore Schrage.

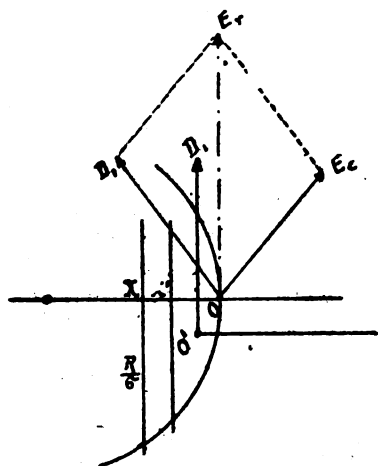


Fig. 9.

E' poi intuitivo che solo per i carichi superiori a quello accennato avremo scorrimenti positivi come nel motore asincrono comune; per carichi minori avremo scorrimenti negativi, cioè il rotore avrà velocità angolare ω_1 superiore a quella ω . E poichè qui è alimentato come primario il rotore, così il campo magnetico risultante camminerà a ritroso del rotore, affinché la somma delle velocità angolari torni ad essere $= \omega$. Però con questa inversione nel senso dello spostamento del campo risultante, risulta invertito l'ordine ciclico con cui si seguono le fem. indotte nel secondario e si rende pertanto in-

dispensabile una indagine del come si atteggia il circolo delle ammettenze nel diagramma corrispondente al circuito elettrico equivalente.

Tutto avviene come se le componenti della impedenza avessero mutato segno risultandone così per l'ammettenza il circolo $O A X$ (fig. 9). E non ci sarà poi che operare come alla precedente costruzione per trovare la nuova ammettenza rispetto il polo O' . Risulta così un circolo col centro a sinistra dell'asse delle tensioni anzichè a destra. Questo risultato, vellevole s'intende per i soli scorrimenti negativi, ci permette di presagire che, in corrispondenza al passaggio per l'isocronismo, i luoghi delle ammettenze presenteranno un flesso e ciò è reso ben evidente dai rilievi fatti sulla macchina asincrona autocompensata del Laboratorio di Elettrotecnica della R. Scuola di Ingegneria di Bologna.

Osservando ancora che la presenza di un avvolgimento ausiliario con collettore e spazzole va ad aumentare la resistenza del circuito secondario, che la dispersione di esso diventa in conseguenza maggiore, si può inferirne che la caduta di velocità fra vuoto e pieno carico di questi motori risulterà superiore rispetto ai normali asincroni, senza che il rendimento ne scapiti eccessivamente. Si renderà così possibile l'impiego di masse-volano per trarne vantaggio, agli effetti di una maggiore elasticità della macchina, senza esagerarne le dimensioni, ogni qualvolta ci si trovi in presenza di carichi molto variabili.

Fattore di potenza. — Le caratteristiche più salienti del motore asincrono autocompensato restano però il fattore di potenza che si può contenere intorno all'unità nell'ambito del funzionamento industriale e il limite di sovraccaricabilità senza restarne frenato.

Occupiamoci ora della prima caratteristica: il miglioramento del fattore di potenza.

Il diagramma esposto nella figura 7 ci permette di ritenere che il luogo del punto indice del vettore I_1 per alimentazione a tensione D_1 costante è un circolo in posizione qualsiasi rispetto al polo. Ciò sarà dedotto più avanti con una dimostrazione più rigorosa. Ci limitiamo qui al caso del centro del circolo a destra di D_1 , e che per motori in carico più frequentemente si verifica. Vediamo allora che scegliendo preventivamente in modo opportuno la grandezza di E_c e calettando le spazzole sul collettore con riguardo all'effetto che intendiamo raggiungere, sarà possibile sovracompensare largamente la macchina (circolo C_1) (fig. 10) per darle carattere di generatrice di

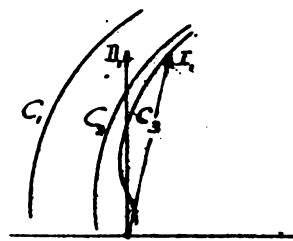


Fig. 10.

potenza magnetizzante da immettere sulla rete, risultato che ora si raggiunge con i motori sincroni sovraccitati o con motori autosincroni ⁽⁵⁾. Oppure sovracompensare moderatamente (circolo C_2) per migliorare il fattore di potenza della rete che alimenta un gruppo di motori asincroni di piccola potenza, mentre l'asincrono autocompensato provvede da solo alle più importanti esigenze della fabbrica o stabilimento.

Infine procurando di far risultare il diagramma come indica il circolo C_3 che passa in grande vicinanza al polo O , si può avere norma costruttiva per i motori destinati a funzionamento singolo, individuale. In questo caso il fattore di potenza risulta praticamente $= 1$, a tutti i carichi passando da un $\cos \varphi = 0.96 \div 0.97$ in anticipo per il funzionamento a vuoto, toccando l'unità per i $2/3 \div 3/4$ del carico massimo, passando a $\cos \varphi = 0.95$ con corrente in ritardo, per il carico normale per il quale il motore è costruito, sempre per il caso di scorrimenti positivi.

Se si pensa che questo risultato è raggiunto in modo del tutto automatico; che le spazzole, una volta calettate in fabbrica o sul posto possono essere rese inamovibili per impedire funzionamenti non prescritti contrattualmente, si è autorizzati a concludere che il motore, dal punto di vista del fattore di

⁽⁵⁾ L'Elettrotecnica, 25 settembre 1922.

potenza, può corrispondere alle esigenze più rigorose dei distributori e dei produttori di energia.

Nei riguardi del fattore di potenza è di grande interesse rilevare che il suo valore non muta sensibilmente col modificarsi della tensione di alimentazione della macchina, caso purtroppo frequentissimo nelle nostre distribuzioni di energia per forza motrice. La ragione è da ascrivere al fatto che il funzionamento del motore si esplica entro un campo relativamente ristretto per spostamento di fase e comprendente l'asse degli spostamenti di fase nulli.

Coppia motrice. — Sia C_1 il diagramma di un motore asincrono e C_1' quello dello stesso motore provvisto di circuito ausiliario per la compensazione (fig. 11). Unendo con

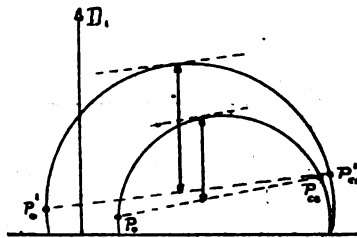


Fig. 11.

una retta i punti indici del funzionamento a vuoto con quelli del corto circuito e conducendo le tangenti ai circoli parallele a dette rette, risultano segmenti come h , che stanno ad indicare grandezze proporzionali alle coppie motrici massime del motore.

Per il motore compensato, il valor massimo della coppia risulta proporzionale al segmento h_1' , sempre notevolmente superiore ad h_1 , e ne consegue che il limite di sovraccaricabilità della macchina si eleva parecchio, e quindi essa si comporta con molta elasticità nei riguardi delle variazioni di carico, mentre a parità di dimensioni e peso si avrà egualmente un beneficio perchè la corrente nel secondario, causa l'elevato fattore di potenza, poco differisce da $I_a^{n_1/n_2}$, cioè raggiunge il valor minimo compatibile ed anche il calore sviluppato risulta minimo. Confrontato con un asincrono comune l'asincrono compensato risulta capace di sviluppare, entro lo stesso limite di temperatura, un carico medio superiore di almeno 15 ÷ 20 per cento, ciò che può compensare largamente il maggior prezzo, non superiore però al 20 ÷ 25 % a quello dell'asincrono comune, di pari numero di poli e di eguale potenza.

E' noto che nell'asincrono comune la coppia motrice massima è dell'ordine di 2 ÷ 2,5 volte la coppia normale per la quale il motore è costruito; nell'asincrono autocompensato invece il rapporto è dell'ordine di 3 ÷ 3,5 volte. Questa superiorità è particolarmente vantaggiosa per i casi in cui la tensione di alimentazione subisce abbassamenti notevoli, se si pensa che per premunirsi contro le sue fatali conseguenze si esagera sempre nella prestazione di un motore al momento dell'acquisto, scegliendolo di potenza notevolmente superiore a quella che — per tensione normale — sarebbe sufficiente. Ed è qui forse, una delle cause più importanti del basso fattore di potenza delle reti.

Ancora più saliente è il confronto con un motore sincrono a poli sporgenti o con un asincrono sincronizzato, che — di regola — non consentono sovraccarichi superiori del 50 % al carico normale, anche ammesso che con qualche regolatore automatico si possa commisurare sempre la eccitazione al carico. In proposito va osservato che l'autosincrono compensato provvede alla maggiore eccitazione senza bisogno di speciali regolatori.

Teoria completa del motore asincrono autocompensato. — La ricerca grafica fatta precedentemente sostituendo al motore il circuito elettrico equivalente, può essere completata con una ricerca di carattere analitico, la quale in fondo non è che la traduzione algebrica della prima.

Allora per comodità di trattazione supponiamo che tanto il primario quanto il secondario siano collegati a triangolo potendo allora corrispondersi direttamente uno per uno i tre rami del primario, del secondario, del circuito ausiliario che avranno rispettivamente n_1 , n_2 , n_a spire (fig. 12).

Se indichiamo con \bar{I}_μ il valor massimo della corrente di magnetizzazione che supponiamo debba circolare nell'avvolgimento primario, osservando che per la scelta disposizione dei circuiti nei due avvolgimenti secondario ed ausiliario circola la stessa corrente \bar{I}_2 , il triangolo delle f. m. m. risulta chiuso

quando è soddisfatta la relazione.

$$n_1 \bar{I}_\mu = n_1 \bar{I}_1 + (n_2 + n_a) \bar{I}_2 \quad (1)$$

In una fase del circuito primario la tensione alternativa di alimentazione \bar{D}_1 tiene in equilibrio le seguenti 4 fem.:

1. La fem. che viene indotta dal flusso che si concatena con le n_1 spire e dovuto alla corrente \bar{I}_μ . Se indichiamo con L_1 il coefficiente di autoinduzione della spirale n_1 possiamo porre $L_1 = L_1 + l_1$ essendo L_1 la parte di flusso che si concatena col circuito magnetico comprendente anche il secondario ed l_1 quello inerente alla dispersione del primario. Per la simmetria dei circuiti che abbracciano pacchi lamellari in ferro e del quale non teniamo conto nè fenomeno di isteresi, nè fenomeno di saturazione (L costante) possiamo trascurare le dispersioni di secondo ordine.

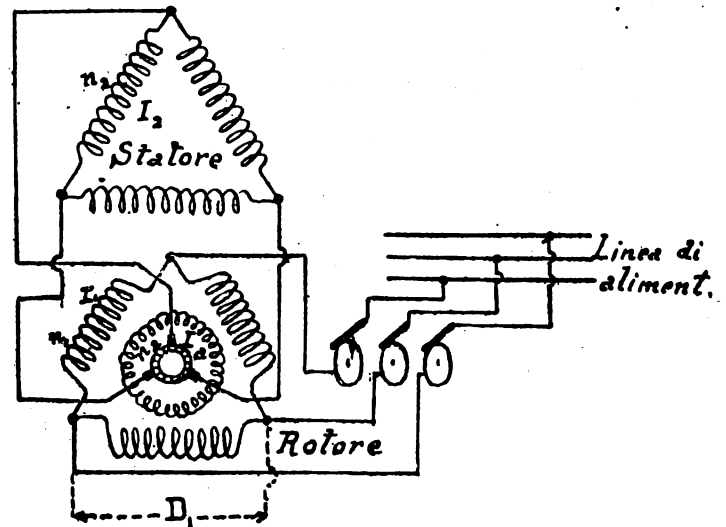


Fig. 12.

Allora il flusso cui è dovuta la fem. di cui ora ci occupiamo ha per valor massimo $L_1 \bar{I}_\mu$ e perciò il valor massimo della fem. indotta sarà $j \omega L_1 \bar{I}_\mu$ perchè la velocità della spirale nel campo è $\omega - \omega_1 + \omega_1 = \omega$.

2. La fem. di dispersione $j \omega l_1 \bar{I}_1$.

3. La fem. dovuta alla caduta di tensione ohmica $-r_1 \bar{I}_1$.

4. La fem. indotta dal circuito ausiliario nel primario, che però possiamo benissimo trascurare, perchè gli ampergiri di questo circuito sono una frazione molto piccola degli ampergiri primari.

Allora scriveremo:

$$\bar{D}_1 + j \omega L_1 \bar{I}_\mu + j \omega l_1 \bar{I}_1 - r_1 \bar{I}_1 = 0 \quad (2)$$

Nel secondario verranno indotte e iniettate fem. di varia provenienza; e precisamente:

1. Una fem. $j(\omega - \omega_1) M_{1,2} \bar{I}_\mu$ dovuta al flusso concatenato che si sposta con velocità $\omega - \omega_1$ rispetto ai circuiti dello statore.

2. La fem. che si sviluppa nel circuito ausiliario, il quale ha la identica velocità angolare ω_1 del primario. Nel campo prodotto dalla corrente \bar{I}_μ una fase del circuito ausiliario si muove con velocità $(\omega - \omega_1) + \omega_1 = \omega$. Il flusso sarà $\equiv k \bar{I}_\mu$ e, come per una dinamo a corrente continua, la fem. indotta sarà $\equiv \Phi n_a \omega$, però alternativa, con pulsazione $\omega - \omega_1$. Allora rappresenteremo questa fem. con $\bar{K} \bar{I}_\mu$. Ma poichè noi possiamo variarne a piacimento la fase agendo sul calettamento delle spazzole porremo $\bar{K} = k_1 + jk_2$ con la condizione $K = \sqrt{k_1^2 + k_2^2}$ costante.

3. Le fem. di dispersione cui competono le parti l_2 ed l_a dei totali coefficienti di autoinduzione; quindi $j(\omega - \omega_1)(l_2 + l_a) \bar{I}_2$.

4. Infine dovrà essere tenuta in equilibrio la fem. dovuta alle resistenze ohmiche (comprese quelle delle spazzole di carbone sul collettore) $-(r_2 + r_a) \bar{I}_2$.

Per il secondo circuito allora scriveremo:

$$j(\omega - \omega_1) M_{1,2} \bar{I}_\mu + \bar{K} \bar{I}_\mu + j(\omega - \omega_1)(l_2 + l_a) \bar{I}_2 - (r_2 + r_a) \bar{I}_2 = 0 \quad (3)$$

La (1) ci dà

$$\bar{I}_\mu = \bar{I}_1 + \frac{n_2 + n_a}{n_1} \bar{I}_2 = \bar{I}_1 + N \bar{I}_2 \quad \text{ponendo } N = \frac{n_2 + n_a}{n_1}$$

Sostituendo questo valore nelle (2) e (3) esse assumono la forma:

$$\bar{D}_1 + j\omega L_1 \bar{I}_1 + j\omega L_1 N \bar{I}_2 + j\omega l_1 \bar{I}_1 - r_1 \bar{I}_1 = 0 \quad (2)$$

$$j(\omega - \omega_1) M_{1,2} \bar{I}_1 + j(\omega - \omega_1) M_{1,2} N \bar{I}_2 + \bar{K} \bar{I}_1 + \bar{K} N \bar{I}_2 + j(\omega - \omega_1) (l_1 + l_2) \bar{I}_2 - (r_1 + r_2) \bar{I}_2 = 0 \quad (3)$$

Eliminando \bar{I}_2 fra queste due equazioni si ha una relazione della forma generica $\bar{I}_1 = \bar{D}_1 / \bar{Z}_e$ che dà il luogo dell'indice del vettore \bar{I}_1 in funzione della impedenza effettiva \bar{Z}_e del circuito, quando D_1 si mantenga costante.

Dalla (3), dopo aver raccolto a fattor comune \bar{I}_1 e \bar{I}_2

$$\bar{I}_1 (j(\omega - \omega_1) M_{1,2} + \bar{K}) = \bar{I}_2 ((r_1 + r_2) - j(\omega - \omega_1) M_{1,2} N - \bar{K} N - j(\omega - \omega_1) (l_1 + l_2))$$

si ricava:

$$\bar{I}_1 = \bar{I}_2 \frac{\bar{K} + j(\omega - \omega_1) M_{1,2}}{(r_1 + r_2) - \bar{K} N - j(\omega - \omega_1) \{M_{1,2} N + (l_1 + l_2)\}} \quad (4)$$

Introduciamo per \bar{K} l'espressione $k_1 + jk_2$

Poniamo per semplificare la scrittura

$$r_1 + r_2 - k_1 N = A$$

$$\{k_2 - (\omega - \omega_1) (M_{1,2} N + (l_1 + l_2))\} = B$$

$$\omega - \omega_1 = \sigma \omega$$

e sostituiamo il valore di I_2 data dalla (4) nella (2). Troviamo

$$\bar{D}_1 + j\omega L_1 \bar{I}_1 + j\omega l_1 \bar{I}_1 - r_1 \bar{I}_1 + j\omega L_1 N \frac{(k_1 + jk_2) + j\sigma \omega M_{1,2}}{A + j\sigma \omega B} \bar{I}_1 = 0$$

$$\bar{D}_1 + \bar{I}_1 \left\{ j\omega (L_1 + l_1) - r_1 + \frac{j\omega L_1 k_1 N - \omega k_2 L_1 N - \sigma \omega^2 L_1 N M_{1,2}}{A + j\sigma \omega B} \right\} = 0$$

Risolviendo rispetto \bar{I}_1 e ponendo ancora

$$r_1 A - \omega k_2 L_1 N = R$$

$$\omega B (L_1 + l_1) - \omega^2 L_1 N M_{1,2} = T$$

$$\omega L_1 k_1 N - \omega A (L_1 + l_1) = U$$

$$r_1 B = B_1$$

si ottiene

$$\bar{I}_1 = \bar{D}_1 \frac{A + j\sigma B}{(R + \sigma T) + j(U - \sigma B_1)}$$

dove A, B, B_1, R, T, U sono quantità reali e σ (scorrimento) è un parametro variabile.

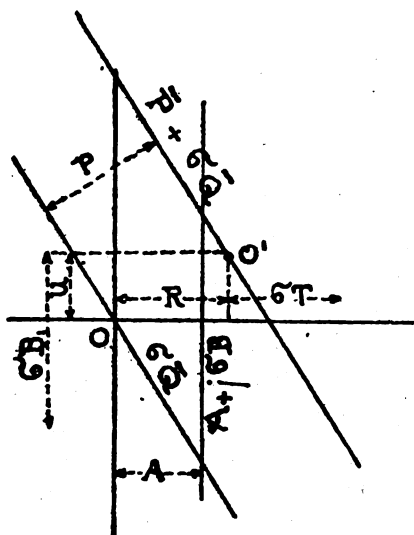


Fig. 13.

Osserviamo che in dipendenza del parametro variabile σ il denominatore rappresenta una retta passante per un'origine O_1 corrispondente a $\sigma = 0$ (isocronismo). Allora questa retta può essere immaginata come il risultato dello spostamento parallelamente a se stessa della quantità complessa \bar{P} di una retta $\sigma \bar{Q}$ passante per l'origine O (fig. 13).

Siamo quindi autorizzati a scrivere

$$\bar{I}_1 = \bar{D}_1 \frac{A + j\sigma \omega B}{\bar{P} + \sigma \bar{Q}} \quad (7)$$

Ma anche $A + j\sigma \omega B$ rappresenta una retta parallela all'asse

delle ordinate (essendo A e B reali, come sappiamo) passante per un punto delle ascisse che dista A dall'origine.

Il luogo di \bar{I}_1 per \bar{D}_1 costante risulta pertanto da una operazione di rapporto di due segmenti nel piano che, col variare di σ , cambiano continuamente grandezza e direzione. Il risultato della operazione è — in generale — una conica senza alcun punto all'infinito. Ma nel caso particolare è un circolo in posizione qualsiasi rispetto al polo.

Che si tratti di una conica senza alcun punto all'infinito lo si vede subito, perchè essendo \bar{P} e \bar{Q} vettori di diversa direzione, il denominatore non può mai ridursi a zero. D'altra parte neppure il numeratore può mai assumere valore nullo. Perciò avremo conica senza punti all'infinito e non passante per l'origine O . Donde o una ellisse o un circolo in posizione qualsiasi.

Ma sussiste l'identità (*)

$$\frac{A + j\sigma \omega B}{\bar{P} + \sigma \bar{Q}} = \frac{j\omega B}{\bar{Q}} + \left(A - \frac{j\omega B}{\bar{Q}} \bar{P} \right) \frac{1}{\bar{P} + \sigma \bar{Q}} = \bar{V}_1 + \frac{\bar{V}_2}{\bar{P} + \sigma \bar{Q}}$$

dove \bar{V}_1 e \bar{V}_2 sono due vettori fissi nel piano.

Tenendo presente che il risultato della operazione di inversione di una retta $\bar{P} + \sigma \bar{Q}$ è un circolo passante per l'origine, si ha la dimostrazione di quanto fu dianzi affermato. Moltiplicando le corde (vettori) del circolo per \bar{V}_2 si ha una figura omotetica, amplificata in ragione da 1 a V_2 , ma ruotata dell'argomento di $\bar{V}_2 = V_2 \cdot e^{j\alpha}$.

L'operazione della aggiunta ad ogni punto del nuovo circolo del vettore \bar{V}_1 equivale a spostarlo in blocco della quantità complessa V_1 rispetto al polo, o, più semplicemente, spostare il polo rispetto al circolo della quantità $-\bar{V}_1$.

Il circolo è rapidamente determinato in grandezza e posizione rispetto a due assi coordinati x ed y passanti per il polo ove si conoscano tre soli punti, oppure due punti ed il centro. I punti caratteristici possono essere, come al solito, quelli corrispondenti ai valori singolari di σ e precisamente $\sigma = 0, \sigma = 1, \sigma = \infty$.

Se per la semplicità di scrittura indichiamo con p_1 e p_2 le coordinate del punto P piede della perpendicolare abbassata da O sulla retta $\bar{P} + \sigma \bar{Q}$ e q_1, q_2 le coordinate di un punto qualsiasi della retta $\sigma \bar{Q}$, il tutto immediatamente determinabile con i parametri fissi della macchina, talchè si possa scrivere

$$\bar{P} + \sigma \bar{Q} = (p_1 + j p_2) + \sigma (q_1 + j q_2)$$

si ha con i soliti procedimenti della geometria e che qui si omettono per brevità:

Coordinate del centro del circolo

$$x = \frac{D_1}{2} \cdot \frac{A_1 q_1 + \omega B p_1}{p_1 q_1 - p_2 q_2} \quad y = \frac{D_1}{2} \cdot \frac{A_1 q_2 + \omega B p_2}{p_1 q_1 - p_2 q_2}$$

Coordinate del punto cui corrisponde $\sigma = 0$

$$x = D_1 \frac{-A_1 p_1}{p_1^2 + q_1^2} \quad y = D_1 \frac{A_1 p_2}{p_1^2 + q_1^2}$$

Coordinate del punto cui corrisponde $\sigma = 1$

$$x = D_1 \frac{\omega B (p_1 + q_1) - A_1 (p_2 + q_2)}{(p_1 + q_1)^2 + (p_2 + q_2)^2}$$

$$y = D_1 \frac{A_1 (p_1 + q_1) + \omega B (p_2 + q_2)}{(p_1 + q_1)^2 + (p_2 + q_2)^2}$$

Coordinate del punto cui corrisponde $\sigma = \infty$

$$x = D_1 \cdot \frac{\omega B q_1}{q_1^2 + q_2^2} \quad y = D_1 \cdot \frac{\omega B q_2}{q_1^2 + q_2^2}$$

Il circolo, luogo dell'indice del vettore \bar{I}_1

$$\bar{I}_1 = \bar{D}_1 \frac{A + j\sigma \omega B}{\bar{P} + \sigma \bar{Q}} \quad (7)$$

risulta così con tutta facilità tracciabile.

E' poi superfluo osservare che il circolo non è che uno schema ideale dell'andamento dei fenomeni, essendo stata trascurata la variabilità dei coefficienti di induzione in dipendenza

della saturazione del ferro, le dissipazioni di energia per fenomeni di isteresi e per correnti parassite, e la fem. di induzione mutua fra circuito primario e circuito ausiliario.

Tutto questo per scorrimento σ positivo. Se per le particolari condizioni in cui il motore trovasi a funzionare lo scorrimento σ diventa negativo, il risultato ora ottenuto non risulta infirmato perché anche l'espressione

$$\bar{I}_1 = \bar{D}_1 \frac{A - j\sigma\omega B}{P - \sigma Q} \quad (8)$$

è ancora quella di un circolo in posizione qualsiasi rispetto al polo, centro dei vettori. Ma le coordinate del centro e dei punti singolari non sono più le stesse per il funzionamento della macchina come motore.

Costruzione della macchina. — Dopo la dettagliata descrizione della macchina data nell'*Elettrotecnica* del 22 Settembre 1922 per il motore autosincrono compensato, è perfettamente inutile ripeterla qui. Io ho infatti realizzato il motore asincrono autocompensato con l'identica macchina; e ciò disponendo per ogni campo polare tre spazzole a 120° elettrici, anziché due a 180°. I risultati di prove accurate stanno a confermare che data la piccolissima frequenza delle correnti circolanti nel secondario, non vi è sensibile differenza per gli ampergiri da impiegare per la eccitazione nell'uno o nell'altro caso.

E' molto importante notare che questo risultato è raggiunto con un traferro, precedentemente scelto per macchina sincrona; circa 2 1/2 mm nella macchina in discorso. Con funzionamento autosincrono, con potenza resa di 25 kW all'albero, l'eccitazione per $\cos \varphi = 1$ assorbe (alimentazione a 110 volt) 1225 watt, cioè il 5%; il che, per una macchina di così piccole dimensioni, è perfettamente normale. Questo risultato si raggiunge disponendo per ogni cava del rotore due conduttori di un comune avvolgimento ad anello. Bastava o basterebbe pertanto un solo conduttore per cava con un avvolgimento a tamburo.

Ciò sta a dimostrare che con la struttura asincrona ad autocompensazione si potrà abbondare largamente nell'interferro a parte le limitazioni imposte dalla corrente di avviamento; con intraferro normale, con un conduttore per cava del rotore e avvolgimento a tamburo vi sarà esuberanza di tensione dell'eccitatrice e ciò depono assai favorevolmente per la possibilità di macchine in cascata e di cui dirò più avanti.

Avviamento. — L'avviamento del motore asincrono autocompensato non presenta nulla di caratteristico, il tutto avvenendo come in un asincrono comune. Come indica la figura 2 lo statore ha i sei capi liberi; tre vanno alle spazzole della eccitatrice e tre vanno alla resistenza di avviamento che gradatamente è da mettersi in corto circuito, dopo aver applicata la tensione al rotore.

Il comportamento delle spazzole sul collettore anche durante l'avviamento, quando la frequenza delle tensioni passa dal valore della frequenza della rete a quella che compete allo scorrimento, non dà alcuna preoccupazione.

Scintillamento sul collettore. — Esso è praticamente nullo per la bassissima tensione media fra due lamelle vicine del collettore. Così avveniva per la macchina fatta funzionare da autosincrono. Causa la frequenza bassissima delle correnti alternate in giuoco quando la macchina funziona asincrona, nulla di anormale succede anche quando si raggiungono i carichi più elevati e quindi gli scorrimenti più forti. Nella macchina da me presentata nel 1922 la tensione sul collettore a corrente continua non superava i 35 ÷ 40 volt e questo valore non si è modificato nel funzionamento asincrono. Per interferro di 3/4 mm quale si potrebbe benissimo raggiungere per un diametro di 300 mm al rotore, questa tensione sarebbe anche esuberante e converrebbe forse attenuarla o con passi raccorciati se si fa un avvolgimento a corrente continua a tamburo o con qualche altro provvedimento su cui non è il caso qui di diffondersi.

Aggruppamento in cascata. — Il motore asincrono autocompensato da me realizzato fin dal 1922 e che, in sostanza, non diversifica affatto da quelli presentati quest'anno alla Fiera di Lipsia, presenta l'inconveniente di dover essere alimentato dalla parte del rotore, con che resta escluso l'impiego diretto delle alte tensioni quando si tratti di potenze rilevanti.

Ma la Ditta Sachsenwerk ha proposto di ricorrere alla disposizione in cascata riunendo in una unica carcassa due circuiti magnetici affiancati, ma distinti. Lo statore del primo è collegato all'alta tensione di linea e il rotore che gli corrisponde agisce in duplice modo; parte come trasformatore e parte come motore. Le correnti rotoriche di questo vengono immesse nel rotore del secondo sistema, lo statore del quale, dopo effettuato l'avviamento, è destinato ad essere attraversato dalla corrente risultante dalla fem. di scorrimento e da quella presa fra le spazzole (fisse) di un collettore cui mette capo il circuito ausiliario disposto nelle cave del secondo rotore.

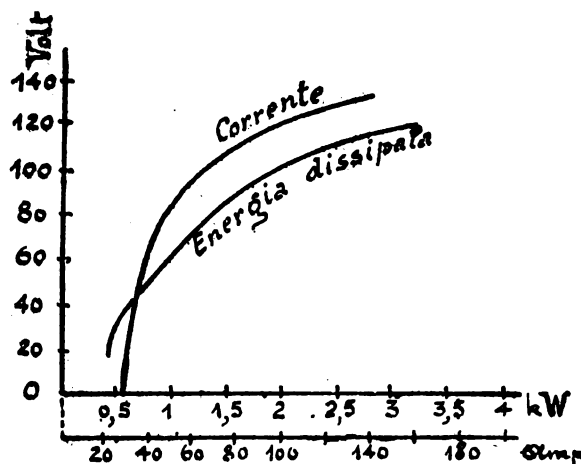


Fig. 14.

Data la possibilità di produrre senza difficoltà ampergiri di eccitazione per sovracompensare la macchina è facile arguire che anche con due macchine in cascata il raggiungimento del fattore di potenza unitario a tutti i carichi si presenta come cosa per nulla problematica e da questo fatto trae nuova importanza questa disposizione, fin qui si può dire negletta (eccetto casi speciali) appunto per il basso fattore di potenza cui dava luogo.

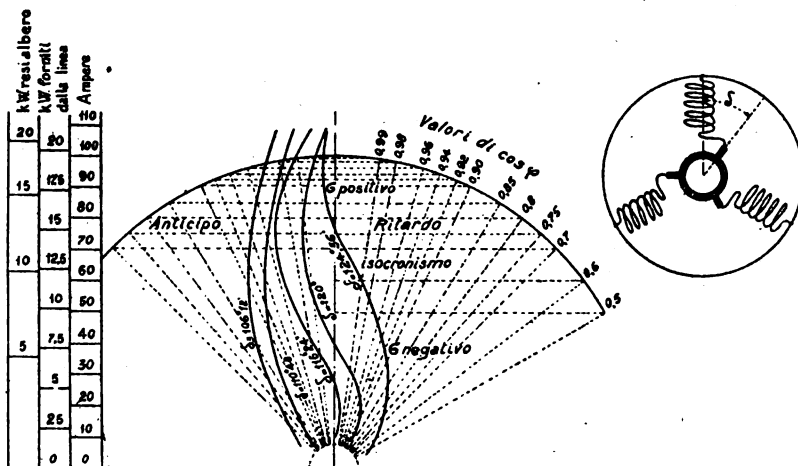


Fig. 15.

Quando occorre raggiungere piccolo numero di giri con un motore asincrono bisogna impiegare macchine a molti poli e queste presentano forti dispersioni. Potendo suddividere lo stesso numero di poli sopra due strutture, si hanno bensì, per la diminuzione dei diametri, minori dispersioni; ma cresce per la aumentata frequenza nel primo rotore la reattanza di dispersione e quindi macchine in cascata, se non compensate, hanno globalmente una dispersione maggiore di una macchina asincrona unica, della stessa potenza e costruita per lo stesso numero di giri. La compensazione automatica, realizzata con un avvolgimento ausiliario entro le cave di un rotore, che sarà sempre per bassa tensione, non complicando sensibilmente la costruzione della cascata, potrà rendere segnalati servigi in molti casi della pratica, potendo con essa soddisfare alle seguenti esigenze:

- a) alimentazione diretta di uno statore con linea ad alta tensione;
- b) velocità limitata in giri anche adottando piccolo numero di poli per le due singole strutture;
- c) funzionamento a fattore di potenza intorno all'unità a qualunque carico, leggermente in anticipo a basso carico, leggermente in ritardo a pieno carico.

Risultati sperimentali. — La macchina, già autosincrona, allestita come è detto al paragrafo primo « *Principio del motore* » è stata oggetto di rilievi sperimentali che mi sembra non superfluo far conoscere.

Come asincrona semplice, senza compensazione, dato l'abbondante intraferro, essa risulta una pessima macchina, come è rilevabile dal grafico della fig. 14 che mostra la corrente a vuoto prelevata dal rotore dalla linea alle varie tensioni di alimentazione. Si può rilevare che a 110 volt di tensione, la corrente è di 115 ampere; addirittura la corrente normale, perchè con questa intensità si può ottenere a $\cos \varphi = 1$ una potenza assorbita dalla linea di

$$\sqrt{3} \times 110 \times 115 = 21\,800 \text{ watt}$$

ed una potenza resa di

$$21\,800 \times 0,88 = 19\,200 \text{ watt}$$

essendo 0,88 il rendimento sperimentato a quel carico. (Vedasi anche figura 1 per funzionamento in autosincrono).

Il grafico successivo (fig. 15) dà i valori delle correnti con i rispettivi fattori di potenza ai carichi compresi fra 0 e 20 kW per diversi valori dell'angolo di calettamento δ fra le spazzole ed i corrispondenti avvolgimenti dello statore. Per tradurre i gradi δ in gradi elettrici conviene tener presente che gli avvolgimenti dello statore sono congiunti a stella e quelli del circuito ausiliario presentano connessione a triangolo.

Debbo notare che l'avvolgimento ausiliario di compensazione calcolato per una macchina autosincrona è anche esuberante e consente perciò di studiare il comportamento della macchina entro un campo abbastanza esteso di regolazione.

Noto qui che a rotore fatto girare lentamente a mano e con avvolgimenti secondari aperti da un lato (gli altri tre a stella) e circuito ausiliario staccato applicando tensione trifase a 110 volt al primario (rotore) si ha come tensione concatenata al secondario 508 volt. Con lo scorrimento del 3 % (mai fu superato) la tensione di scorrimento risultò dunque di 15 volt. Invece la tensione fra due spazzole sul collettore risultò nelle identiche condizioni di 26 volt. Vi è dunque una larga eccedenza della fem. E_c di compensazione rispetto la fem. di scorrimento σE .

E' facile trovare per tentativi per quale angolo di calettamento δ delle spazzole si raggiunge la condizione di isocronismo a vuoto. Si è trovato $\delta \approx 90^\circ$ con che la fem. di compensazione verrebbe a trovarsi, portata sul diagramma della fig. 3, circa a 30° in ritardo rispetto alla direzione del flusso risultante — $I\mu$ cioè nelle migliori condizioni per produrre corrente di magnetizzazione. Ma la eccitazione risultava in eccesso segnando uno dei wattometri + 3800 watt, l'altro — 450. Quindi $\cos \varphi = 0,42$ (anticipo). Corrente attiva 17,1 amp.; corrente reattiva 37 ampere in anticipo. Vi era dunque oltre la componente di magnetizzazione $I\mu$ una eccedenza di 37 ampere di carattere capacitivo fornita dalla macchina alla linea.

Dei vari luoghi ottenuti, come colleganti i punti di una dozzina di prove per ogni particolare calettamento, il più caratteristico di tutti è il primo per $\delta = 124^\circ . 36'$ perchè mostra il flesso caratteristico al passaggio dallo stato di ipersincronismo a quello di iposincronismo. Disponendo in derivazione sulle spazzole al collettore un voltmetro polarizzato con zero al centro della scala, lo si vede oscillare sempre più lentamente mano mano che il carico cresce. Finalmente cessa dal pendolare; poi riprende nuovamente se il carico cresce ancora, ma la frequenza questa volta aumenta con l'aumento della potenza.

Il secondo luogo è quello che più corrisponde ad un andamento industriale del motore. Leggero ritardo in partenza, $\cos \varphi = 1$ a $1/4$ della potenza normale e poi $\cos \varphi$ minimo = 0,99. Lo stesso avviene presso a poco per il grafico terzo che corrisponde a $\delta = 115^\circ . 24'$.

I due ultimi luoghi segnano nettamente un andamento capacitivo risultando la corrente primaria costantemente in anticipo rispetto la tensione. Il motore, oltrechè provvedere alla potenza meccanica, potrebbe anche migliorare il fattore di potenza di una linea su cui altri piccoli motori asincroni comuni fossero presi in derivazione.

Altra considerazione degna di rilievo è la forma slanciata dei diagrammi che lasciano intuire una grande attitudine a sopportare sovraccarichi per la macchina sperimentata, il che sta a conferma delle deduzioni fatte la paragrafo « *Coppia motrice* » circa il limite di sovraccaricabilità di un motore compensato. In pratica ha questo una importanza grandissima, permettendo di restringere la potenzialità del motore a quella

che dovrà sviluppare al massimo, anzichè abbondare, come si fa adesso (e spesso esageratamente) con gli asincroni comuni per il pericolo di raggiungere, in occasione di un improvviso sovraccarico, la coppia motrice massima.

Infine per quanto concerne lo scorrimento aggiungerò che per la prova cui corrisponde il luogo $\delta = 120^\circ$ si ebbe a vuoto una velocità di 1283 giri con $f = 42$ quindi scorrimento negativo.

$$\frac{1283 - \frac{1}{2}(42 \times 60)}{\frac{1}{2}(42 \times 60)} = \frac{23}{1260} = 1,82\%$$

A pieno carico dando il motore 20 kW all'albero, si misurarono 1225 giri, con uno scorrimento positivo

$$\frac{1260 - 1225}{1260} = \frac{35}{1260} = 2,78\%$$

Totale 4,6 % fra il funzionamento a vuoto e il pieno carico, alquanto superiore a quello che si ha per un buon asincrono comune di potenza analoga.

Un motore analogo a quello di cui fin qui si è discusso di 15 kW di potenza, accoppiato ad un ventilatore, ma con intraferro normale per asincrono, costruito dalla Ditta A. Pelizzari di Arzignano, funzionò alla Fiera Campionaria di Padova. Esso ha dato alle prove un fattore di potenza compreso fra 0,95 in ritardo al minimo carico e 0,98 in anticipo al carico normale, presentando grandissimo margine per eventuali sovraccarichi.

Laboratorio di Elettrotecnica
della R. Scuola di Ingegneria di Bologna.

ALCUNE PROVE SU DI UN MODERNO IMPIANTO PER ROENTGENTERAPIA □

ENZO PUGNO-VANONI



Comunicazione alla XXIX Riunione Annuale dell' A. E. I.
:: :: :: :: :: Spezia - Autunno del 1924 :: :: :: :: ::

La tecnica dei raggi Roentgen è un ramo dell'elettricità e della fisica, troppo trascurata nel nostro paese rispetto a quanto si fa altrove, e la nostra letteratura in proposito è assai povera. Ciò mi spinge a comunicare qualche prova fatta su un impianto nuovissimo ⁽¹⁾ per la produzione dei raggi X a scopo terapeutico.

Accennerò soltanto nel modo più breve, perchè trattasi di nozioni che tutti hanno, che i raggi Roentgen vengono generati ogni qual volta una particella elettrizzata in movimento subisce una rapida decelerazione. I generatori di raggi Roentgen consistono quindi schematicamente in un centro produttore di particelle elettrizzate (elettroni), in un dispositivo atto a porle in movimento con grandissima velocità (elettrodi portati ad altissimi potenziali), ed in un organo che arrestando bruscamente questi elettroni (anticatodo) diventa centro di emissione della radiazione richiesta.

Vari sono i metodi seguiti per produrre questa serie di fenomeni: ci occuperemo soltanto di quelli che interessano direttamente l'impianto in questione.

I moderni tubi generatori di raggi Roentgen per scopo terapeutico usano come sorgente di elettroni un filamento di tungsteno portato all'incandescenza (tubi tipo Coolidge), e quindi non sono altro che dei diodi ad alto grado di vuoto, le cui proprietà, notissime, si possono così enumerare brevemente:

1° la corrente che li percorre, al di là di un certo valore della tensione (corrente di saturazione), non varia col potenziale applicato tra filamento e anodo, e dipende unicamente dal grado di incandescenza del filamento che funziona da catodo;

2° sino a che l'anodo rimane freddo e quindi non emette elettroni, la corrente può solo passare da questo elet-

⁽¹⁾ L'installazione è presso gli Istituti Clinici di Perfezionamento di Milano, nel padiglione dell'Oncoterapia. Porgo i più vivi ringraziamenti al Dott. Innocenzo Odescalchi, di quella sezione degli Istituti, per il cortese aiuto datomi.

trodo al filamento, e non mai in direzione opposta (effetto valvola);

3° la valvola degli elettroni tra filamento ed anodo dipende dalla differenza di potenziale applicata tra gli elettrodi, e dalla loro configurazione.

La fisica insegna che, a parità di altre condizioni, la radiazione Roentgen è tanto più penetrante quanto più grande è la velocità degli elettroni che la producono (e quindi tanto più alta è la differenza di potenziale tra gli elettrodi del diodo), e che col salire della differenza di potenziale applicata al tubo, la ripartizione dell'energia nello spettro continuo emesso (non si ha mai emissione monocromatica, ma sempre un'estesissima gamma di lunghezza d'onda) si modifica in modo da concentrare la massima parte dell'energia nelle zone di minima lunghezza d'onda (fig. 1) ⁽²⁾. Questo ultimo è un fenomeno del tutto analogo a quello notissimo della ripartizione dell'energia irradiata da un corpo a varie temperature.

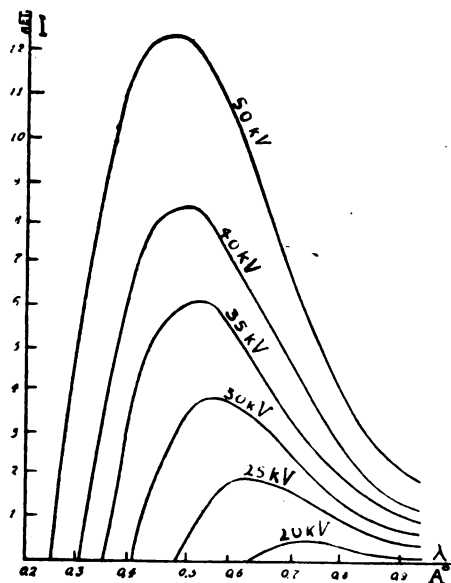


Fig. 1.

Per ragioni la cui enumerazione ci porterebbe troppo lontano, ma che si possono facilmente intuire, il medico, per le cure in profondità, ha bisogno di radiazioni molto penetranti e il più possibile prive di raggi di notevole lunghezza d'onda: ciò è conseguito nel miglior modo possibile applicando al tubo una differenza di potenziale altissima e costante ⁽³⁾.

Negli apparecchi di tipo solito la condizione della costanza della tensione non è per nulla curata, chè la sorgente di alta tensione è costituita da un trasformatore portante sul secondario un commutatore sincrono che lascia pervenire al tubo o una sola semi-onda, o le due semi-onde raddrizzate. Ciò fa sì che il tubo sia alimentato da onde di tensione con interposte larghe zone di riposo.

Da un paio d'anni, approfittando delle proprietà rettificatrici dei diodi, e applicando alle altissime tensioni gli schemi con condensatori già da tempo usati in radiotelegrafia ⁽⁴⁾, si è tentato di fornire al tubo generatore di raggi Roentgen una tensione molto più costante di quanto prima si facesse. A queste installazioni venne brevemente accennato dall'ing. Panbianco l'anno scorso al nostro congresso di Venezia ⁽⁵⁾, ed è appunto su un impianto di questo tipo (il primo, che io sappia, installato in Italia) che riferisco ⁽⁶⁾.

⁽²⁾ L'energia totale emessa sotto forma di spettro continuo è proporzionale a V^2 , e secondo certi autori l'intensità massima I è proporzionale a $V^{3/2}$. Vedi in proposito:

DE BROGLIE - *Les rayons X*, Paris, 1922., pag. 78.

CERMAK - *Die Roentgenstrahlen*, Leipzig, 1923, pag. 65.

Di ciò si è anche parlato sulla nostra rivista; vedi:

BRUNETTI - *Spettri d'emissione dei raggi X* - *Elettrotecnica*, gennaio 1923, pag. 28.

⁽³⁾ LEDOUX LEBART et DAUVILLIER - *La Physique des Rayons X*, Paris, 1921, pag. 22.

⁽⁴⁾ HULL - *General Electric Review*, p. 177, 1916.

HULL - *Physic Rev.* VII, I, 1916, p. 156.

A. DAUVILLIER - *Comptes Rendus Académie*, Paris, 1916.

SCHMIDT - *General Electric Review*, p. 117, p. 276, 1923.

VAN DER BYL - *The Thermionic Vacuum Tube*, 1920.

⁽⁵⁾ PANBIANCO - *Elettrotecnica*, p. 769, 15 novembre 1923.

⁽⁶⁾ Apparecchi ed installazione sono della Siemens Halske A. G. di Berlino. Mi è grato ringraziare l'ing. R. Bassi, della filiale di Milano, per la gentile collaborazione prestatami nelle prove.

*

L'impianto, come si vede nello schema di figura 2, consta di un trasformatore elevatore (T_e) che, attraverso a due gruppi rettificatori, ciascuno di due valvole termoioniche (V) in serie, carica due capacità (C_1 , C_2). I tubi Coolidge (T_1 , T_2) utilizzano l'energia così portata ad alto potenziale e rettificata.

Un autotrasformatore (A), alimentato da una rete a corrente alternata a 42 periodi e 160 volt di tensione, a mezzo di numerosi attacchi, fornisce al primario del trasformatore elevatore (T_e) tensioni variabili dai 70 ai 220 volt. Una resistenza variabile (r) inserita in circuito permette poi una regolazione graduale della tensione negli intervalli tra una presa e l'altra dell'autotrasformatore.

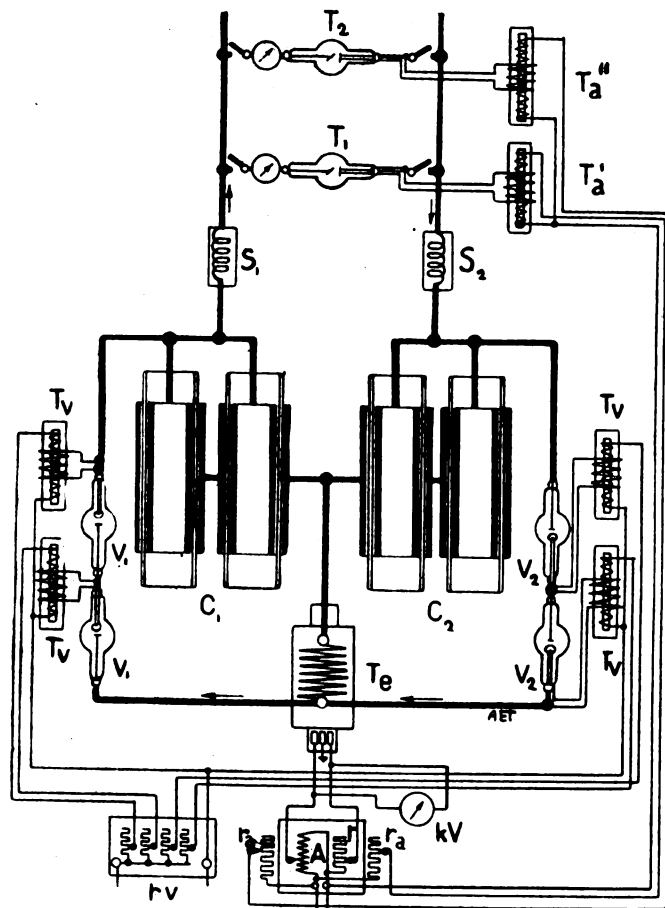


Fig. 2.

Il trasformatore elevatore T_e ha un rapporto di 200/100 mila volt efficaci, con che si ammette che possa dare una tensione di cresta di 141 kV.; stando poi alle indicazioni della Casa costruttrice, esso è capace di fornire in servizio continuato una corrente di circa 30 mA, a 100 kV. eff. La sua costruzione differisce notevolmente dai soliti tipi industriali, in quanto solo il secondario è immerso nell'olio: primario e nucleo si trovano nell'aria. Con questo dispositivo è stata raggiunta una notevole economia di spazio e di peso.

Le quattro valvole (V) che effettuano la rettificazione della corrente, assorbono per l'incandescenza del filamento una corrente di 8,5 ampère sotto una tensione di circa 4 volt. Questa corrente viene loro fornita da quattro piccoli trasformatori (T_f), che riducono i 160 volt primari alla tensione adatta all'accensione dei filamenti, e sono costituiti da un nucleo di ferro lamellato rettilineo con avvolto il circuito primario, infilato in uno spesso tubo di carta bakelizzata, all'esterno del quale si trova il secondario. Questo tipo di costruzione a circuito magnetico aperto è adottato perchè rende facile l'isolamento tra primario e secondario (tra queste due parti durante il funzionamento si hanno differenze di potenziale sino di 125 kV.). Dei reostati (r) regolano la corrente primaria dei trasformatori (T_f) ora descritti, e permettono di variare l'accensione dei filamenti dei diodi. Questi ultimi sono atti a sopportare tensioni di 100 kV. l'uno, e a permettere il passaggio di correnti di circa 15 mA. Durante il funzionamento, la loro accensione deve essere regolata in modo che non presentino fluorescenza verde sui bulbo di vetro.

I condensatori sono costituiti da cilindri di carta bakelizzata dello spessore di 1 cm. circa, su cui sono applicate le

armature metalliche, a loro volta rivestite da carta bakelizzata. Ciascun cilindro, secondo i dati forniti dalla Casa costruttrice, ha una capacità dell'ordine di $0,004 \mu F$, e viene provato in fabbrica a 300 kV. Le capacità indicate nello schema con C_1 , C_2 sono formate ciascuna da due condensatori del tipo ora descritto.

Due induttanze (S_1 , S_2) proteggono il sistema contro fenomeni oscillatori in caso di scariche.

Le condutture ad alta tensione constano di tubi di ottone di 20 mm. di diametro, sorretti da bastoni di carta bakelizzata alti 260 mm., montati a loro volta su isolatori di porcellana di 130 mm. di altezza: i poli opposti distano al minimo di 80 cm. Dei coltelli separatori permettono di inviare la tensione prodotta dall'installazione descritta, a due linee mettenti capo a due tubi tipo Coolidge (T_1 , T_2), atti a funzionare in modo continuato a 220 kV. sotto 8 mA di carico. La accensione delle spirali catiche di questi tubi è fatta a mezzo di corrente fornita da due trasformatori (T_a' , T_a'') di tipo analogo a quello di alimentazione delle valvole; l'intensità della corrente attraverso ai tubi è indicata da milliamperometri posti sulla linea ad alta tensione.

La cabina di comando, protetta in piombo dalle radiazioni, contiene tutti i regolatori sopra elencati, e gli strumenti elettrici di misura, tra cui un voltmetro (kV.), graduato in kV., applicato ai morsetti del primario del trasformatore elevatore. L'impianto occupa tre locali: il primo (fig. 3) contiene il gruppo trasformatore, le valvole, i condensatori; nel secondo si trova la cabina di comando descritta: nel terzo (fig. 4) sono installati i tubi ed i lettucci per i pazienti.

*

Per il collaudo dell'impianto occorre principalmente determinare la tensione massima reale applicata ai tubi, e la forma presentata dalla tensione stessa, essendo questi due fattori quelli che, come è stato detto, fissano il rendimento in radiazione Roentgen di piccola lunghezza d'onda.

Vennero quindi condotte due serie distinte di esperienze per la determinazione di questi due dati.

1. - Taratura del kilovoltmetro posto sul primario.

La misura della tensione secondaria venne effettuata a mezzo di uno spinterometro normale a sfere di 250 mm. di diametro, posto nella sala delle ampole generatrici di raggi Roentgen. Due tubi di vetro pieni di acqua distillata scendevano dai conduttori posti presso al soffitto, e si univano alle aste portanti le sfere dello spinterometro. Queste ultime erano così in serie con una resistenza di valore tale che la scarica avveniva sempre sotto forma di scintilla d'intensità limitata a 2 o 3 mA., e di carattere non oscillatorio, in modo da non portare detrimento alle valvole ed ai tubi.

Per il calcolo del valore della tensione in base alle distanze esplosive si ricorse alle tabelle riportate nel classico libro del Peek (Dielectric Phenomena, pag. 90 della II edizione 1920) moltiplicando i valori efficaci ivi dati per $\sqrt{2}$, in

modo d'avere il valore della tensione continua applicata allo spinterometro. La legittimità di questo metodo, basato sui concetti che dette tabelle sono calcolate per tensioni sinusoidali, e che la scarica avviene in corrispondenza al valore massimo, è affermata, oltre che dal Peek stesso in una appendice al libro citato, anche da altri autori (⁷).

La curva adottata per dedurre la tensione in kV. dalla distanza esplosiva misurata sullo spinterometro con entrambe le sfere isolate, coincide assai bene colle tabelle riportate a pag. 21 delle Norme per gli isolatori in porcellana dell'A.E.I. (edizione 1922).

Le prove spinterometriche vennero ripetute in giorni diversi, misurando sempre la temperatura ambiente t , e la pressione atmosferica H , in modo da poter applicare ai valori calcolati in coefficiente di correzione

$$d = \frac{0,392 H}{273 + t}$$

Dato che le perdite per effetto corona sui conduttori, perdite che si rivelavano con un caratteristico rumore di pioggia violenta per le tensioni più alte, e che i tubi generatori di raggi Roentgen (protetti però da appositi schermi di pinto), tendevano a ionizzare l'aria dell'ambiente facilitando la scarica allo spinterometro, le finestre del locale vennero mantenute aperte, e con un ventilatore si provvide all'energico ricambio dell'aria al fine di diminuire questa causa di errore.

Le prove vennero condotte inserendo ai morsetti del primario del trasformatore un voltmetro per controllare le indicazioni del kilovoltmetro (kV.) messo sul quadro di manovra a facendo salire la tensione, prima col modificare il numero delle spire dell'autotrasformatore (A), poi col disinserire la resistenza addizionale r sino a che si giungeva ad avere la scarica tra le sfere dello spinterometro.

La corrente erogata dai tubi venne letta sui

due milliamperometri installati nell'impianto, e si tracciarono le curve del valore reale del potenziale massimo secondario in relazione colle indicazioni del chilovoltmetro posto sul primario ai vari carichi (fig. 5).

I 250 kV. indicati come ottenibili dal macchinario non vennero mai raggiunti in modo duraturo durante le prove, perchè la piccolezza del locale in cui fu installato il gruppo di trasformazione rendeva di tale valore le perdite per effluvi, da lasciar temere il prodursi di scariche violente tra le varie parti dell'installazione. Inoltre i tubi tipo Coolidge installati erano forniti come atti a funzionare a 220 kV.; non si credeva quindi opportuno di cimentarli troppo, dato anche il loro costo assai elevato.

Dalle curve tracciate sperimentalmente risulta che la caduta di tensione nel passare dal carico zero a quello di 10 mA., è sensibilmente del 15,4% in tutto l'intervallo considerato.

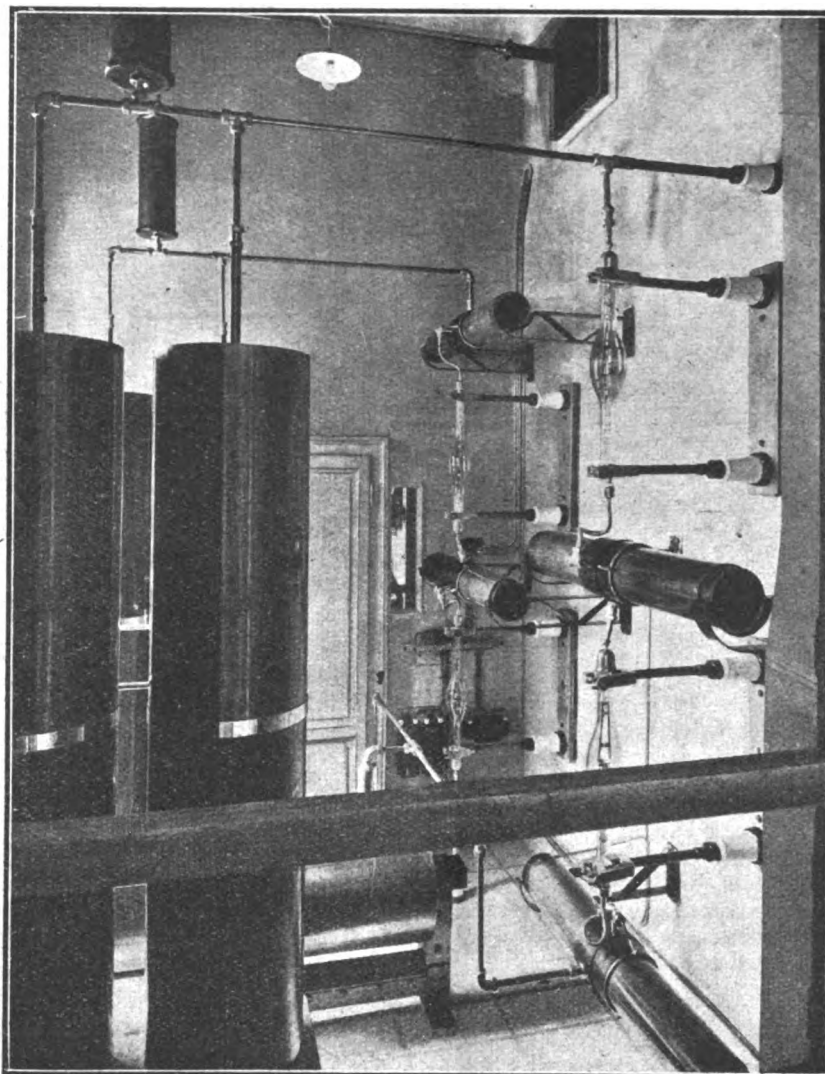


Fig. 3.

(⁷) CERMAK - Roentgenstrahlen, pag. 52.

*

Al fine di verificare l'attendibilità delle indicazioni fornite dallo spinterometro, date le incertezze provenienti dalle diverse cause sopra elencate, ho ricorso allo spettrografo del Seemann per dedurre in base alla lunghezza d'onda minima emessa dal tubo in una data condizione di funzionamento, la tensione massima applicata al tubo stesso.

Gli spettrogrammi, eseguiti mantenendo costante per tutto il tempo della posa sia la tensione che l'intensità nel tubo, registrano (fig. 7, 8) una linea corrispondente allo zero (0) delle lunghezze d'onda, uno spazio oscuro (O A) che comprende tutta la zona delle onde di breve lunghezza non emesse dal tubo, e una zona variamente impressionata (A B) corrispondente alle onde di lunghezza progressivamente crescente che erano presenti nel fascio di raggi Roentgen analizzato. In

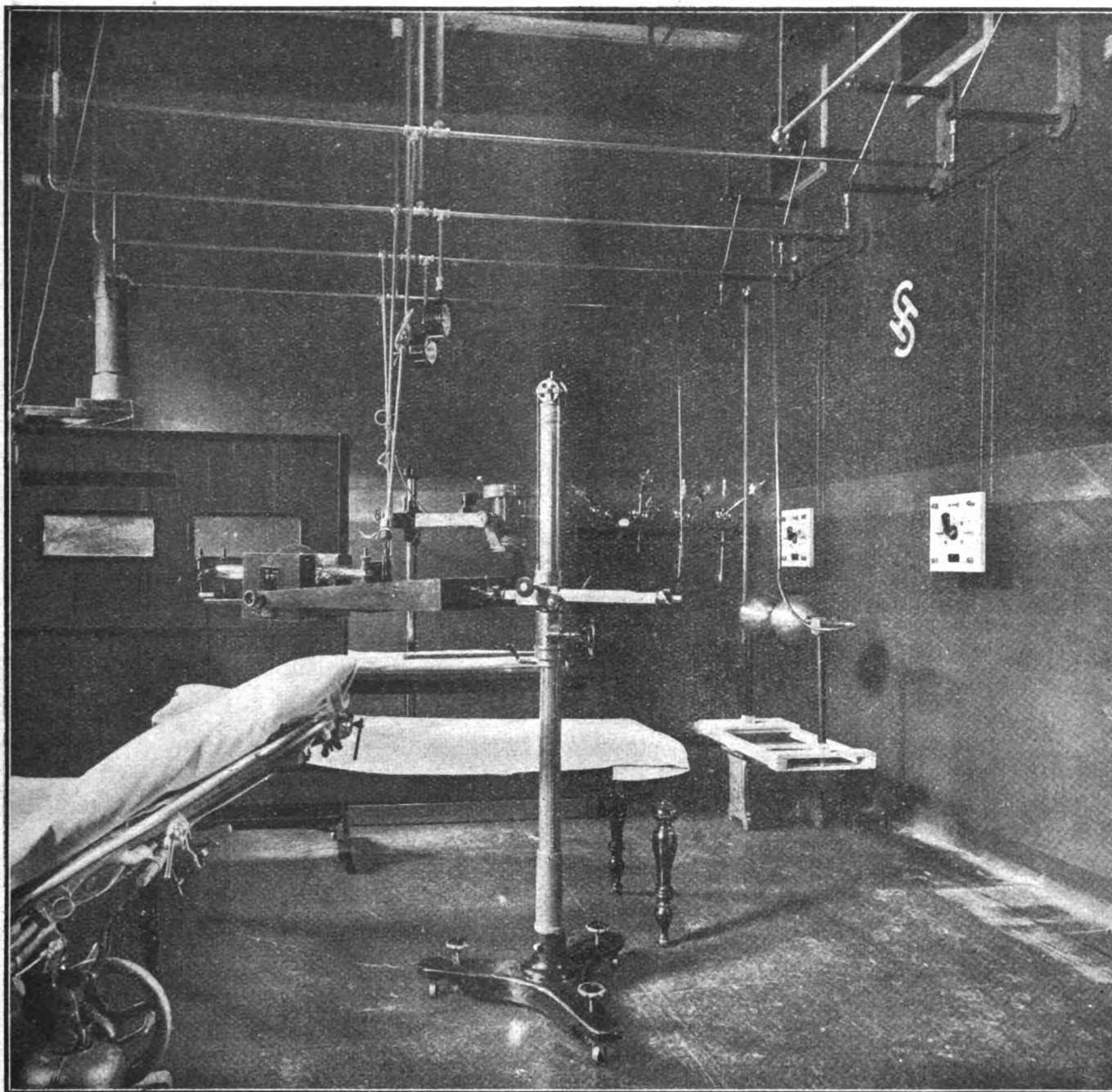


Fig. 4.

La ricerca era anche tanto più interessante in quanto a tutti è noto che per i dielettrici solidi la rigidità elettrostatica varia molto col tipo di tensione applicata, e che alcuni autori ritengono che anche per l'aria esista un rapporto tra la differenza di potenziale disruptiva continua e alternata di circa 1,1.

Non starò certo a descrivere come funzionino uno spettrografo per raggi Roentgen (*); rammenterò solo che il tipo studiato dal Seeman per uso dei medici (fig. 6), consta di un cristallo di salgemma (racchiuso in E) applicato a una fenditura antistante ad una camera fotografica (A B) impermeabile ai raggi X, e che tutto il sistema cristallo-camera fotografica, oscilla, a mezzo di un movimento di orologeria (C), in un piano orizzontale attorno ad un asse (D) passante per la fenditura, registrando così sulla lastra fotografica lo spettro della radiazione che colpisce il cristallo.

questa parte dello spettro si notano dei gruppi di righe chiare (R' , R'') caratteristiche del metallo formante l'anticatodo, linee che servono assai bene, essendo nota la loro lunghezza d'onda, a verificare la scala dello spettrogramma.

Nel caso in esame l'anticatodo era di tungsteno, e le righe registrate appartenevano alla serie K di questo metallo. Essa serie K del tungsteno è formata da due doppietti, aventi le lunghezze d'onda qui sotto registrate (*) in unità Angström (10^{-8} cm.).

| | | |
|--------------|-------|--------------|
| $K \alpha_2$ | 0,213 | \AA |
| $K \alpha_1$ | 0,208 | \AA |
| $K \beta_2$ | 0,184 | \AA |
| $K \beta_1$ | 0,179 | \AA |

(*) Vedi: DE BROGLIE - Les Rayons X, 1922, pag. 114.

(*) Vedi: DE BROGLIE - Les Rayons X, 1922, pag. 90.

In realtà sullo spettrogramma questi due doppietti vengono registrati due volte (R' , R'') perchè nelle zone di maggior lunghezza d'onda allo spettro di primo ordine si sovrappone quello di secondo ordine. Infatti la formula che dà l'angolo di deviazione δ dei raggi in base alla loro lunghezza d'onda λ è

$$n \lambda = 2 d \sin \delta$$

in cui n è un numero intero e d la costante del cristallo impiegato (per il salgemma $(^{10})$ $d=2,814 \cdot 10^{-8}$ cm.). Ci si è valse anche dello spettro di secondo ordine per determinare con maggior precisione la scala dello spettrogramma.

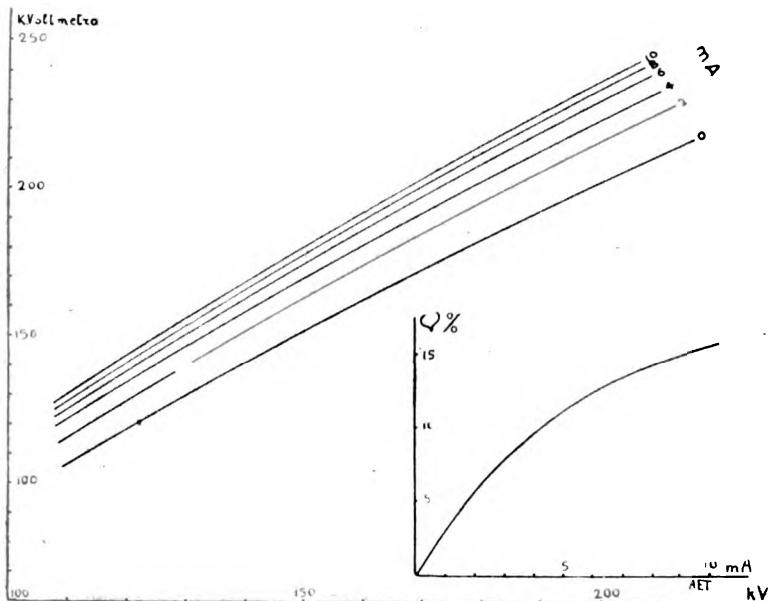


Fig. 5.

Gli spettrogrammi riportati a mo' d'esempio contengono anche una zona (quella superiore) in cui la radiazione venne filtrata attraverso ad una lastrina di rame, col che risultano più nettamente registrate le righe caratteristiche, riducendone l'intensità. Lo spettrogramma di fig. 6 registrò una $\lambda_0 = 0,074 \text{ \AA}$, quello di fig. 7 registrò $\lambda_0 = 0,115 \text{ \AA}$.

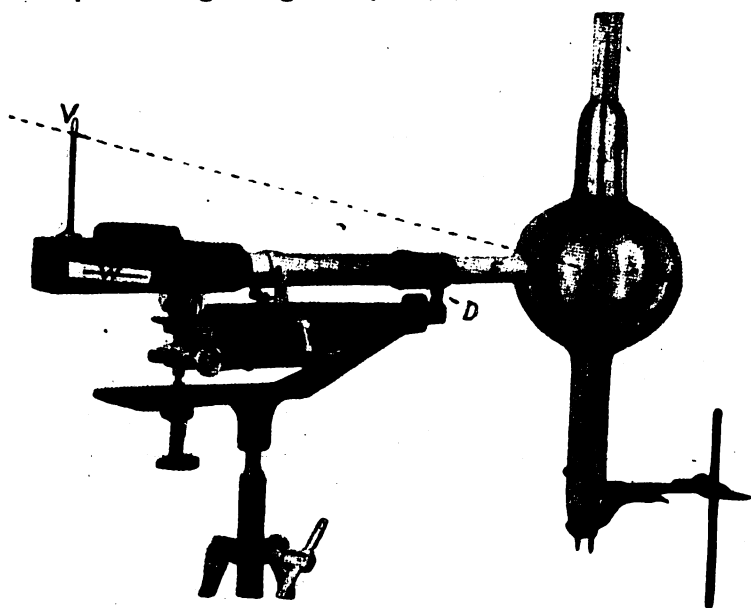


Fig. 6.

La teoria dell'emissione dei raggi Roentgen dice che la frequenza massima V $(^{11})$ per cui si annulla la radiazione, è legata al potenziale d'eccitazione V dalla legge

$$v_0 = \frac{e V}{h}$$

in cui e è la carica dell'elettrone che, secondo il Millikan, si può ritenere di $4,774 \cdot 10^{-10}$ unità elettrostatiche, e h la

costante del Plank, cui vien dato attualmente il valore di $6,54 \cdot 10^{-27}$ erg secondo. Passando dalla frequenza V_0 alla lunghezza d'onda minima λ_0 si ha

$$\lambda_0 = \frac{h \cdot 3,10^{10}}{V e}$$

che, posti i valori numerici, ed espressa la lunghezza d'onda in unità Angström (10^{-8} cm.), dà la relazione

$$V = \frac{12.340}{\lambda_0}$$

Naturalmente il metodo deve fornire sempre valori di V minori del reale, perchè non è possibile fissare sullo spettrogramma il punto λ_0 , rimanendo solo impressionata la lastra per onde con una certa energia, ed inoltre i risultati restano un po' influenzati dai tempi di posa e dal modo di sviluppo della lastra fotografica.

La tabella seguente riporta le lunghezze d'onda minime λ_0 registrate, le tensioni ricavate dai dati spettrografici, le tensioni misurate collo spinterometro, e l'errore relativo tra la tensione calcolata dallo spettrogramma e dalla distanza esplosiva. Sono inoltre registrati i millampère che attraversavano il tubo Coolidge e i tempi di posa:

| λ_0 | kV | | $\varepsilon \%$ | mA | t. |
|-------------|--------|-----------|------------------|----|---------|
| | spint. | spettrog. | | | |
| 0,075 | 188 | 165 | 12,2 | 4 | 8" |
| 0,074 | 178 | 167 | 6,2 | 5 | 18" |
| 0,074 | 178 | 167 | 6,2 | 5 | 8" 30" |
| 0,080 | 180 | 154 | 14,1 | 4 | 18" |
| 0,084 | 157 | 146,5 | 6,3 | 6 | 12" |
| 0,095 | 146 | 130 | 10,9 | 4 | 10" 30" |
| 0,115 | 113 | 106 | 6,2 | 6 | 12" |

Come si è detto prima, lo spettrografo ha sempre indicato tensioni minori dello spinterometro, con una differenza percentuale media del 9%.

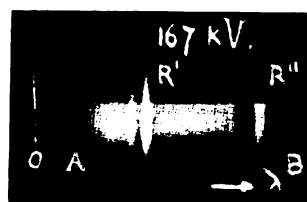


Fig. 7.

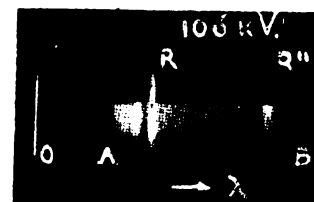


Fig. 8.

Nell'interpretare questi risultati bisogna considerare che mentre lo spinterometro rivela colla sua scarica il valore massimo della tensione avverandosi anche per un tempo assai breve, lo spettrografo registra solo la media dei valori massimi che si hanno tutte le volte in cui, nell'oscillazione attorno al suo asse, viene a presentare il cristallo di salgemma al fascio Roentgen con l'angolo atto a riflettere l'onda λ cercata.

E' quindi naturale, date le continue variazioni della tensione di alimentazione dell'impianto, che lo spinterometro registri valori maggiori dello spettrografo. Quest'ultimo dà certamente indicazioni più utili del primo agli scopi medici per cui è prodotta la radiazione.

Verifica della forma della tensione.

Si è detto della importanza di questa prova nei riguardi del rendimento in produzione di raggi Roentgen a breve lunghezza d'onda; non si poteva però impiegare nella prova un ordinario oscillografo: questo infatti avrebbe assorbita troppa corrente perchè l'impianto si potesse considerare come funzionante in condizioni normali.

Ho usato allora, a questo fine, un oscillografo elettrostatico - da me descritto recentemente in queste pagine $(^{12})$, - il quale a mezzo di resistenze a liquido venne inserito sulla linea.

L'oscillografo ora menzionato, rivelatosi assai pratico per le prove sugli ordinari impianti, richieste, in questo caso, qual-

$(^{10})$ DE BROGLIE - *Les rayons X*, 1922, pag. 35.

$(^{11})$ *Elettrotecnica*, pag. 30, 15 gennaio 1923.

DE BROGLIE - *Les rayons X*, 1922, pag. 18, pag. 37.

$(^{12})$ E. PUGNO-VANONI - *Oscillografo Elettrostatico trasportabile per lo studio dei generatori di raggi Roentgen*.

Elettrotecnica - 15 giugno 1924, p. 388.

che piccola modifica per ovviare a due fenomeni che disturbavano le misure. L'interposizione di lastre di mica tra l'equipaggio mobile e le armature fornenti i campi elettrostatici, diede talvolta luogo (non annullandosi qui la tensione periodicamente) a degli spostamenti dello zero dell'istrumento, che falsavano la scala delle letture. A ciò venne ovviato completamente ponendo anche le armature dei campi nell'interno della vaschetta piena d'olio contenente l'equipaggio mobile.

Negli schemi indicati per l'uso dell'oscillografo in fig. 3 a pag. 389 del summenzionato articolo, vi era sempre un punto messo a terra nella catena di resistenze che riducono la tensione ai morsetti dell'apparecchio, e ciò per garantire l'operatore contro il pericolo di scariche provenienti dall'alta tensione. Nell'impianto ora considerato, essendo le capacità rispetto alla terra dei conduttori di nome contrario assai grandi e diverse tra di loro (per la presenza sul polo negativo dei trasformatori d'accensione dei filamenti dei tubi), la messa a terra di un punto dava luogo a correnti di capacità che alteravano notevolmente le condizioni abituali di funzionamento. Venne allora usato lo schema di fig. 8, che è senza il punto di terra e naturalmene si dovette isolare il sistema oscillografico (O) in modo che, anche trovandosi ad elevatissimi potenziali, non desse luogo a scariche pericolose per l'operatore.

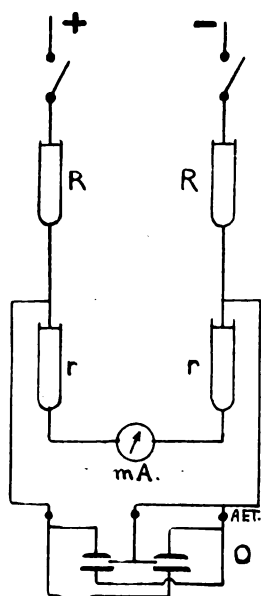


Fig. 9.

Ciò è stato ottenuto ponendo la parte sotto la tensione a circa 50 cm. dal resto dell'apparecchio, e sostenendovela a mezzo di un'asta isolante munita di anelli metallici di guardia. Per ovviare a qualche piccola scarica (di intensità limitatissima, per la presenza delle resistenze a liquido R che erano formate da tubi di vetro del diametro interno di 6 mm. ripieni di acqua con aggiunto alcool), che si aveva ancora quando per una causa qualunque si alterava notevolmente la posizione del centro elettrico dell'impianto rispetto alla terra, ho rivestito con uno spesso tubo di gomma l'anello di guardia proteggente la parte sotto tensione, seguendo il concetto proposto dall'Austin⁽¹³⁾ coi suoi repressori. Il risultato fu buono, perchè non si ebbero più scariche anche riducendo a 30 centimetri la distanza tra i due anelli di guardia. Non si procedette al rivestimento con isolante dell'anello posto a terra, per evitare che una eventuale scarica raggiungesse la parte dell'apparecchio a contatto coll'operatore.

Le resistenze e l'oscillografo vennero montati nella sala dei tubi, proteggendo l'operatore dalla radiazione X con uno schermo di piombo.

Sul ponte formato dalle resistenze (R , r) era inserito un milliampèrometro (registrante nettamente 0,1 mA.), e vennero fatte varie serie di prove, variando la percentuale di alcool contenuto nell'acqua distillata che era nei tubi, in modo da variare la corrente circolante nelle resistenze stesse.

Quando la percentuale di alcool era forte (circa il 40%) e quindi il milliampèrometro non indicava in modo visibile corrente, ho trovato che la curva oscillografica risultava privata di molti piccoli dettagli, perchè la capacità dell'oscillo-

grafo non arrivava a seguire con sufficiente rapidità, attraverso ad una simile resistenza, le variazioni di frequenza elevata che subiva la tensione in linea.

Con correnti attraverso alle resistenze di circa 0,2 mA. il fenomeno cessava, pur rimanendo le resistenze fredde anche dopo un funzionamento prolungato. Prove, con risultati identici ai precedenti, vennero fatte anche con correnti attraverso alle resistenze sino ad 1,4 mA.; ma in questo caso bisognava interrompere spesso la corrente per impedire un soverchio riscaldamento del liquido.

Durante tutte le prove, dei coltelli separatori permettevano di inserire in circuito le resistenze l'oscillografo solo al momento delle letture.

Quando la corrente richiesta dalle resistenze dell'oscillografo era di circa 0,2 mA. si ritenne che l'istallazione funzionasse praticamente a vuoto, perchè certo maggiori erano le perdite per effluvi dai conduttori sotto tensione.

Si fecero due serie di esperienze, una tenendo fermo il motorino sincrono e usando dell'oscillografo come elettrometro a vibrazione, l'altra registrando fotograficamente le curve di tensione.

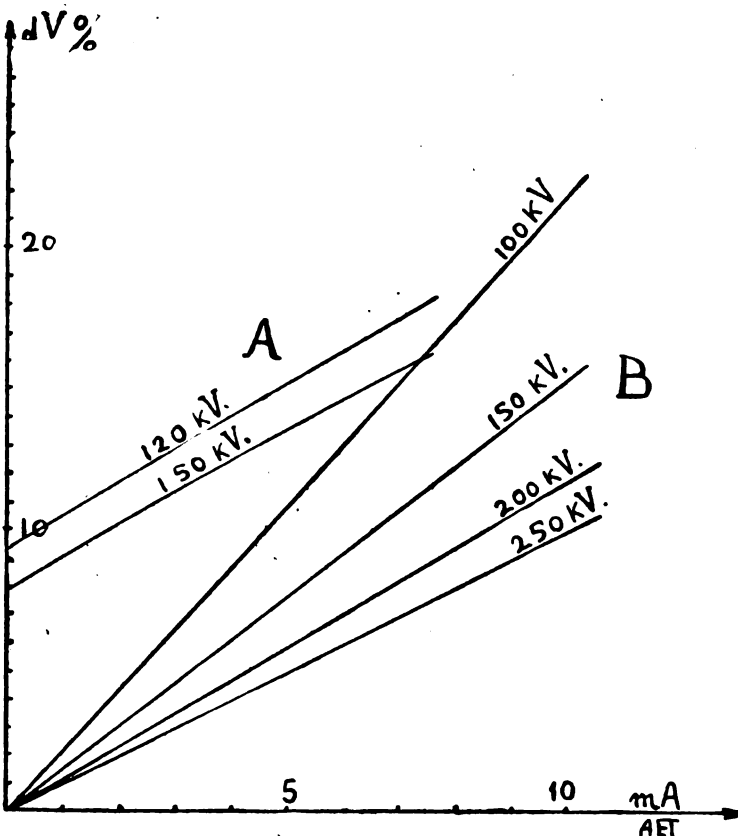


Fig. 10.

La misura nel primo caso si eseguiva leggendo la distanza dal punto di zero dei due estremi della linea luminosa rappresentante la pulsazione della tensione, ed avendo così due numeri proporzionali al quadrato del valore massimo e minimo della tensione. Da questi si otteneva la pulsazione percentuale riferita al valore massimo. Nel secondo caso le misure si facevano invece sulla pellicola fotografica, e risultavano più esatte.

Le esperienze oscillografiche vennero fatte in parecchi giorni ed in ore diverse, ciò rese possibile di osservare un fenomeno interessante.

La curva di tensione fornita dall'impianto varia assai di regolarità da giorno a giorno, non solo in relazione alle condizioni di pressione, temperatura e umidità dell'ambiente, ciò che è naturale quando si pensi che da questi fattori dipendono in modo notevole le perdite per effetto corona, ma anche probabilmente in relazione alla curva di tensione fornita dalla rete alimentatrice.

Durante esperienze eseguite nel Laboratorio di Elettrotecnica del prof. Arnò al Politecnico di Milano, ho notato che la curva della tensione fornita dalle Società distributrici presenta a volte delle dentature. Queste si accentuano nei giorni festivi, forse a causa dei trasformatori trifasi, che in questi giorni marciano a vuoto. Trovo quindi probabile che la forma più tormentata, che presentarono gli oscillogrammi durante prove fatte in giorni festivi, dipenda in parte dall'apparire di

⁽¹³⁾ Conferenza Internazionale delle Grandi Reti Elettriche, Parigi, 1923. *Elettrotecnica*, pag. 64, 25 gennaio 1924.

armoniche nella tensione di alimentazione: armoniche probabilmente esaltate dalle caratteristiche del circuito ad alta tensione.

Dagli oscillogrammi fotografati (una trentina) presi per tensioni di 120, 150, 180 kV., si ricava che già a vuoto la pulsazione della tensione è dell'ordine del 9%, per salire col crescere del carico a circa il 16% quando si hanno nei tubi Coolidge correnti di 7 mA.

I risultati per le tensioni di 120 e 150 kV. sono riportati nella seguente tabella, che ha servito al tracciamento del grafico di fig. 10 (curve A).

| kV max | mA | dV% | kV max | mA | dV% |
|--------|-----|------|--------|-----|------|
| 122 | 0 | 9,6 | 120 | 7,5 | 18,4 |
| 115 | 5 | 15,4 | 149 | 0 | 7,5 |
| 114 | 5,5 | 15,5 | 148 | 5 | 13,8 |
| 130 | 6 | 16,3 | 144 | 6 | 14,6 |
| 121 | 7 | 17,3 | 150 | 7 | 15,4 |

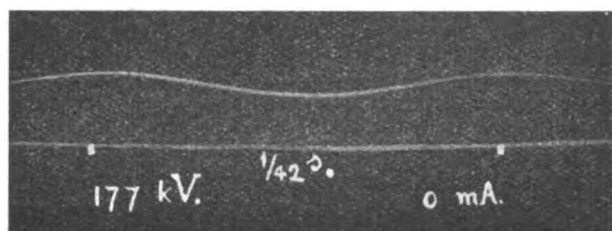


Fig. 11.

La fig. 11 riporta un oscillogramma (scala quadratica) preso durante il funzionamento a vuoto, dal quale risulta come la pulsazione della tensione in queste condizioni avvenga con una curva sensibilmente simmetrica rispetto ad assi verticali passanti per i punti di massimo o minimo. Sotto carico, la curva si deforma ed assume un andamento del tipo di fig. 12.

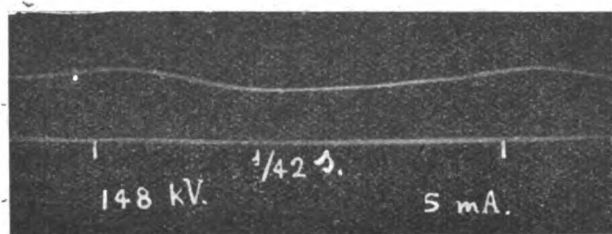


Fig. 12.

Questo nei giorni in cui le perdite non sono troppo forti, e quando la tensione primaria è regolare. Quando queste condizioni non si avverano, si hanno diagrammi come quelli di fig. 13 e 14, in cui sono assai visibili le irregolarità delle quali prima si è parlato. La pulsazione percentuale non varia però notevolmente nei due tipi di oscillogrammi.

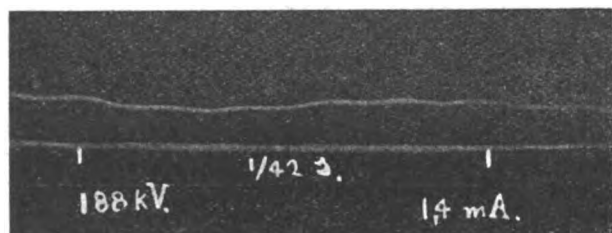


Fig. 13.

Dall'osservazione degli oscillogrammi si ricava che sussiste una pulsazione fondamentale nella tensione secondaria di frequenza 42, mentre teoricamente, come si vedrà in seguito, le oscillazioni sul secondario dovrebbero avere una frequenza di 84. Questa anomalia è facilmente spiegabile ricordando le diverse capacità rispetto alla terra, presentate dai due poli, e la possibilità che un gruppo di valvole abbia una resistenza maggiore che l'altro.

*

Ho voluto anche determinare per via teorica la forma della curva di tensione fornita dall'apparecchio, e a questo fine ho considerato l'impianto come diviso in due parti, cia-

scuna formata da un gruppo di condensatori, alimentato dal trasformatore, perchè la linea rappresentante la scarica del condensatore risulta una retta, essendo la corrente attraverso al tubo Coolidge, entro certi limiti, praticamente costante al variare della tensione.

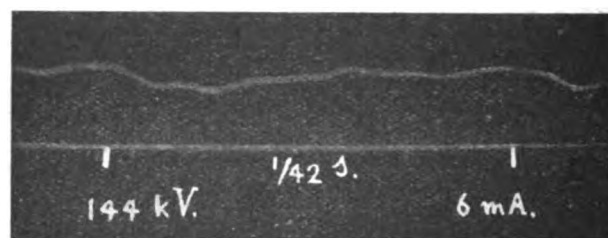


Fig. 14.

L'inclinazione di questa retta di scarica è calcolabile colla formola:

$$\frac{dE}{dt} = \frac{dQ}{dt} \frac{1}{C} = \frac{i}{C}$$

Ripetendo la stessa costruzione per il secondo gruppo di condensatori e valvole, e riportando il diagramma relativo sotto a quello del primo gruppo nella giusta fase, si ha un diagramma in cui le distanze tra le due linee così tracciate rappresentano, in opportuna scala, le tensioni applicate al tubo. Le pulsazioni risultano di frequenza doppia di quella della tensione del trasformatore.

Questo studio venne fatto con grafico di fig. 14, in cui vennero tracciati segmenti di sinusoide in corrispondenza alle tensioni del trasformatore di 50, 75, 100 e 125 kV. massimi, e condotte dai punti di massima di ciascuna di esse quattro linee di scarica dei condensatori, rispettivamente per le correnti di 2, 5, 5, 7, 10 mA. L'inclinazione di queste linee venne calcolata ponendo $C=8,10^{-11}$ F (dato, questo, fornito dai costruttori).

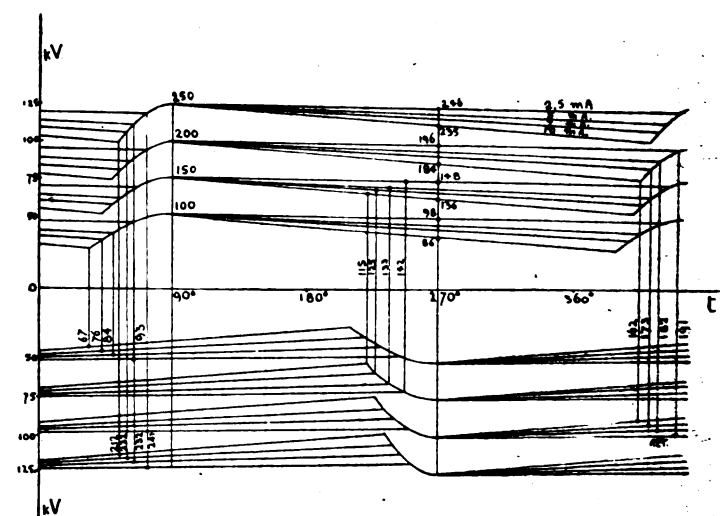


Fig. 15.

Il diagramma mostra prima di tutto come la tensione massima applicata al tubo diminuisce col crescere della corrente assorbita, anche indipendentemente dai fenomeni interni del trasformatore; in secondo luogo permette di valutare entro quali limiti pulsa teoricamente la tensione ai vari carichi.

Riporto qui sotto una tabella dedotta dal precedente grafico, nella quale sono riportate le tensioni a vuoto, le tensioni massime e minime e le pulsazioni percentuali riferite al valore massimo delle tensioni stesse, per i carichi di 5 e 10 mA.

Le curve B. di fig. 10 vennero tracciate coi valori ricavati dal grafico di fig. 15.

| 0 mA | 5 mA | | | 20 mA | | |
|-----------|-------|-------|-----------|-------|-------|-----------|
| E a vuoto | E max | E min | Pulsaz. % | E max | E min | Pulsaz. % |
| 250 | 244 | 232 | 5 | 236 | 212 | 10,1 |
| 200 | 193 | 182 | 5,7 | 184 | 162 | 11,9 |
| 150 | 144 | 133 | 7,6 | 136 | 115 | 15,4 |
| 100 | 94 | 84 | 10,7 | 86 | 67 | 22,1 |

Si è già visto come, praticamente, questi valori risultano assai alterati per tutta la serie di fenomeni che intervengono nel caso reale; fenomeni che qui si sono dovuti trascurare.

Prima fra le cause perturbatrici è quella che la tensione fornita dal trasformatore non è sinusoidale, dato il modo con cui questo è costruito, e il tipo di carico applicato.

*

Dalle prove eseguite e da un funzionamento oramai di tre mesi si può dedurre qualche conclusione su questo nuovo tipo d'impianto per la produzione di raggi Roentgen.

L'adozione delle valvole come sistema di rettificazione è senza dubbio vantaggiosa rispetto ai soliti commutatori rotanti; prima di tutto per la soppressione dei fenomeni oscillatori prodotti dalle scintille ai contatti, sempre perniciosi alla durata dei tubi generatori; in secondo luogo per la silenziosità di funzionamento, dote tutt'altro che trascurabile in un ospedale; in terzo luogo perchè evitando scariche nell'aria si riduce a ben poca cosa la produzione di ozono e di vapori nitrosi, fonte essi pure di disturbi per i pazienti e per gli operatori.

Questo sistema di rettificazione incontrerà poi certo anche il favore di tutti i dilettanti radiotelefonisti; chè essi sono sempre un po' le vittime dei raddrizzatori sincroni ad alta tensione, installati nelle vicinanze delle loro stazioncine ricevitori.

L'impiego dei condensatori per rendere pianeggiante la curva di tensione, appare come un perfezionamento assai notevole rispetto ai metodi che alimentano tubi solo ad impulsi, quando si pensi, come è accennato in principio di questa nota, al modo con cui si ripartisce l'energia nello spettro della radiazione emessa.

Lo schema usato presenta anche il vantaggio di cimentare il trasformatore a tensioni che sono la metà di quelle applicate ai tubi.

A mio parere quindi i vari costruttori d'apparecchi per Roentgenterapia dovrebbero indirizzare i loro sforzi al fine di realizzare installazioni che, magari usufruendo anche di altri schemi, abbiano però caratteristiche in questo senso.

Si può poi osservare che, come sempre per il passato, anche attualmente i tubi forniti dal commercio sono deboli rispetto alla potenza della parte elettrica delle installazioni: debolezza che nelle nostre prove si poté constatare anche nei supporti per i tubi stessi.

Questi supporti infatti diedero luogo a diversi inconvenienti, causando scariche che in qualche caso perforarono il tubo, e restarono danneggiati dalla grande quantità di calore irradiata dall'anticatodo. Si presenta quindi ai costruttori anche il problema, del resto di non difficile soluzione, di creare dei sistemi atti a reggere il tubo e a circoscriverne la radiazione alla zona che si vuol colpire, resistenti a queste alte tensioni e temperature, possibilmente senza incorrere negli enormi pesi ed ingombri di quegli apparecchi che hanno il tubo racchiuso in una cassa di piombo ripiena d'olio.

□ □ SERVIZIO DI VENDITA DI ENERGIA ELETTRICA, LETTURA DEI CONTATORI, FATTURAZIONE ED ESAZIONE IN UNA AZIENDA DI DISTRIBUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA A PICCOLI UTENTI □ □ □

PIO G. VENTURINI



Comunicazione alla XXIX Riunione Annuale dell' A. E. I.
:: :: :: :: :: Spezia - Autunno del 1924 :: :: :: ::

Per una impresa di distribuzione di energia elettrica a piccoli utenti sparsi su una vasta zona, è di notevole importanza il servizio di propaganda di vendita, di lettura dei contatori, fatturazione ed esazione.

In generale e specialmente negli ultimi anni per deficienza di energia elettrica è stata assai trascurata la propaganda di vendita, ed in molti casi è stato sottoposto a ben dura prova, con tasse d'allacciamento, contributi a fondo perduto ecc., chiunque avesse desiderato di avere la luce elettrica nella propria abitazione. Ma ora che nuove Centrali Elet-

triche idrauliche e termiche vanno ovunque impiantandosi in Italia, è opportuno ricordarsi dei tempi quando si dovevano impiegare tutti i mezzi della persuasione per convincere non solo i privati, ma anche i Sindaci ed Assessori di Comuni importanti perchè adottassero la illuminazione elettrica. E poichè l'esperienza ha ammaestrato che i piccoli utenti se richiedono molte spese generali sono però i più fedeli e quelli che assicurano la base della vendita di energia, è assai conveniente per le Società distributrici rivolgere ad essi una maggiore cura ed assistenza tanto per aumentarli in numero, quanto per iniziarli ad una più larga applicazione dell'energia elettrica per uso domestico.

Il problema si presenta sempre sotto lo stesso aspetto: *Creare nell'animo del cliente un così forte desiderio da vincere la naturale resistenza della spesa.* Perciò l'Agente della Società dovrà tenere conto delle svariate condizioni di tempo, luogo, circostanze, abitudini locali e costumi che influiscono sull'esito delle trattative. In generale il personale che è buono per la tecnica, non è altrettanto buono per la vendita, perciò la società dovrà procedere ad una accurata scelta del personale con particolare riguardo alle attitudini a trattare col pubblico di svariatissime condizioni sociali, ed alla speciale preparazione tecnica necessaria. Il servizio tecnico e di informazione presso gli utenti deve essere fatto con prodigialità, perciò gli agenti devono essere capaci, diligenti e cortesi ricorrendo alla Direzione Centrale nei casi più complessi. In generale però fino ad oggi in Italia, l'ufficio propaganda vendita si può dire che non esiste presso nessuna Azienda.

La lettura dei contatori, la fatturazione e l'esazione per lo stesso utente si susseguono normalmente in tre periodi abbastanza distanziati uno dall'altro e sono eseguite da persone diverse, e richiedono quindi perdita di interessi e molto personale.

In pratica si verifica che come media di quello che avviene nei centri e nelle Provincie, la esazione avviene circa un mese dopo la lettura del contatore. A questa perdita di interessi in generale se ne aggiunge un'altra in quelle Società che hanno adottato il sistema della lettura dei contatori ogni due mesi, mentre una buona soluzione è quella di avere letture mensili, fatturazione ed esazione contemporanea.

Vediamo di eseguire un'analisi dell'ammontare degli interessi relativi ai tardati incassi degli importi della energia elettrica erogata, supponendo che la Società distributtrice adotti uno o l'altro dei seguenti tre metodi; faremo poi l'analisi dei costi diversi dell'esercizio.

1°) Le letture dei contatori vengono eseguite ogni mese e l'agente emette immediatamente la fattura e ne eseguisce la esazione.

2°) Le letture dei contatori vengono eseguite mensilmente e la esazione della fattura del consumo viene eseguita un mese dopo.

3°) Le letture dei contatori vengono eseguite ogni due mesi e l'esazione della fattura del consumo viene eseguita un mese dopo.

Supponiamo per semplicità di calcolo che il consumo medio degli Utenti sia eguale per tutti i mesi e corrisponda all'importo *uno* e confrontiamo le differenze di interessi sulle somme incassate in corrispondenza del consumo di un anno.

Trascurando di considerare i sistemi di vendita a contatore a moneta, ecc. riterremo che fra i metodi di vendita a contatore, tenuto conto che all'utente si domandano anche depositi a garanzia, sia da ritenersi sufficientemente buono il primo metodo già indicato, cioè quello di avere le letture mensili e l'incasso immediato.

Confrontiamo quindi con esso gli altri due:

Con il secondo sistema di esercizio, cioè delle letture ogni mese ed esazione col ritardo di un mese, si ha che per ogni mensilità si perde un mese di interessi. Quindi nell'anno si perdono 12 mesi di interessi sull'importo mensile di vendita.

Con il terzo metodo, cioè delle letture ogni due mesi e dell'incasso ritardato di un mese, si ha che ogni bimestre un mensile si incassa col ritardo di due mesi e l'altro mensile con un ritardo di un mese, cioè si perdono tre mesi di interesse sull'importo mensile. Quindi nei sei bimestri dell'anno si perdono 18 mesi di interessi sull'importo mensile di vendita.

Se per esempio l'Azienda ha 100.000 utenti dal consumo mensile lordo medio per ciascuno di L. 35, l'incasso totale è di L. 3.500.000,— e se la Società paga il suo denaro complessivamente al tasso del 9% si ha:

col secondo sistema di esercizio perde un anno di interessi rispetto al primo, cioè L. 315.000 di interessi all'anno.

col terzo sistema di esercizio perde 18 mesi di interessi, cioè L. 472.500.

Queste differenze per interessi raggiungono dunque delle somme tanto considerevoli da meritare caso per caso uno studio accurato per vedere se non siano superiori al maggior costo del personale che richiede il primo sistema di organizzazione, che ha però anche altri notevoli vantaggi.

*

Ritengo interessante descrivere l'organizzazione degli uffici propaganda vendita di energia, letture dei contatori, fatturazione, esazione e controllo di una Azienda che adotta il primo sistema di esercizio per la distribuzione di energia elettrica a 100.000 utenti a contatore di luce e piccole forze motrici su una zona molto estesa.

Per i grossi Utenti ed uffici pubblici che hanno garanzia di minimo consumo o condizioni contrattuali speciali, viene applicata un'altra organizzazione che mi dispenserò dal descrivere essendo poco diversa da ciò che si fa comunemente.

Il principio informativo della organizzazione si basa sul concetto di fare eseguire dalla stessa persona mensilmente e contemporaneamente e sempre per una stessa zona, le letture dei contatori, la fatturazione ed esazione immediata dell'importo insieme alle raccolte di tutte le informazioni che possono servire per la maggiore diffusione ed utilizzazione degli apparecchi elettrici ed al controllo del consumo di energia effettuato dagli utenti.

Il controllo degli agenti adibiti a questo lavoro è eseguito da un ufficio speciale che dipende direttamente dalla Direzione Centrale.

La Direzione attribuisce un'importanza grandissima alla scelta degli Agenti e quelli che non rispondono completamente a tutti i requisiti voluti vengono inesorabilmente scartati da questo servizio. Questa scelta richiede molto lavoro al principio della organizzazione ma quando il servizio è avviato è facile trovare i buoni elementi adatti per le eventuali sostituzioni e per l'incremento dell'Azienda.

I candidati vengono di preferenza scelti fra gli allievi delle scuole professionali e dopo un'accurata indagine sulle qualità morali e fisiche di ciascuno vengono sottoposti alla visita medica e ad un esame di calligrafia (numeri) e sulle nozioni elementari di elettricità e di computisteria.

Quelli giudicati idonei vengono ammessi come apprendisti operai nell'officina di riparazione, prova e taratura contatori e viene consegnato a ciascuno di essi un libro di studio sui metodi e sugli strumenti elettrici di misura con speciale riguardo ai contatori per luce e forza motrice.

Dopo che il Capo Officina lo giudica sufficientemente colto, ma non prima di alcuni mesi, l'apprendista viene aggregato ad una squadra per allacciamenti degli utenti e posa dei contatori ove apprende le norme le prescrizioni e la pratica per questo lavoro.

Dopo un necessario tirocinio, e se i risultati sono soddisfacenti, passa qualche mese all'Ufficio Utenti e mentre prende pratica delle tariffe di vendita dell'energia e si inizia alle trattative col pubblico, deve studiare un breve corso sugli apparecchi per le applicazioni domestiche dell'energia elettrica, sui consumi di energia e sul costo degli apparecchi stessi e sul costo dell'energia consumata da ciascun apparecchio in relazione alle tariffe di vendita praticate dall'Azienda.

Questo insegnamento viene impartito a tutti gli Agenti in alcune lezioni serali che si ripetono tutti gli anni con una esposizione di tutte le novità a cura dell'Ufficio vendita energia ed è di grandissimo interesse ed utilità per l'Azienda.

Se durante questo periodo di tirocinio l'aspirante avrà dimostrato serietà ed attitudine, verrà affidato come aiuto all'Agente della zona che gli verrà poi destinata da solo.

*

L'organizzazione dell'Ufficio Utenti è così costituita:

Per ogni Utente viene compilata una scheda, nella quale oltre il nome ed il cognome dell'Utente è scritto il suo indirizzo, il numero di lampade od apparecchi installati, le caratteristiche del contatore applicato con la data e la lettura eseguita alla posta, la tariffa di vendita, il nolo, ecc.

Al disotto di questa intestazione che per conservarla meglio è protetta da una carta trasparente, segue o viene aggiunto un foglio sufficiente per le letture e la fatturazione per 24 mesi.

Al termine di due anni il foglio aggiunto si taglia e si sostituisce con uno nuovo che si riattacca alla intestazione con

la carta trasparente. Rimane così semplificato il rinnovo delle schede.

Queste schede vengono riunite secondo l'ordine itinerario di chi visita gli utenti, in tanti libretti bollati dall'Ufficio Centrale. Ogni libretto contiene tante schede quanti sono gli utenti che ogni agente può visitare in circa tre giorni.

Ad ogni agente viene assegnata una zona di lavoro comprendente in media 1300 utenti a contatore. L'agente viene normalmente conservato nella sua zona fino a che non è resa necessaria una nuova distribuzione di lavoro per l'aumentato numero degli utenti.

Con questo ordinamento l'agente stabilisce rapporti personali continui fra la Società e gli utenti in modo da raccogliere ogni loro desiderio e con le sue visite, ripetute a date precise, fissa ogni mese, viene ad ottenere i pagamenti delle fatture con notevole celerità.

Ogni agente è pure obbligato a tenere sempre aggiornato uno schedario di tutti gli utenti fatti e probabili della sua zona, e per ciascuno di essi raccoglie e comunica all'Ufficio tutte le sue impressioni ed informazioni, sia allo scopo di facilitarne l'allacciamento, sia di farne aumentare il consumo e le applicazioni dell'energia.

Per tale lavoro si giova delle sue cognizioni relative agli apparecchi ed è stimolato dal fatto che è autorizzato a consigliare e vendere lampade ed apparecchi purché siano di marche approvate dalla Società.

Per facilitare la fatturazione, ogni mese insieme con ogni libretto Utenti bollato, all'agente viene consegnato un libretto composto di moduli per fatturare, con impresso il nome e l'indirizzo di ciascun utente, e corrispondenti esattamente al relativo libretto bollato.

Quando l'agente ha letto il contatore, scrive la lettura e compila la fattura valendosi di un semplice prontuario, sul libretto Utenti bollato, dove tutti i dati vengono scritti in una linea fino all'importo totale. Quindi scrive nel modulo corrispondente dell'altro libretto la fattura che rilascia all'utente come ricevuta, o che in mancanza di pagamento consegnerà alla cassa insieme al versamento dell'importo delle fatture esatte.

Nel caso in cui trovasse il locale chiuso, l'agente compila sempre la fattura per il nolo contatore, ecc.

In caso di mancato pagamento da parte dell'utente, l'agente lascia all'interessato un semplice foglietto in cui segna l'importo della fattura compilata, la quale verrà invece consegnata all'Ufficio Cassa.

Quando l'agente trova il contatore fermo o nota qualche anomalia, si limita a fare la fattura per il solo nolo contatore, ecc., dando immediato avviso alla Direzione a mezzo di apposito modulo. La Direzione a mezzo dell'Ufficio competente provvede alla riparazione o cambio del contatore con la massima sollecitudine, prepara la fattura di conguaglio e la consegna all'agente che ne curerà l'incasso nel mese successivo. L'importo dei conguagli o consumi presunti sono sempre segnati sul libretto piombato dalla Direzione, nella linea del mese a cui corrisponde la fattura.

L'agente, compatibilmente con la possibilità e le esigenze del servizio, ogni due o tre giorni versa alla Cassa, con il libretto Utenti, la somma incassata e le fatture non esatte, ritirando ricevuta dell'ammontare globale delle fatture stesse.

Su ogni libretto ricevuto dall'agente, l'Ufficio Utenti provvede alla scomposizione contabile delle bollette in gruppi di eguale tariffa su apposito modulo, e con la macchina calcolatrice eseguisce la somma dei kWh consumati dagli Utenti, i prodotti per le tariffe, la somma degli importi e riscontra i risultati con quelli dati dall'agente.

Nel caso in cui si rilevassero differenze in più od in meno, queste verranno sistemate nel mese successivo.

Le variazioni, successioni, nuovi allacciamenti, slacciamenti, ecc., sono fatte tutte dal *reparto cliché*, il quale soltanto è autorizzato alla ripiombatura e spiombatura dei libretti.

Presso la Direzione Generale ha sede l'Ufficio di controllo il quale per mezzo di Ispettori controlla il lavoro degli agenti. Gli Ispettori avendo sempre a disposizione i libretti bollati degli Utenti e conoscendo l'ordine col quale gli agenti procedono nel loro lavoro, potranno sempre recarsi presso gli utenti, verificare e controllare le letture dei contatori e le fatture emesse dagli agenti.

Per concludere: se si confronta il sistema detto con quello oramai diffuso di fare le letture e le esazioni separatamente ogni due mesi, si vede che con lo stesso numero di personale si può applicare l'uno o l'altro sistema perché l'ufficio di controllo può ritenersi numericamente equivalente all'ufficio fatture.

Rimangono così in più, a favore del primo sistema, i seguenti notevoli vantaggi:

economia delle macchine fatturatrici,
propaganda della vendita,
maggior cura dell'Utente da parte della Società, più facile esazione specialmente nelle zone di popolazione poco agiata,

recupero degli interessi sulle somme fatturate, i quali nell'esercizio descritto ammontano a L. 470.000 corrispondenti cioè all'1,1 per cento dell'incasso lordo annuo.

Firenze, 20 giugno 1924.

LA RIUNIONE DI LONDRA DEI COMITATI DI STUDIO DELLA COMMISSIONE ELET- TROTecnica INTERNAZIONALE □ □

15-18 Luglio 1924

A meno di due anni di distanza si sono di nuovo riuniti alcuni Comitati di studio della C. E. I.: l'ultima riunione aveva avuto luogo, infatti, nel novembre 1922 a Ginevra ⁽¹⁾. La riunione attuale assunse notevole importanza non solo per gli argomenti all'ordine del giorno, ma anche perchè era la prima dopo il trapasso della Presidenza dal Dott. Mailloux (nominato presidente onorario) all'Ing. Guido Semenza e dopo che, per iniziativa del Semenza stesso, fu istituito in seno alla C. E. I. il nuovo Comitato d'Azione destinato ad imprimere un ritmo più alacre ai lavori.

Parteciparono alla riunione di Londra i seguenti delegati:

Per gli *Stati Uniti d'America*: Mailloux, Collens, Crittenden, Kennelly, Skinner, Sharp, Hobart, E. Thomson, Elden, Borzell; per il *Belgio*: Dupont, Matthis, Uytborck; per la *Danimarca*: Larsen; per la *Francia*: Boucherot, Duval, M. Blondin, I. Blondin, Darrieus, Roth, Girault; per la *Gran Bretagna*: Glazebrook, Everest, Roger Smith, Rodgers, Cramer, Iubilin, O'Brien, Fletcher, Rayner, Brame, Berry, Edgecumbe, Wharton, Stubbs, Gill, Sims; per l'*Olanda*: Feldman; per l'*Ungheria*: Wilczek; per l'*India*: Meares; per l'*Italia*: G. Semenza, Lombardi, Morelli, Barbagelata; per il *Giappone*: Yamamoto, Kudo; per la *Norvegia*: Jacobsen, Holst; per la *Spagna*: Artigas; per la *Svezia*: Norberg, Eustrom, Borgquist; per la *Svizzera*: Huber Stocker, Huber Ruf e Wyssling. In complesso quindici nazioni con 55 delegati. Erano naturalmente presenti anche il Col. Crompton, segretario onorario ed il Le Maistre, benemerito segretario effettivo della Commissione.

Dopo una breve seduta plenaria, nella quale il Presidente generale Semenza diede il benvenuto ai delegati e passò rapidamente in rassegna gli argomenti all'ordine del giorno, si iniziarono le riunioni dei Comitati.

Specificazione macchine.

Il Comitato delle Macchine si riunì sotto la presidenza di sir Glazebrook (Inghilterra) e dopo un primo scambio di idee generico sui diversi argomenti all'ordine del giorno ha affrontato le varie questioni nelle due sedute del 15 ed in quella del 16 luglio.

Rivelatori interni. — Come è noto, nelle norme internazionali finora approvate non si considerano i rivelatori interni fra i metodi per la misura del riscaldamento delle macchine. Si trattava di vedere se e con quali modalità il loro uso dovesse essere introdotto nelle Norme della C. E. I. Nelle norme italiane — è pure noto — i rivelatori interni sono invece stati considerati sin da principio, e nella seconda edizione (1922) si è opportunamente chiarito che si tratta di rivelatori (bobinette o termo coppie) collocati nelle macchine durante la costruzione ma non in diretto contatto col rame.

I limiti delle massime temperature e dei massimi sovriscaldamenti ammissibili nelle misure sono infatti, nelle norme Italiane, gli stessi per i tre metodi di misura (termometro, variazione di resistenza e rivelatori). Già i nostri Costruttori avevano fatto rilevare che si sarebbero dovuti aumentare, per i rivelatori, i limiti delle temperature ammissibili, dato che i rivelatori stessi danno in generale, ed anche in macchine ri-

conosciute ottime, temperature sensibilmente maggiori di quelle misurate col termometro o per resistenza.

Facendosi eco di queste osservazioni il nostro Comitato Elettrotecnico aveva già trasmesso a Londra un rapporto in cui si riteneva conveniente di incoraggiare l'uso dei rivelatori interni, ma in pari tempo si esprimeva l'avviso che il loro uso non dovesse essere reso obbligatorio nelle macchine di potenza inferiore a 750 kVA od aventi una lunghezza nel senso dell'asse minore di 75 cm. Proponeva inoltre il nostro Comitato che, in attesa di maggiori dati sperimentali, si ammettesse provvisoriamente un aumento di 15° nelle massime temperature osservabili (nelle macchine con isolanti di categoria B) rispetto a quelle indicate dalle Norme.

Presso a poco su queste basi si svolse la discussione a Londra. Il Comitato Britannico presentò una Relazione da cui risultava che le indicazioni dei rivelatori interni dipendono essenzialmente dalla loro posizione e possono in taluni casi indicare anche temperature minori degli altri due metodi. I delegati francesi confermarono. Il delegato Svizzero esprime l'avviso che in nessun caso si dovessero aumentare i limiti di temperatura già indicati nelle Norme. I delegati Americani pure notarono che quando il rivelatore sia collocato fra i due fasci di conduttori nella stessa cava, esso dà sensibilmente la massima temperatura e che pertanto non si dovrebbero aumentare i limiti di temperatura già stabiliti: che, tuttavia, si sarebbe potuto tollerare un aumento di soli 5 gradi. Dopo lunga discussione un accordo parve delinearsi su queste basi: obbligatori i rivelatori interni per le prove di collaudo solo per gli statori delle macchine rotanti di lunghezza assiale non inferiore ad un metro, senza riguardo alla loro potenza o tensione; i rivelatori, in numero di almeno sei, collocati nei punti presumibilmente più caldi, ma non mai in diretto contatto col rame; ammessa per le loro indicazioni un'eccedenza di dieci gradi sui limiti già stabiliti dalle Norme della C. E. I. Una deliberazione in tale senso, redatta da apposito sottocomitato, fu riportata in discussione nell'ultima seduta; ma il primo delegato Americano, dichiarò con rincrescimento che, esaminate meglio le istruzioni ricevute dal suo Comitato, non poteva consentire che ad un aumento di soli 5 gradi.

Non potendosi così avere l'unanimità, la questione fu sospesa e rimessa al Comitato d'Azione, colla speranza che il Comitato Elettrotecnico Americano possa ritornare sulla sua deliberazione.

Tolleranze e metodi di prova. — La questione delle tolleranze fu portata davanti alla C. E. I. per la prima volta a Ginevra, dal Comitato Elettrotecnico Italiano. Come è noto le Norme Italiane stabilivano fin dalla prima edizione che le garanzie di rendimento, fattore di potenza etc, dovessero intendersi senza nessuna tolleranza.

Contro tale disposizione insorsero i costruttori i quali si vedevano danneggiati dal fatto che le tolleranze erano da tempo entrate nell'uso ed erano anche ammesse dalle Norme di altri Paesi. Perciò, dopo lunghe discussioni, il nostro Comitato aveva proposto che si cercasse di venire ad un accordo internazionale per la soppressione di tutte le tolleranze e che, se la cosa non fosse stata possibile, si disciplinassero almeno, internazionalmente, le tolleranze stesse. In attesa della discussione il nostro Comitato, anche per tener conto del parere espresso nel suo seno da una forte minoranza, predispose ed inviò a Londra una tabella con delle proposte concrete circa i limiti delle tolleranze, allo scopo soprattutto di dare una base concreta alle discussioni.

Iniziata la discussione a Londra, fu facile raggiungere l'accordo sul punto che nessuna tolleranza era ammissibile nei riguardi dei sovriscaldamenti; ma i dispareri si manifestarono subito notevoli sugli altri punti. Gli Americani sostennero che neppure per i rendimenti le tolleranze fossero ammissibili; gli Inglesi si manifestarono invece piuttosto favorevoli; gli Svizzeri dichiararono di non essere ancora giunti ad una decisione; gli Olandesi avrebbero voluto distinguere fra grandi macchine (per le quali le tolleranze sarebbero inutili) e le piccole macchine fabbricate in serie per le quali sono inevitabili piccole differenze fra le singole macchine di una stessa serie. I francesi avrebbero voluto che vi fosse una specie di graduatoria nelle tolleranze: al disotto di un certo limite la macchina dovrebbe essere accettata coll'applicazione di una penalità al costruttore; al di là di tale limite di tolleranza la macchina dovrebbe invece essere rifiutata. Tale criterio era già stato scartato dal nostro Comitato e anche a Londra la maggioranza parve d'avviso che le Norme della C. E. I. non

⁽¹⁾ Vedi *Elettrotecnica* 25 Dicembre 1922, pag. 824.

dovessero interessarsi dei rapporti puramente commerciali fra costruttore e compratore. Si cercò di portare la discussione sul campo concreto delle cifre; ma sorse subito la questione dei metodi di misura dei rendimenti e delle altre caratteristiche delle macchine: questione che era pure all'ordine del giorno e per la quale i Comitati italiano e britannico avevano portato delle proposte concrete. Secondo i delegati francesi la stessa definizione di rendimento avrebbe avuto bisogno di una revisione.

In breve si vide che la questione non era ancora matura perchè le proposte Inglesi e Italiane non avevano ancora potuto essere esaminate, cosicchè si approvò il rinvio ad una prossima riunione, coll'intesa che, nel frattempo, le varie proposte concrete per i metodi di misura e per le tolleranze sarebbero state prese in esame dai Comitati Nazionali.

Prove di isolamento. — Erano ancora all'ordine del giorno la questione delle prove di isolamento per le macchine a corrente continua per una tensione di esercizio superiore a 5000 volt, e per i turbo alternatori. Pel primo punto fu opinione unanime che la questione non presentasse grande importanza; pel secondo si decise per un nuovo rinvio, data la diversità dei pareri subito manifestati. Mentre infatti i nostri delegati, già a Ginevra, avevano presentato un rapporto contrario ad una maggior severità nelle prove degli alternatori per turbo, in confronto degli alternatori ordinari, delegati di vari altri Paesi insistettero in senso contrario giungendo taluni a chiedere che la tensione di prova fosse almeno il triplo della normale.

Indici per i morsetti del macchinario. — Anche questa questione fu aggiornata per mancanza di tempo e perchè non vi era stato il tempo di esaminare talune proposte giunte all'ultimo momento. Si deliberò però in massima che la questione interessasse anche il Comitato dei Simboli e che il lavoro dovesse pertanto essere condotto innanzi d'accordo fra i due Comitati.

*

Esaurito così l'ordine del giorno, il Comitato tenne ancora una riunione non ufficiale per uno scambio di idee sulla questione del semplice e doppio rating che, dopo Ginevra, è sempre rimasto in sospenso per la gran divergenza di vedute fra i diversi Comitati.

Da quanto si è detto, sembra che il criterio sempre appoggiato dal nostro Comitato di un'unica formula di specificazione, senza sopraccarichi — la sola che consenta un razionale confronto di macchine di diversa provenienza — incontri sempre maggior favore.

Gli inglesi insistono tuttavia sulla necessità per il loro mercato di poter in qualche modo parlare di sovraccarichi e propenderebbero verso una diminuzione di 10° nei massimi riscaldamenti ammessi a regime normale, per poter avere appunto un margine di 10° per i sovraccarichi senza superare le massime temperature assolute ammesse dalle Norme. Niuno vieta evidentemente di costruire macchine più larghe che, al loro pieno carico normale, si riscaldino 10° gradi meno di quanto consentano le norme C. E. I.; ma la generalizzazione di tale norma pare alquanto discutibile se si pensa che essa equivarrebbe, mantenendo immutato tutto il resto delle Norme, ad aumentare da 40° a 50° la temperatura ambiente di riferimento.

I Nord-Americani appaiono tuttora divisi, cosicchè la soluzione definitiva della questione non si delinea ancora molto chiaramente.

*

Nomenclatura.

Il Comitato di studio per la Nomenclatura si riunì nel pomeriggio del giorno 16 sotto la Presidenza del Prof. Lombardi. La sola questione all'ordine del giorno era quella del vocabolario internazionale di elettrotecnica che da qualche anno pareva arenato. Per riavviare la cosa, il nuovo Comitato d'Azione aveva recentemente diramato una proposta nella quale si precisava una delle possibili forme del futuro vocabolario secondo cui esso sarebbe stato formato da due parti: la prima contenente tutti i vocaboli in ordine alfabetico francese (o inglese) con la definizione nelle due lingue ufficiali e con la traduzione in tutte le altre lingue; la seconda contenente promiscuamente secondo l'ordine alfabetico tutti i vocaboli delle varie lingue, con il rinvio al vocabolo della prima parte.

A questa proposta del Comitato d'Azione i Comitati Olandese e Britannico contrapposero il sistema da essi già adot-

tato per i rispettivi vocabolari nazionali: di raggruppare cioè i vocaboli secondo un ordine logico, per argomento, con che il vocabolario riesce più facilmente completo e in pari tempo più organico ed istruttivo. Il vocabolario sarebbe naturalmente sempre completato da un indice generale alfabetico col rinvio alla prima parte.

Uno dopo l'altro i delegati dei vari Paesi aderirono alla proposta, colla sola variante di chiamare *pratico*, anzichè *logico* l'ordine di raggruppamento dei vocaboli; cosicchè il delegato italiano finì col trovarsi solo a sostenere la proposta del Comitato d'Azione. Pure apprezzando i pregi del sistema olandese egli era d'avviso — come lo siamo noi — che possano sorgere delle difficoltà, specie in campo internazionale, quando si tratterà di mettersi d'accordo sull'ordine di raggruppamento dei vocaboli; difficoltà che l'ordine alfabetico elimina a priori. Ma avendo il Segretario Generale fatto notare che non si poteva prendere una decisione, mancando l'unanimità, il presidente Lombardi dichiarò, fra gli applausi, che il Comitato Italiano non avrebbe avuto difficoltà, per non ritardare oltre il lavoro, ad aderire al parere della maggioranza.

Stabilita così la forma del futuro vocabolario, fu facile accordarsi sulle modalità del lavoro. Per consenso unanime esso dovrà essere particolare fatica del Dr. Mailloux, presidente onorario della C. E. I., il quale, oltre all'essere poliglotta, si è sempre occupato con passione di questioni di nomenclatura. Si è anche stabilito che per accelerare il lavoro, ed a deroga delle consuetudini della C. E. I., egli possa corrispondere direttamente con vari Comitati Nazionali e, per essi, con quelle persone che gli verranno indicate come particolarmente adentro alla questione. Si decise infine che il Dr. Mailloux debba essere assistito nel suo lavoro da una piccola Commissione sulla cui composizione si discusse piuttosto a lungo, ma che infine fu stabilito debba essere nominata dalla presidenza e comprendere, oltre il Dr. Mailloux, due soli membri: un francese e uno svizzero di lingua tedesca. Il Dr. Mailloux chiuse dicendosi lieto di assumere il lavoro e ringraziando quei Comitati che — come l'Italiano — avendo completato il loro vocabolario nazionale — hanno già messo a sua disposizione la materia prima.

*

Simboli.

Sotto la presidenza del Duval (Francia) il Sotto-Comitato Simboli ha tenuto quattro lunghe sedute nei giorni 17 e 18. Si trattava di rivedere definitivamente la lista dei simboli predisposta a Ginevra e successivamente pubblicata e diramata ai Comitati nazionali. I Simboli così definitivamente scelti, secondo la nuova procedura rapida introdotta dal Semenza, potrebbero entro sei mesi essere sanzionati e pubblicati come simboli ufficiali della C. E. I.

Prima di iniziare l'esame, il delegato italiano richiamò l'attenzione sul parere del nostro Comitato già trasmesso a Londra ed avente vero carattere pregiudiziale. Il Comitato El. Ital. ha infatti espresso l'avviso che si debba ridurre il numero dei simboli della lista ufficiale, limitandosi a quelli fondamentali ed indicando con qualche esempio come da essi si possano derivare gli altri. L'azione e la diffusione dei simboli della C. E. I. saranno tanto più rapidi e generali quanto più ridotto sarà il loro numero per modo che riesca facile ricordarli a memoria.

La tesi italiana fu subito vivamente appoggiata dal Belgio, dalla Danimarca, dalla Spagna e in breve tutti ne riconobbero la fondatezza. Circa il modo di tenerne conto, dopo breve discussione i più furono d'avviso di affidarsi all'ufficio di redazione della lista definitiva, e si passò così all'esame dei vari simboli. In tale lavoro di dettaglio la direttiva italiana parve spesso, a dir vero, un po' trascurata, nonostante qualche richiamo dei nostri delegati, e parecchi nuovi simboli furono adottati, proposti per lo più dal Comitato Svizzero che ha realmente fatto un lavoro molto minuzioso ed accurato. D'altronde alla tesi italiana si può contrapporre l'altra, più volte da varie parti adombrata durante il lavoro. Se non si stabilissero molti simboli anche per molti particolari relativamente secondari, nonostante siano fissati i simboli fondamentali, entrerebbero via via nell'uso molti segni diversi per indicare la stessa cosa, e sarebbe poi resa più difficile una successiva unificazione. Se invece la lista ufficiale è molto completa e particolareggiata, si può sperare che, se anche non tutti i suoi simboli entreranno subito nell'uso, sia meglio tracciata la via all'unificazione, perchè chi avrà bisogno di qualche segno nuovo, prima di crearlo andrà presumibilmente a consultare l'elenco della C. E. I.

Venendo comunque al lavoro di dettaglio possiamo constatare con piacere che l'elenco di simboli incluso nelle Norme italiane per le macchine (che fu predisposto dal nostro Comitato subito dopo la riunione internazionale di Ginevra) può rimanere praticamente immutato. Parecchi simboli approvati a Ginevra ed ora scartati o modificati erano infatti già stati esclusi dall'elenco italiano.

Fra le pochissime modificazioni che interessano la nostra lista, ricordiamo il segno per le sottostazioni di trasformazione (n. 111 della nostra lista). La linea verticale mediana fu sostituita con due linee inclinate che vanno dal punto di mezzo del lato superiore agli angoli inferiori. Nel segno per i pali in legno (n. 120) fu aggiunto un diametro verticale.

La questione più grossa si prevedeva per i nuovi tipi di simboli proposti dagli svedesi per le macchine ruotanti, dei quali demmo notizia subito dopo Ginevra. Si sapeva infatti che i diversi Comitati nazionali avevano dati disparati pareri. Taluni, come lo svizzero, si erano dichiarati favorevolissimi; altri, fra cui il nostro, pur riconoscendo l'ingegnosa ed il pregio dei nuovi simboli, erano propensi a mantenere i vecchi. Anche nella discussione svoltasi a Londra, nella quale il più fiero oppositore della proposta svedese fu il delegato norvegese, i pareri furono divisi. Si trovò l'accordo con una soluzione di compromesso: coll'includere cioè ufficialmente nell'elenco della C. E. I. tanto gli antichi segni quanto i nuovi svedesi, a pari grado, lasciando facoltativo l'uso degli uni o degli altri. Si vedrà così se, all'atto pratico, i simboli svedesi hanno in sé tali pregi da vincere a poco a poco la tradizione. Intanto alcuni dei simboli svedesi furono modificati su proposta Svizzera.

Pel resto, ripetiamo, pochissime furono le modificazioni di dettaglio. tra l'altro fu abolita definitivamente ogni convenzione circa la polarità nel simbolo delle pile e degli accumulatori. Data la difficoltà di accordare le due differenti tradizioni si è deciso che, quando è necessario, la polarità venga esplicitamente indicata coi segni + e —.

La Segreteria Centrale della C. E. I. deve ora redigere l'elenco definitivo dei simboli che sarà diramato per l'approvazione definitiva, per referendum, ai singoli Comitati Nazionali.

I pochi simboli relativi agli impianti interni, portati in discussione, furono rinviati in blocco ai Comitati Nazionali colla raccomandazione di studiare l'argomento insieme con quello dei simboli per telegrafia e telefonia e per gli impianti di trazione.

Terminati i lavori, su proposta del Dr. Mailloux, fu approvato per acclamazione di aggiungere la Svezia alle nazioni che devono avere un delegato ufficiale nel Comitato di Studio per i simboli.

*

Oli per apparecchi elettrici.

Presieduto dal Presidente *Semenza*, tenne una breve riunione il Comitato di Studio, di recente creazione, per le Norme Oli. Si trattò più che altro di un primo scambio di idee sull'argomento perchè le pubblicazioni o le Norme relative già predisposte da qualche Comitato Nazionale (fra cui il nostro) erano giunte troppo tardi per poter essere inviate in esame preventivo ai diversi delegati. La conversazione fu tuttavia assai utile ed interessante perchè fu ben posto in evidenza come, ormai per parere unanime, la questione fondamentale per la valutazione di un olio sia quella della tendenza a formare depositi. Una massa enorme di ricerche sperimentali al riguardo si è già raccolta nei vari paesi: il delegato britannico ha riferito che da ben dieci anni nei loro laboratori hanno avviato ricerche sistematiche i cui risultati sono a disposizione della C. E. I. Interessante l'affermazione del delegato americano che la formazione dei depositi dipende anche in misura notevole dalle disposizioni costruttive dei trasformatori: uno stesso olio avrebbe dato depositi di entità assai diversa usato con trasformatori di differente tipo.

Il problema fondamentale per le Norme Olii sarebbe dunque quello di precisare il metodo di prova nei riguardi della formazione dei depositi. E' stato confermato dai vari delegati che il metodo dovrebbe riprodurre per quanto possibile le condizioni reali in cui l'olio viene impiegato e, pertanto, il metodo adottato anche dalle norme italiane, di un riscaldamento prolungato (300 ore) a temperatura piuttosto moderata, in vasi o in presenza di rame, parrebbe uno dei più sicuri. E' tuttavia spiccata la tendenza a cercare un metodo più rapido e più pratico, per quanto i dispareri siano notevoli sulla possibilità di conseguire per tale via risultati veramente attendibili.

Dalle dichiarazioni di parecchi delegati non parrebbe tuttavia esclusa la possibilità di stabilire delle tavole di riduzione e di confronto fra i risultati ottenuti con i vari metodi.

Circa la procedura da seguire nei futuri lavori del Comitato, si manifestarono due diverse tendenze. Una che vorrebbe si affrontasse per prima la questione dei depositi, risolta la quale non dovrebbero esservi più difficoltà ad un accordo internazionale. L'altra che vorrebbe invece si cominciasse a fissare internazionalmente le norme relative alle altre proprietà su cui può essere più facile un'intesa.

La discussione è risultata però subito prematura, essendo indispensabile prima esaminare e confrontare quello che già è stato fatto dai vari Comitati Nazionali. Il Presidente *Semenza* annunciò che, a guadagno di tempo, avrebbe fatto predisporre tale lavoro di confronto dallo stesso ufficio centrale della C. E. I.

*

Norme motori trazione.

Anche questo Comitato di nuova costituzione tenne una breve seduta sotto la presidenza del Presidente generale *Semenza*. Si trattò anche qui di un semplice scambio di idee, dal quale però scaturirono alcuni criteri per il futuro lavoro. Così fu deciso che le norme dovranno considerare il macchinario sia della piccola che della grande trazione e che dovranno considerare anche i trasformatori e gli altri apparecchi che si trovano « a bordo » del locomotore o della vettura automotrice. Per dare appunto un carattere così generale alle norme fu pure deliberato che la potenza dei motori di trazione debba sempre considerarsi sull'asse dei motori stessi e non sugli assi della vettura, come si fa d'ordinario per i motori da tram con riduzione ad ingranaggi. Pel resto si faranno circolare le norme già predisposte da taluni Comitati Nazionali e tutti i Comitati Nazionali saranno invitati a predisporre delle proposte concrete per la prossima riunione.

* *

Riassumendo, e non perdendo di vista le difficoltà caratteristiche di simili iniziative internazionali, che ne rendono fatalmente lento il cammino, si deve riconoscere che molto utile lavoro è stato questa volta compiuto. Certo si sarebbe potuto fare di più se tutte le comunicazioni e proposte dei diversi Comitati Nazionali, riferentesi alle questioni all'ordine del giorno, fossero giunte a Londra in tempo per poter essere inviate in esame a tutti gli altri Comitati. Assai opportunamente quindi il Comitato d'Azione della C. E. I. riunitosi subito dopo le sedute, deliberò che per la prossima riunione dei Comitati di Studio (che avrà luogo probabilmente la ventura primavera all'Aja) tutte le relazioni dei Comitati Nazionali debbano essere inviate a Londra almeno due mesi prima.

Ci auguriamo pertanto che anche il nostro Comitato Elettrotecnico possa riprendere alacramente i suoi lavori nel prossimo autunno, per preparare utili contributi all'opera internazionale.

*

Durante il loro soggiorno a Londra, i delegati furono come sempre fatti segno alle più cordiali accoglienze.

La mattina del 15 fu ad essi offerta una colazione all'Automobil Club, dal Comitato Britannico di Standardizzazione; la stessa sera essi furono invitati ad una riuscitissima serata musicale nei sontuosi locali della Institution of Mechanical Engineers, dove era indetta anche una interessante mostra di cimeli e di apparecchi elettrici. La sera del 16 il « Dynamical Club » offrì un pranzo al Trocadero ed infine la sera del venerdì 18 la stessa C. E. I. invitò i delegati che non erano partiti subito, ad un amichevole pranzo nei locali dell'Automobil Club.

Non mancarono nelle varie occasioni le consuete lunghe serie di discorsi e di brindisi; ma giova riconoscere che anche tali riunioni concorrono al progresso dei lavori della C. E. I. contribuendo a rendere sempre più cordiali i rapporti personali fra i delegati delle varie Nazioni.

A. B.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

:: SUNTI E SOMMARI ::

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

A. MEISSNER — *Uso dell'ondametro come oscillografo.* (E. T. Z., 6 agosto 1923, N. 32, Vol. 44, pag. 757).

Nella tecnica delle correnti alternate la ricerca delle armoniche è ordinariamente basata sul rilievo di oscillogrammi e sull'analisi armonica di essi. A questo metodo, che generalmente riesce piuttosto laborioso, il Meissner propone di sostituire, con notevole vantaggio non solo nella rapidità, ma anche nella precisione delle misure, il metodo seguente, basato sull'uso di un ondametro, accoppiato in modo lento al circuito percorso dalla corrente da analizzare. Portando successivamente alla risonanza l'ondametro per le varie armoniche, quando l'accoppiamento col circuito sotto prova resti costante, è possibile dedurre dalle indicazioni dello strumento indicatore dell'ondametro (che può essere un termomilliamperometro) l'ampiezza relativa delle diverse armoniche.

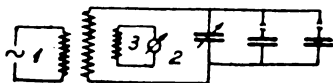


Fig. 1.

Indicando infatti (fig. 1) con: i_1 , i_2 , i_3 , la corrente nel circuito sotto prova 1, la corrente dell'ondametro 2 portato alla risonanza, e la corrente nel circuito aperiodico 3 contenente l'indicatore; con L_{12} , L_{23} i coefficienti di mutua induzione fra i circuiti 1-2, e 2-3; con L_3 l'induttanza del circuito aperiodico; con R_2 , R_3 la resistenza ohmica dell'ondametro e del circuito aperiodico; con R la resistenza equivalente dell'ondametro, (tenuto conto delle perdite per induzione nel circuito aperiodico), si hanno le relazioni:

$$(1) \quad j\omega L_{12} i_1 = R i_2 \quad \text{dove} \quad R = R_2 + \frac{\omega^2 L_{23}^2}{R_3 + \omega^2 L_3} R_3$$

$$(2) \quad j\omega L_{23} i_2 = (R_3 + j\omega L_3) i_3$$

dalle quali, eliminando i_2 , si ottiene:

$$(3) \quad i_1 = -i_3 \frac{R}{\omega^2} \frac{R_3 + j\omega L_3}{L_{12} L_{23}} = i_4 F$$

L'ampiezza dell'armonica da misurare i_1 , risulta quindi proporzionale all'indicazione i_3 dello strumento rivelatore, secondo un coefficiente F che varia con ω .

Per realizzare condizioni di risonanza acuta, la resistenza equivalente dell'ondametro R deve essere la minima possibile: di conseguenza dovrà essere L_{23} ridotta quanto lo consente la tensione, che non si deve superare fra le armature dei condensatori dell'ondametro. Per rendere inoltre indipendente da ω il secondo termine del fattore F , conviene dare ad L_3 un valore assai piccolo in confronto al valore di L_{12} : ed allora l'espressione del coefficiente F assume la forma

$$F = \text{cost.} \frac{R}{f^2}$$

dove f è la frequenza. La misura della resistenza equivalente dell'ondametro R può essere effettuata per ciascuna frequenza ricorrendo ad uno dei consueti metodi basati sull'uso di una resistenza addizionale: e si potrà costruire un diagramma del tipo di quello in-

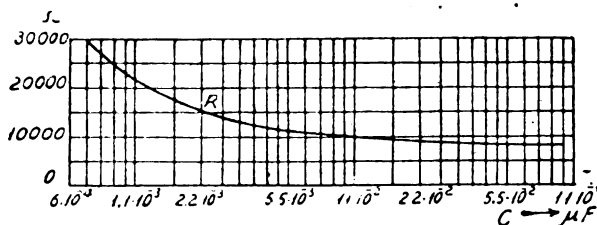


Fig. 2.

dicato in fig. 2 che dia i valori di R in funzione della frequenza, o delle graduazioni del condensatore dell'ondametro. Analogamente il calcolo di F potrà essere facilitato dalla costruzione di un secondo diagramma, del tipo di quello indicato in fig. 3.

L'A. illustra i risultati ottenuti con questo metodo, con vari esempi relativi all'analisi armonica di correnti aventi frequenze fondamentali pari a 50, 500, 6000 p. s. L'ondametro usato aveva una capacità variabile fino a $0,1 \mu F$ e comprendeva una serie di tre induttanze da 100 H, 1,5 H, 0,02 H, relative alle tre frequenze fondamentali di 50, 500, 6000 p. s. Nel primo caso si trattava di analizzare una corrente alternata della frequenza di 50 p. s., circolante in

un circuito comprendente un'induttanza su ferro, per la quale l'oscillografo aveva rivelato la forma d'onda indicata in fig. 4.

In confronto coll'induttanza L_2 dell'ondametro pari a 100 H, l'induttanza usata dall'A. per il circuito aperiodico era di circa $28 \mu H$; cosicchè per f pari a 50 p. s., ωL_3 aveva il valore di $0,02 \Omega$, e $j\omega L_3$ risultava trascurabile di fronte ad R_3 pari a 10Ω .

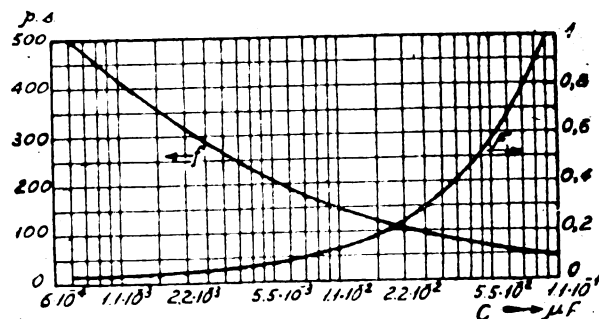


Fig. 3.

L'ondametro ha rivelato la presenza delle armoniche 1, 3, 5, 7, 9; di intensità rispettiva (ottenuta moltiplicando le indicazioni del milliamperometro per i valori del fattore F) 100 : 0,56 : 0,08 : 0,02 : 0,006. Questo metodo permette, quindi di rivelare la presenza di armoniche, che l'oscillografo non consente di mettere in evidenza. Da

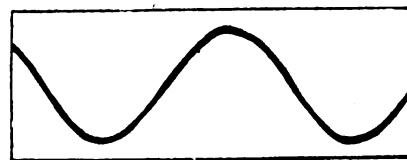


Fig. 4.

notare, che, se nel corso delle misure, occorre di variare l'accoppiamento fra il circuito sotto prova e l'ondametro, per misurare armoniche di intensità debolissima, è possibile egualmente confrontare l'intensità relativa delle varie armoniche, misurando collo stesso accoppiamento l'ampiezza della fondamentale con una resistenza nota aggiunta nel circuito dell'ondametro, e deducendo quindi il rapporto fra le intensità misurate coi vari accoppiamenti. Fe. Vi.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

La rete radiotelegrafica della marina nord-americana. — È noto che la più importante rete di stazioni radiotelegrafiche fra quante ne esistano al mondo, è quella gestita dalla marina da guerra degli Stati Uniti: riescono quindi assai interessanti le notizie che di essa dà la rivista *Wireless Age* (vol. XI - n. 4, gennaio 1924, pag. 32 e 68). La rete è organizzata soprattutto allo scopo di soddisfare ai bisogni della difesa nazionale, sia nei riguardi delle comunicazioni colle forze navali, normalmente dislocate in due diversi Oceani, l'Atlantico e il Pacifico, sia per assicurare, in sussidio ai cavi sottomarini, le comunicazioni fra gli Stati dell'Unione e l'Alaska, le isole Samoa, l'isola di Guam e le Filippine. Tuttavia in tempo di pace le stazioni della rete disimpegnano anche il servizio della stampa e commerciale, senza interferire colle stazioni gestite da società private a quest'unico scopo, e trasmettono i segnali orari, i bollettini meteorologici, gli avvisi ai naviganti ed i segnali di soccorso.

In seguito ad una legge, valeduta fino al giugno 1925, tutto il servizio stampa nel Pacifico è disimpegnato dalla Marina, e per mezzo di questa l'Associated Press trasmette giornalmente da S. Francisco circa 1000 parole ad Honolulu e 400 parole a Manila.

La rete comprende 135 stazioni ubicate sulle coste del Pacifico e dell'Atlantico e nelle isole, delle quali 90 sono stazioni potenti di portata fra 1200 a 10 000 km (fra cui importantissime quelle di Sayville, Annapolis, Arlington, Guantanamo e Panama) e 45 sono stazioni di media potenza con portata intorno ai 1000 km, che costituiscono gli anelli intermedi della rete. L'apparato trasmettente generalmente usato è l'arco Poulsen, di potenza variabile fra 100 e 500 kW, recentemente modificato in modo da irradiare onde scevre da armoniche, per evitare dannose interferenze colle trasmissioni di radiotelegrafia. Le stazioni principali sono comandate a distanza dall'Ufficio centrale di Washington.

Inoltre ciascun porto di una certa importanza ha nelle sue vicinanze una stazione radiogoniometrica; l'importanza del servizio disimpegnato da queste stazioni risulta dal fatto che la media mensile dei rilevamenti radiogoniometrici forniti alle navi mercantili è di circa 5000.

Se a tutto questo sistema di stazioni radiotelegrafiche e radiogoniometriche terrestri si aggiungono le 400 e più stazioni delle navi e degli aereomobili, si ha che il capitale investito nei servizi radiotelegrafici dalla Marina Americana si aggira intorno ai 25 milioni di dollari, con un traffico annuale di circa 100 milioni di parole. La maggior parte di questo traffico riguarda trasmissioni per conto del Governo: il traffico commerciale fra le navi e la costa, eseguito da stazioni della marina, è annualmente di circa 5 milioni di parole.

Notevole è il contributo apportato alla tecnica radiotelegrafica dai laboratori sperimentali della Marina che funzionano in collaborazione col Bureau of Standards e con quelli delle ditte private costruttrici di materiale radiotelegrafico. Gli effetti di tale collaborazione si sono risentiti nei progressi compiuti dagli apparati trasmettenti ad onde smorzate e persistenti, nella tecnica costruttiva delle antenne semplici e a cannocchiale, nella tecnica dei triodi, degli apparati ricevitori, dei dispositivi di radiomeccanica, degli apparecchi di rapida trasmissione e registrazione, dei sistemi di comunicazione subacquea, degli apparati radiotelegrafici per aereomobili.

Fe. Vi.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXIX RIUNIONE DELL'A. E. I.

SPEZIA - Palazzo delle Scuole Secondarie - Via V. Veneto

25-30 Settembre 1924

L'Ufficio Centrale ha diramato in questi giorni la seguente circolare:

Egregio Consocio,

Nell'ultima settimana di Settembre avrà luogo la nostra XXIX Riunione, che quest'anno si terrà alla Spezia.

L'argomento che verrà trattato alla riunione — quello della Illuminazione elettrica e l'inerte distribuzione dell'energia — è di altissimo interesse tecnico per il nostro Paese, dove i problemi della illuminazione, e quelli dell'Arte di illuminare non hanno avuto quello sviluppo di soluzioni razionali a vantaggio generale che ci auguriamo di ottenere in un prossimo futuro, per pareggiare quanto si è fatto e si sta perfezionando all'estero in questo ramo delle applicazioni elettrotecniche.

L'interesse dei nostri Colleghi più specialmente competenti in materia, è dimostrato dalle numerose memorie che sugli svariati argomenti hanno promesso ed alcuni hanno fatto pervenire alla Sede Centrale per essere pubblicati e discussi alla nostra Riunione.

Quest'anno poi si aggiunge a complemento interessante della Riunione, una Esposizione di apparecchi, dispositivi, installazioni che risolvono qualche particolare problema applicativo di illuminazione.

L'entusiasmo col quale la Società Idroelettrica Ligure ha accolto la nostra proposta di Riunione alla Spezia, e la cortesia colla quale fu assecondata dalle Autorità della Spezia, ci ha permesso di disporre per la Riunione dei locali del nuovo Palazzo delle Scuole Secondarie in via Vittorio Veneto — dove nel grande Salone « Dante » (che verrà inaugurato per l'occasione) — si terranno le sedute, mentre negli altri locali e nelle strade adiacenti, troveranno sede le installazioni e gli apparecchi che numerose Ditte esporranno allo scopo di mostrare razionali applicazioni della illuminazione.

Tutto ciò serve a dare un'idea dell'interesse particolare che presenta la nostra Riunione di quest'anno alla quale nutriamo fiducia che saranno per giungere numerose le adesioni. Pregansi vivamente i Signori Soci, di voler far pervenire alla Sede Centrale la scheda di adesione qui unita possibilmente a volta di corriere e ad ogni modo non più tardi del giorno 20 (venti) Agosto corrente, se desiderano assicurarsi l'alloggio in Spezia o Lerici o S. Terenzio: per le quali località vi è una disponibilità di circa 400 letti. I ritardatari saranno alloggiati in alberghi delle città viciniori, come Levante ed all'Avenza, se superassero il numero anzidetto.

Si raccomanda di rimandare subito la scheda di adesione, accompagnata dalla relativa quota di adesione come indicato sulla scheda medesima.

Con osservanza.

Il Segretario Generale
G. COMBONI.

Il Presidente Generale
G. SARTORI.

Programma di massima della Riunione

MERCOLEDÌ 24 SETTEMBRE.

Ore 14: Consiglio Generale — Commissioni — Inscrizioni.

GIOVEDÌ 25 SETTEMBRE.

Ore 9: Inscrizioni e Commissioni.

» 15: Seduta inaugurale della Riunione ed inaugurazione dell'Esposizione d'Illuminazione nel Palazzo della Riunione.

VENERDÌ 26 SETTEMBRE.

Ore 9: Prima seduta tecnica e discussione.

» 14: Seconda seduta e visita Esposizione.

» 21: Terza seduta.

SABATO 27 SETTEMBRE.

Ore 9: Quarta seduta tecnica.

» 15: Visita all'Arsenale e alle fonderie di Pertusola.

DOMENICA 28 SETTEMBRE.

Ore 9: Seduta di chiusura dei lavori ed Assemblea generale dell'A. E. I.

» 14: Gita in mare a Portovenere e Palmaria, tempo permettendo.

» 20: Pranzo sociale.

LUNEDÌ 29 SETTEMBRE.

Ora da precisare: A scelta dei Soci una delle due gite:

Gita al Centro Radiotelegrafico di Coltano — per ferrovia da Spezia alla fermata dello Stagno — Colazione libera a Livorno.

Gita agli Impianti per l'utilizzazione delle Torbe a Massaciuccoli — per ferrovia da Spezia a Torre del Lago — Colazione offerta dalle Società delle Torbiere.

MARTEDÌ 30 SETTEMBRE.

Ora da precisare: A scelta dei Soci, una delle due gite:

Gita alle Cave dei marmi di Carrara — per ferrovia a Carrara — Colazione offerta dalla Società delle Cave.

Gita agli Impianti dell'Ozola — in automobili offerti dalla Società Idroelettrica Ligure.

Nel periodo del Congresso, le Signore dei Soci che saranno iscritte potranno partecipare ad alcune interessanti gite nei dintorni di Spezia, come per esempio, al Duomo di Sarzana, al Monte Pardo, al Muserone, od a gite in mare col piroscafo a disposizione — a cura e gentile premura della Società Idroelettrica Ligure.

All'atto delle iscrizioni sarà distribuito il programma definitivo dettagliato, che potrà eventualmente subire qualche modificazione.

Comunicazioni e relazioni per la riunione di Spezia dell'A. E. I. - 1924

- | | |
|------------------|---|
| C. CIAMPI: | L'illuminazione delle officine e l'intensità del lavoro umano. |
| — | Riflettori, rifrattori e diffusori di tipo moderno. |
| F. NERI: | Sulla regolazione della tensione nelle linee e nelle reti. |
| P. MARTINEZ: | I proiettori elettrici moderni. |
| L. CAROZZI: | (dell'Ufficio d'Igiene del Lavoro della Società delle Nazioni, Ginevra) — L'igiene della illuminazione. |
| G. PERI: | La nostra situazione attuale in materia di illuminazione, a che punto siamo e dove dobbiamo tendere. |
| A. LURIA: | La illuminazione delle coste e dei porti. |
| D. CIVITA: | Legislazione e statistica riguardante la illuminazione. |
| U. BORDONI: | Ricerche sperimentali sul fenomeno dell'abbagliamento. |
| A. ASTA: | La tensione virtuale delle lampade nelle reti a tensione variabile. |
| S. DANESI: | Studio sperimentale dell'effetto pratico dei principali tipi di riflettori e rifrattori oggi in uso. |
| DE FAZI: | L'energia raggianti nella chimica industriale. |
| A. GHIRARDI: | I tubi luminosi a gas rarefatti e loro pratiche applicazioni. |
| E. PUGNO VANONI: | Alcune prove su di un moderno impianto per röntgenterapia. |
| C. CLERICI: | Proposte di norme per l'illuminazione. |
| — | Problemi di illuminazione. |

- L. PELLO': **Influenza della luce sull'occhio.**
 — Sul fattore di riflessione della parete e dei soffitti in relazione ai loro colori.
- P. VENTURINI: Servizio di vendita dell'energia elettrica ai piccoli utenti.
- G. STORCHI: Sui sistemi di distribuzione della corrente per pubblica illuminazione.

Daremo nel prossimo numero maggiori particolari.

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI BARI

Verbale dell'Assemblea straordinaria dell'8 giugno 1924.

L'anno millenovecentoventiquattro, addì 8 del mese di Giugno alle ore 11,30 antimeridiane, presso la Sede della Sezione, in Via Sparano 153, di ritorno dalla visita effettuata alla Stazione Radiotelegrafica di S. Cataldo (Bari) ed alla nuova Centrale di Bari della Società Telefonica delle Puglie, si sono riuniti in Assemblea straordinaria i Soci della Sezione, per discutere il seguente

Ordine del Giorno:

1° - Compilazione, discussione ed approvazione del Regolamento interno.

2° - Elezione di due nuovi Consiglieri e di un nuovo Delegato alla Sede Centrale (per avere la Sezione attualmente 120 iscritti).

Il Presidente, ing. Mario Ascoli, constata la presenza di 32 fra Soci individuali e collettivi, dichiara aperta la seduta.

Egli fa presente che, dato il ritardo con cui si è aperta la seduta, ritardo derivante dalle due visite effettuate precedentemente, non si arriverà forse in tempo ad esaurire in mattinata tutti e due i numeri specificati nell'Ordine del Giorno suddetto.

Propone quindi di rinviare ad una prossima riunione la parte riguardante la compilazione, discussione ed approvazione del Regolamento interno ed invita i Soci a volere, nei giorni che precederanno tale riunione, prendere visione dello schema di regolamento preparato dalla Segreteria della Sezione. Tale proposta di rinvio è approvata all'unanimità.

Il Presidente dà quindi la parola al Segretario, il quale spiega come, avendo la Sezione attualmente 120 iscritti occorra, a norma dell'art. 13 e 24 dello Statuto, procedere alla nomina di due nuovi Consiglieri e di un nuovo Delegato alla Sede Centrale.

Il Presidente fa procedere quindi alla votazione, in base alla quale risultano eletti ad unanimità:

Consiglieri: Cav. Domenico Romanazzi, sig. Alfonso Bolognini.
 Delegato alla Sede Centrale: Ing. Francesco Sainati.

Il Presidente poi, in vista del notevole numero di Soci ragiunti in breve tempo, parla dell'obbligo morale che ha la Sezione, di esplicare la propria attività in modo sempre più degno e sempre più rispondente agli scopi che si prefigge l'A.E.I. ed invita pertanto i Soci a volere prestare in modo tangibile tutto il loro interessamento e la loro collaborazione.

Domanda poi la parola il Socio Ing. Prof. Scotto di Fasano per ringraziare a nome di tutti i Soci presenti, il Presidente e il Segretario che si sono interessati per organizzare la due visite del mattino.

Il Presidente infine chiede se vi sia qualcuno che abbia comunicazioni da fare, dopo di che, non avendo nessuno chiesto la parola, dichiara sciolta la seduta.

*

SEZIONE DI ROMA

Verbale della Riunione Ordinaria Annuale (25 giugno 1924).

Ordine del Giorno:

1. — Comunicazioni della Presidenza.
2. — Resoconto morale dell'anno 1923.
3. — Discussione ed eventuale approvazione del Regolamento interno della Sezione. ⁽¹⁾
4. — Bilancio consuntivo 1923 e preventivo 1924. ⁽²⁾
5. — Rinnovazione parziale delle cariche sociali. ⁽³⁾

La riunione viene tenuta, per la prima volta, nella nuova Sede della Sezione, in via Coppelle, 35 (Palazzo Palma).

⁽¹⁾ Le bozze del Regolamento interno predisposto dal Consiglio Direttivo della Sezione erano state diramate ai Soci, insieme ai Bilanci, con la Circolare 19 maggio 1924.

⁽²⁾ Scadono: il Presidente Prof. Ugo Bordoni; il Vice Presidente Ing. G. Marchesi; i Consiglieri Prof. G. Revessi, Ing. G. Vallecchi e Ing. D. Civita (dimissionario); il Segretario Ing. M. Tomassetti; il Cassiere Ing. M. Oberziner; i Consiglieri Deleg. ti alla S. C. Senatore O. M. Corbino, Ing. G. Fano, Ing. M. Novì, Ing. C. Puccioni, Comm. N. Reggiani, Ing. G. Scialoja.

La seduta viene aperta alle ore 21.15 dal presidente prof. Ugo Bordoni, dopo che i Soci hanno visitato i vari locali della nuova Sede.

Il Presidente ricorda ai Colleghi le ragioni per le quali non è stato possibile indire prima l'Assemblea Annuale. I lavori di sistemazione della nuova Sede sono durati più di quanto si prevedeva, anche perchè ragioni economiche hanno consigliato il gruppo delle Associazioni residenti in via Poli a trasferire i loro uffici, al più presto, in una parte dei locali di via delle Coppelle, creando così inevitabili soggezioni per la prosecuzione dei lavori. La soluzione data alla annosa questione dei locali non è forse quella ideale, soprattutto per la via nella quale si apre l'ingresso del Palazzo il quale, del resto è pregevolissima architettura del Rinascimento; ma nessuna delle altre soluzioni ventilate era compatibile con le risorse finanziarie delle varie Associazioni. La sede particolare della Sezione è notevolmente più ampia della antica, nella quale cominciava a diventare assai difficile la conservazione delle suppellettili, della Biblioteca della Sezione e quella della Biblioteca Centrale; questo porterà qualche aumento nel fitto dei locali, ma potrà probabilmente ottenersi un contributo dalla Sede Centrale, nel cui interesse è fatta la conservazione della Biblioteca Centrale.

Il Presidente propone, e l'Assemblea approva, la inversione dei numeri 2 e 3 dell'ord. d. g. Fa dare lettura della bozza del Regolamento interno, fornendo chiarimenti sopra i vari articoli. A richiesta dell'ing. Fano, spiega che il numero dei Consiglieri di Sezione e dei Consiglieri delegati (art. 4) è fissato dallo Statuto dell'Associazione. L'ing. Fano esprime il parere che i Consiglieri di Sezione siano forse pochi per le grandi Sezioni, mentre i Consiglieri delegati sono certo troppi. Il Presidente conviene su questa osservazione; il numero dei Consiglieri delegati venne fissato quando i Soci dell'A.E.I. erano in numero assai minore: oggi converrebbe certo ritoccare questa parte dello Statuto Generale, conformemente ad idee che furono già manifestate in addietro dall'ex Presidente Generale, Ing. Del Buono. Dopo breve discussione, si rimane d'accordo che in una occasione prossima, i Cons. delegati della Sezione sollevaranno la questione in seno all'organo competente, il Consiglio Generale.

All'art. 13, dopo osservazioni dell'Ing. Civita, dell'Ing. Del Buono, dell'Ing. Fano, dell'Ing. Peretti e di altri, si conviene di ritoccare l'articolo nel senso che l'Assemblea generale straordinaria possa solo deliberare sul quesito da sottoporre ai Soci nel riguardi dell'eventuale scioglimento; la votazione dovrà essere fatta in seguito, per referendum.

Esaurita la discussione, il Presidente mette ai voti l'approvazione del testo, ritoccato, del Regolamento interno; il testo viene approvato all'unanimità (Allegato 1).

Il Presidente riassume, in seguito, fatti più notevoli della vita della Sezione nel periodo trascorso dall'ultima Assemblea Annuale. Furono tenute in complesso dodici riunioni, che riuscirono molto frequentate; talune destarono anzi largo interesse anche al di fuori della Sezione. Vi furono tre visite, compiute all'impianto del Matese (d'accordo con la Sezione Napoletana, alla quale invia un cordiale saluto), alla Centrale termica di San Paolo, dell'Azienda Elettrica Municipale ed alle due Centrali, elettrica e di fabbricazione del gas, Società Anglo-Romana. E' lieto di porgere un caldo ringraziamento a tutti i Colleghi che tennero le varie conferenze o che si prestarono per la illustrazione dei vari impianti; come pure agli Enti che permisero le varie visite. Ricorda in modo particolare i Colleghi Fano, Vismara, Puccioni, Vallauri, Magagni, Netti, Gallo, Sismondo; la Società Meridionale di Eletticità, l'Azienda Elettrica Municipale di Roma e la Società Anglo-Romana, con il loro personale tecnico direttivo. Ringrazia pure, anticipatamente, il prof. G. Di Pirro, il quale terrà sabato prossimo una conferenza per la quale sono stati già diramati gli inviti. Erano in progetto anche altre visite, che è stato necessario rinviare per ragioni di servizio degli impianti (p. es., la visita all'impianto del Farfa), ed altre riunioni (ad es., per la visione della magnifica film sugli impianti elettrici italiani, predisposta dalla A.E.I.E., alla quale tanta cura ha dedicato l'Ing. Civita) che potranno essere effettuate in autunno, se la nuova Presidenza lo riterrà opportuno. Avrebbe anche desiderato una più uniforme distribuzione, nel tempo, delle varie riunioni; ma vi si sono opposte sia le occupazioni personali dei singoli conferenzieri, sia la circostanza che nel periodo dalla fine di marzo ai primi del corrente mese la Sezione non ha potuto disporre, a causa del cambiamento di locali, di una sala per riunioni.

In complesso, nel triennio che ora si chiude, la Sezione ha tenuto 37 riunioni sempre molto frequentate, discutendo largamente in molte di esse importantissimi argomenti di carattere generale; i soci sono passati da 480 a poco meno di 600, mantenendosi non solo, ma accentuandosi la caratteristica che la grandissima maggioranza (circa l'85%) dei soci è provvista di laurea: l'aumento reale è stato anzi assai maggiore, ma la Sezione ha perduto nel triennio moltissimi soci antichi, passati alla nuova Sezione di Cagliari, o dichiarati definitivamente morosi per troncata una situazione irregolare che si trascinava da qualche tempo.

Nel triennio è stato condotto a termine il riordinamento della Biblioteca Centrale; e tutte le più importanti lacune prodottesi nella collezione dei periodici durante la guerra e nell'immediato dopo guerra sono state ormai colmate; si è provveduto alla legatura delle annate, ed al collocamento razionale delle stesse; è stato compilato e pubblicato nel giornale dell'Associazione, il catalogo della B. C., ed è stato riordinato il servizio dei prestiti alle altre Sezioni. Il merito

di questo faticoso e lungo lavoro spetta interamente al Bibliotecario centrale, Dott. Comm. A. Candeli, che vi si è dedicato con zelo superiore a qualsiasi elogio; propone che l'Assemblea manifesti la sua gratitudine a questo valoroso e benemerito Collega (applausi).

Nel triennio, il patrimonio materiale e morale della Sezione ha subito un considerevole incremento con la istituzione del Premio M. Ascoli, destinato a perpetuare la memoria dell'illustre Estinto; come appare da un rendiconto pubblicato poco addietro nel giornale dell'Associazione, i fondi raccolti ascendono, specialmente mercè la generosità di alcuni enti collettivi di Roma, a circa 40.000 lire, consentendo il conferimento di premi annuali dell'ordine delle 2000 lire. L'amministrazione di questo fondo è fatta, per Statuto, dal Consiglio Direttivo della Sezione; l'assegnazione del Premio è fatta da una Commissione, nominata parzialmente dal Consiglio dei Professori della Scuola d'Ingegneria di Roma, nella quale la Sezione è rappresentata dal socio Ing. G. Fano.

Il premio è stato assegnato per la prima volta nello scorso marzo; sicchè il funzionamento della istituzione è ormai regolare e completo.

La Sezione ha ormai una decorosa sede assicurata per molti anni; ha un notevole patrimonio proprio (oltre il Fondo Premio Ascoli); un bilancio florido malgrado le spese molto aumentate; ed ha un Regolamento interno in armonia collo Statuto e col Regolamento generale dell'A. E. I. (il precedente Regolamento interno datava dal 1904). Avrebbe desiderato poter dedicare maggior tempo alla Sezione ed imprimerle una vitalità maggiore e più caratteristica; i colleghi vorranno scusare se questo non gli è stato possibile e consentirgli di ringraziare pubblicamente, del validissimo aiuto, tutti i membri del Consiglio direttivo della Sezione; e in particolare il Vice Presidente Ing. Marchesi, il Segretario Ing. Tomassetti ed il Cassiere Ing. Oberziner.

Augura alla Sezione il maggiore sviluppo avvenire, nell'interesse degli studi elettrotecnici e della prosperità nazionale ed il riconoscimento sempre più completo e generale della sua competenza nei grandi problemi elettrotecnici interessanti la regione (vivi applausi).

Poichè nessuno domanda la parola sulle comunicazioni fatte, si passa al n. 4 dell'ordine del giorno.

Il Cassiere, Ing. M. Oberziner, legge i bilanci dando alcuni chiarimenti sopra i singoli capitoli. Dopo brevissima discussione, i bilanci vengono approvati all'unanimità (Allegato 2).

Il Presidente propone allora che, prima di procedere alla rinnovazione delle cariche sociali, la seduta, secondo le consuetudini, venga interrotta per qualche minuto per facilitare le intese fra i soci.

L'Ing. Del Buono, chiesta ed ottenuta la parola, si rende interprete della profonda gratitudine di tutti Colleghi verso il Presidente per l'opera spiegata nel triennio, durante il quale la Sezione ha proseguito, e con ritmo accelerato, la sua marcia ascensionale verso quell'avvenire che non potrà mancare (vivissimi applausi).

Il Presidente, Prof. Bordoni, ringrazia i colleghi della affettuosa e cordiale manifestazione e ricorda le benemeritenze del Consiglio direttivo della Sezione.

La seduta viene momentaneamente sospesa.

Riaperta la seduta alle ore 10 e tre quarti, per la rinnovazione delle cariche sociali, i presenti approvano alla unanimità, su proposta dell'Ing. Peretti, la seguente lista:

Presidente: Ing. U. Del Buono;

Vice Presidente: Ing. C. Puccioni;

Segretario: Ing. G. Grillo;

Cassiere: Ing. S. Ottolenghi;

Consiglieri di Sezione: Ing. G. Fano; Ing. M. Tomassetti; Ing. M. Oberziner.

Consiglieri Delegati alla S. C.: Ing. D. Civita; Ing. F. Schupfer; Prof. U. Bordoni; Ing. G. Marchesi; Ing. G. Vallecchi; Prof. G. Revessi.

La seduta viene tolta alle ore 11.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA - SEZIONE DI ROMA

Bilancio Consuntivo 1923

| ATTIVO | | | | PASSIVO | | | |
|---|-----------|----------|------------|---|-----------|----------|------------|
| | Con- | Pre- | Differenza | | Con- | Pre- | Differenza |
| | suntivo | ventivo | | | suntivo | ventivo | |
| 1. Quote sociali { Soci individuali. L. | 29 300,— | 27 000,— | + 2300,— | 1. Contributi alla Sede Centrale { Soci indiv. 510 a L. 35 . . . L. | 17 850,— | — | — |
| » collettivi. » | 5 657,45 | 6 750,— | - 1092,55 | » collettivi 40 a L. 70 . . . » | 2 800,— | — | — |
| 2. Ricupero quote arretrate » | 5 550,90 | 5 080,— | + 470,90 | » per 13 soci indiv. morosi a L. 17,50 . . . » | 227,50 | 21 350,— | + 52,50 |
| 3. Proventi diversi: | | | | » per 10 soci coll. morosi a L. 35 . . . » | 350,— | — | — |
| a) Dalla Sede Centrale per eccedenza con- | | | | » per recupero 8 soci ind. mor. 1922 L. 17,50 . . . » | 140,— | — | — |
| tabilità 1921-22. » | 71 25 | 100,— | + 38,85 | » per un socio coll. nuovo 1922 L. 35 . . . » | 35,— | — | — |
| b) Varil. » | 67,20 | — | — | 2. Sede Sezione e servizi vari » | 5 953,90 | 6 000,— | - 46,10 |
| 4. Interessi attivi » | 809,30 | 600,— | + 209,30 | 3. Personale. » | 1 885,— | 2 000,— | - 115,— |
| Entrata effettiva. L. | 41 456,50 | 39 530,— | + 1926,50 | 4. Amministrazione » | 3 154,55 | 2 500,— | + 654,55 |
| 5. Partite di giro: Rimborso spese soste- | | | | 5. Biblioteca. » | 952,35 | 600,— | + 352,35 |
| nute per conto della Sede Centrale (Am- | | | | 6. Spese varie ed impreviste: | 110,50 | 900,— | + 1791,50 |
| ministrazione Biblioteca Centrale) . . » | 2 867,60 | — | — | Contributo alla Sede Centrale per n. 581 | 581,— | — | — |
| L. | 44 324,10 | 39 530,— | | Norme macchine elettriche. » | — | — | — |
| | | | | Contributo alla « Fondazione Ascoli » . . » | 2 000,— | — | — |
| | | | | Spesa effettiva. L. | 35 039,80 | 33 350,— | + 2689,80 |
| | | | | 7. Partite di giro: | | | |
| | | | | Amministrazione Biblioteca Centrale . . » | 2 867,60 | — | — |
| | | | | Differenza attiva esercizio 1923. . . . » | 5 416,70 | 6 180,— | — |
| | | | | L. | 44 324,10 | 39 530,— | |

| PATRIMONIO SOCIALE | | | | CASSA E FONDO SPECIALE | | | |
|---|-------------|----------|--|---|-----------|--|--|
| | 31 dicembre | | | | | | |
| | 1923 | 1922 | | | | | |
| Libri e periodici (per memoria). L. | 1,— | 1,— | | Differenza attiva Esercizio 1923. L. | 5 416,70 | | |
| Mobili e materiali vari » | 1,— | 1,— | | Cassa differenza passiva 31 Dicembre 1922 » | 1 073,87 | | |
| Consolidato 5% L. 8000 - Valore nominale. . . . » | 7 050,— | 6 776,— | | Conto a nuovo per l'esercizio 1924. » | 4 342,83 | | |
| Contanti » | 4 342,83 | — | | Fondo a disposizione del Consiglio » | 6 648,05 | | |
| L. | 11 424,83 | 6 776,— | | Totale Cassa . . . L. | 10 990,88 | | |
| Passivo » | — | 1 073,87 | | | | | |
| Totale . . . L. | 11 424,83 | 5 704,13 | | | | | |

Bilancio Preventivo 1924

| ATTIVO | | | | PASSIVO | | | |
|-------------------------------------|-----------|-----------|------------|--|-----------|-----------|------------|
| | Preven- | Consun- | Differenza | | Preven- | Consun- | Differenza |
| | tivo 1924 | tivo 1923 | | | tivo 1924 | tivo 1923 | |
| Quote sociali: | | | | Contributo alla Sede Centrale { 500 Soci ind. a L. 35 . . . L. | 17 500,— | 21 402,50 | - 1102,50 |
| Soci ind. 480 a L. 60 L. | 28 800,— | 34 957,— | - 157,45 | » collettivi 40 a L. 70 . . . » | 2 800,— | 5 953,90 | + 2064,10 |
| » coll. 40 a L. 150 » | 6 000,— | — | — | Sede Sezione e servizi vari » | 8 000,— | 1 885,— | + 115,— |
| Recupero quote arretrate. » | 960,— | 5 550,90 | - 4590,90 | Personale » | 2 000,— | 3 154,55 | - 654,55 |
| Interessi attivi » | 800,— | 809,30 | - 9,30 | Amministrazione. » | 2 500,— | 952,35 | + 352,35 |
| Proventi diversi » | 100,— | 138,85 | - 38,85 | Biblioteca » | 600,— | 2 691,50 | - 2091,50 |
| Totale Entrata . . . L. | 36 660,— | 41 456,50 | - 4799,50 | Spese varie ed impreviste » | 600,— | — | + 1500,— |
| | | | | Quota di reintegro del fondo a disposizione | 1 500,— | — | + 1500,— |
| | | | | del Consiglio per spese adattamento e | | | |
| | | | | trasferimento Sede (1) » | — | — | — |
| | | | | Totale spesa. L. | 35 500,— | 36 039,80 | - 521,80 |
| | | | | Differenza attiva esercizio . . . » | 1 160,— | 5 416,70 | — |
| | | | | Totale . . . L. | 36 660,— | 41 456,50 | |

(1) Il costo dei lavori per il riattamento dei locali della nuova sede e le spese di trasferimento sono preventivate in L. 4500. Detta somma verrà pagata sul fondo a disposizione del Consiglio. Il fondo stesso verrà reintegrato con quote opportunamente ripartite in tre esercizi.

*

Regolamento interno della Sezione di Roma dell'A. E. I.

(Approvato nella Riunione Ordinaria Annuale della Sezione del 25 giugno 1924).

Art. 1. — E' istituita, con sede in Roma, una Sezione dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, a norma del vigente Statuto dell'Associazione.

Art. 2. — I locali per la sede potranno anche essere, in parte, comuni con quelli di altre Associazioni tecniche e culturali.

Art. 3. — A norma degli articoli 5 e 6 dello Statuto, i Soci della Sezione si distinguono in:

- a) Soci individuali effettivi;
- b) » collettivi effettivi;
- c) » vitalizi e perpetui;
- d) » studenti;
- e) » onorari;

Art. 4. — A norma dell'art. 24 dello Statuto, la Sezione è retta ed amministrata da un Consiglio Direttivo costituito da:

- un Presidente,
- un Vice-Presidente,
- un Segretario,
- un Cassiere,
- sei Consiglieri.

Tutti i membri del Consiglio durano in carica un triennio; i Consiglieri vengono rinnovati gradatamente, due ogni anno; nessuno, ad eccezione del Segretario e del Cassiere, può essere rieletto, alla scadenza, alla medesima carica.

A norma dell'art. 13 dello Statuto, la Sezione è rappresentata nel Consiglio Generale dell'Associazione, oltre che dal Presidente della Sezione, anche da Consiglieri Delegati alla Sede Centrale, nella proporzione di uno per ogni 50 Soci o frazione di 50, i quali sono rinnovati annualmente per metà, e non possono essere immediatamente rieletti alla stessa carica.

Art. 5. — Il Presidente, coadiuvato dal Consiglio Direttivo, cura l'attività e lo sviluppo della Sezione, ne amministra i beni, rappresenta la Sezione di fronte ai terzi, e presiede le riunioni (art. 9) della Sezione e del Consiglio con le norme in uso nelle pubbliche sedute.

In caso di impedimento, il Presidente viene sostituito dal Vice-Presidente; ed il Vice-Presidente da quello, fra i Consiglieri più anziani di nomina, che da maggior tempo appartenga alla Associazione.

Il Segretario tiene a giorno il Registro dei Soci e quella delle cariche sociali, compila i verbali delle riunioni del Consiglio e delle adunanze della Sezione, provvede alla corrispondenza, ha in custodia l'Archivio e la Biblioteca, sorveglia il personale di Amministrazione ed inserviente.

Il Cassiere provvede all'esazione delle quote, tenendo conto di quanto prescrive l'art. 7, esegue i versamenti alla Sede Centrale, cura in genere gli introiti e le spese, e tiene debitamente aggiornata la contabilità; compila inoltre annualmente il bilancio consuntivo e preventivo della Sezione.

Il Consiglio Direttivo viene convocato dal Presidente quando questi lo creda necessario o quando ne riceva domanda da tre membri.

Saranno ritenuti dimissionari quei membri che, senza giustificato motivo, non intervenissero a tre riunioni successive.

Il Consiglio Direttivo discute le proposte del Presidente e dei suoi Membri; discute i bilanci; dà il suo parere sull'ammissione dei Soci, sul passaggio dei medesimi da altre Sezioni, o da una categoria all'altra (art. 5 dello Statuto), come pure su ogni questione che interressi l'attività della Sezione.

Alle riunioni del Consiglio Direttivo possono essere invitati dal Presidente anche i Consiglieri Delegati, quando gli argomenti dell'Ordine del giorno ne suggeriscano la opportunità.

Art. 6. — Ogni domanda di ammissione a Socio dev'essere indirizzata per iscritto al Presidente della Sezione, contenere il nome e la professione dell'aspirante o, se si tratta di un Ente collettivo, l'indicazione della persona incaricata di rappresentarlo presso l'Associazione; finalmente il domicilio e la firma dell'aspirante, controfirmata da quelle di due Soci presentatori. La successiva procedura è regolata dall'art. 7 dello Statuto.

Art. 7. — I contributi annuali dei Soci sono fissati come segue:

| | |
|----------------------------------|-------|
| per i Soci individuali effettivi | L. 50 |
| » collettivi | » 150 |
| » studenti | » 40 |

L'iscrizione ad anno cominciato non dà diritto a riduzione di quota.

I contributi, una volta tanto, dei Soci vitalizi e perpetui sono così stabiliti dallo Statuto dell'Associazione:

| | |
|---------------------------------|---------|
| per i Soci individuali vitalizi | L. 2000 |
| » collettivi perpetui | » 5000 |

Essi devono essere effettuati, direttamente o per il tramite del Cassiere della Sezione, alla Sede Centrale in Milano, entro un mese dell'avvenuta accettazione del nuovo Socio, vitalizio o perpetuo.

Art. 8. — Il passaggio dei Soci dall'una all'altra delle categorie di cui all'art. 3, dovrà essere domandato per iscritto al Presidente della Sezione, il quale, su conforme parere del Consiglio Direttivo, provvederà all'iscrizione del Socio nella nuova categoria col principio dell'anno successivo.

La domanda di passaggio ad altra Sezione, pure da rivolgersi per iscritto al Presidente, potrà essere discussa dal Consiglio solo quando il Socio abbia versato alla Sezione la quota dell'anno in corso; di regola, essa avrà effetto col principio dell'anno successivo.

Le dimissioni dovranno essere comunicate per iscritto al Presidente entro il mese di settembre; su parere conforme del Consiglio Direttivo, esse potranno non essere accettate, ove il Socio non abbia pagato la quota dell'anno in corso.

Art. 9. — A cura del Presidente, sarà convocata annualmente, non più tardi, di regola, della fine di marzo, una Assemblea generale ordinaria dei Soci della Sezione, per il rinnovo delle cariche sociali e l'approvazione dei bilanci.

L'assemblea sarà valida in prima convocazione ove il numero dei Soci della Sezione presenti, aventi diritto al voto (art. 10), sia almeno uguale al quarto del numero dei Soci residenti in Roma. In seconda convocazione, la Assemblea sarà valida qualunque sia il numero dei presenti.

Quando il Presidente lo ritenga opportuno, o ne venga richiesto almeno da un quarto del numero dei Soci, potranno essere indette Assemblee straordinarie o sessioni per l'esame di particolari questioni, per ascoltare relazioni o conferenze di Soci, od eccezionalmente di estranei o per le conseguenti discussioni, per visite od escursioni tecniche.

Il Presidente ha la facoltà di prendere conoscenza preventiva del testo delle relazioni, comunicazioni o conferenze; di suggerire all'Autore tagli e modifiche, ed anche di non autorizzare la comunicazione, su parere conforme del Consiglio Direttivo.

Di ciascuna riunione e del suo oggetto dovrà essere dato in tempo utile avviso al domicilio dei singoli Soci; questa formalità potrà tuttavia essere omessa quando si tratti del seguito di una discussione, fissato all'atto della sua sospensione per una data assai prossima.

Per l'Assemblea generale ordinaria, gli avvisi di convocazione e le copie del bilancio dovranno essere inviati ai Soci almeno dieci giorni prima dell'Assemblea.

Art. 10. — Le deliberazioni nelle riunioni verranno prese a maggioranza di voti; avranno diritto al voto tutti i Soci della Sezione. Di regola, le votazioni saranno valide qualunque sia il numero dei votanti; tuttavia, ove questo fosse inferiore ad un quarto del numero dei Soci della Sezione residenti in Roma ed almeno dieci Soci presenti ne facessero richiesta scritta al Presidente della riunione, le votazioni potranno essere rinviata ad una successiva riunione, oppure, a giudizio della Presidenza della Sezione, indette per referendum; in entrambi i casi, le votazioni saranno valide qualunque sia il numero dei votanti.

Alle riunioni potranno assistere, di regola, anche Soci di altre Sezioni dell'Associazione; in casi particolari, ove il Consiglio Direttivo o la Presidenza lo ritengano opportuno, anche persone estranee all'Associazione.

Art. 11. — Gli art. 14 e 15 del Regolamento Generale dell'Associazione dispongono quanto segue nei riguardi del versamento delle quote sociali:

Art. 14. — I Soci dovranno versare il contributo integrale entro il 31 marzo. Ai Soci che non abbiano eseguito il versamento entro il 30 giugno verrà sospeso il Giornale e mandata la diffida di pagamento. Non avvenendo questo entro l'anno, i Soci verranno radiati, salvi sempre i diritti dell'Associazione.

Art. 15. — La Presidenza della Sezione, verificatasi la morosità di un Socio, ne dà comunicazione al Socio stesso.

Dopo il 31 marzo, la riscossione delle quote sociali potrà essere fatta a domicilio, per mezzo di esattori o di tratte postali o con mezzi analoghi; saranno in tal caso interamente a carico del Socio le spese di esazione.

L'irreperibilità del Socio, dovuta a mancata o ritardata comunicazione scritta di cambiato domicilio o di prolungata assenza, non interrompe il corso della procedura fissata dal Regolamento generale.

Art. 12. — Tutto ciò che la Sezione possiede è proprietà collettiva della medesima, e nessun Socio potrà elevare sopra di essa, o sopra parte di essa, alcuna pretesa.

Art. 13. — Lo scioglimento della Sezione potrà essere deliberato solo per referendum, previa discussione della proposta, in una Assemblea generale straordinaria, appositamente indetta (per la cui validità saranno osservate le stesse norme indicate nei riguardi, art. 9, dell'Assemblea generale annuale della Sezione), nella quale sarà formulato il quesito da sottoporre al referendum dei Soci. Lo scioglimento si intenderà approvato quando, nella votazione per referendum, abbia riportato il voto favorevole di due terzi almeno dei votanti.

In caso di scioglimento, la liquidazione sarà affidata ad una speciale Commissione nominata, in seguito a votazione, nella stessa Assemblea straordinaria.

Art. 14. — Il Regolamento interno precedentemente in vigore si intende abrogato. Ogni ulteriore modificazione del presente Regolamento interno, salvo l'eccezione di cui in appresso, relativa all'articolo 3, dovrà essere approvata a semplice maggioranza, in una riunione regolarmente indetta, per la cui validità saranno osservate le norme indicate (art. 9) per l'Assemblea generale annuale della Sezione. Le proposte di modificazione dell'art. 13 del presente Regolamento subiranno, invece, la stessa procedura stabilita in detto articolo per la proposta di scioglimento della Sezione.

Roma, giugno 1924.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La Riunione di Spezia e i problemi dell'illuminazione.

Il presente fascicolo doppio è pressochè interamente dedicato a quei problemi dell'illuminazione sui quali si impegnerà la XXIX Riunione Annuale che si terrà a Spezia dal 25 al 30 Settembre. Possiamo dire incidentalmente che il numero delle adesioni già pervenute all'ufficio centrale ed il modo con cui procedono i lavori di organizzazione del Congresso e della mostra che ad esso si abbina, assicurano fin d'ora anche alla XXIX Riunione sociale quel successo che è ormai una tradizione del nostro sodalizio. Si è espresso da qualche parte il timore che il fatto di avere imperniato il congresso sopra un solo argomento dovesse ridurre l'interesse della riunione, ma noi non siamo di tale avviso e pensiamo che si tratti in ogni caso di una necessità che si farà sempre più sentire nell'avvenire. Coll'enorme estensione e ramificazione già raggiunte dall'elettrotecnica, se si vuole che le nostre riunioni non siano accademiche, ma occasione di rapido ed utile scambio di idee e di opinioni, sarà sempre più necessario restringere il campo delle discussioni, senza di che, se ogni congresso dovesse occuparsi sempre di ogni ramo dell'elettrotecnica, le discussioni finirebbero necessariamente col mancare o col ripetersi indefinitamente.

Nel caso speciale, che l'illuminazione elettrica sia argomento capace di alimentare da solo un Congresso lo prova il grande numero delle memorie annunciate. In altra parte del giornale diamo l'elenco di quelle regolarmente pervenute alla Redazione, colla data di arrivo, avvertendo ancora una volta i ritardatari che non potranno certamente essere pubblicate sul giornale — e ben difficilmente anche sotto forma di bozza — i lavori che giungessero oltre la fine del corrente mese.

*

Oggi intanto possiamo pubblicare il testo di cinque relazioni destinate alla riunione di Spezia insieme con quello di una Comunicazione alla Sezione di Torino, la quale rientra perfettamente nel programma della Riunione stessa.

L'Ing. CARLO CLERICI, un vero pioniere dell'illuminazione elettrica in Italia, tratta, in una prima nota, dei progressi realizzati nella fabbricazione delle lampade ad incandescenza. Nonostante il comprensibilissimo riserbo professionale dell'A. e l'assenza di illustrazioni, quanto il Clerici espone riuscirà del maggior interesse per la maggioranza dei lettori, senza dubbio profana, rispetto ad una industria così specializzata. In una seconda nota lo stesso Clerici propugna la redazione e la pubblicazione di Norme intese a disciplinare — in linea tecnica — anche nel nostro paese il commercio e quindi la produzione delle lampade. E' strano, osserva giustamente il Clerici, che mentre tutti o quasi gli apparecchi destinati all'utilizzazione ultima dell'energia elettrica, sono o stanno per essere sottoposti a Norme nazionali ed internazionali, il più diffuso ed uno dei più delicati di essi, la lampadina, sia lasciata libera all'arbitrio e alle stravaganze dei consumatori, nella grandissima loro maggioranza completamente digiuni di ogni nozione tecnico-scientifica al riguardo. Il Clerici correda la sua nota col testo delle Norme Americane, già adottate anche da altri paesi, e che, convenientemente ridotto a forma Italiana, potrà senza dubbio costituire una ottima base alle future norme nazionali. Già nelle due note del Clerici si delinea quello che

sarà senza dubbio l'argomento delle più vivaci ed appassionante discussioni nella riunione: la regolazione della tensione. Per chi fabbrica e per chi adopera lampade, la costanza della tensione di distribuzione è quasi un assioma, è una base veramente fondamentale, senza della quale è praticamente impossibile edificare ragionamenti e norme veramente consistenti. Dall'altra parte i distributori pensano che una perfetta regolazione della tensione sia oggi un po' un'utopia e che solo per accostarsi si dovrebbero affrontare spese tali che — dal punto di vista dell'economia generale — non potrebbero essere compensate dal conseguente risparmio di lampade e di energia per luce. Fra i due punti di vista estremi si potranno probabilmente trovare delle vie intermedie di accordo; ma è certo che la discussione che si avrà senza dubbio a Spezia sarà una delle più interessanti che si possano immaginare.

*

L'Ing. STORCHI tratta intanto dei sistemi di distribuzione più adatti per l'illuminazione pubblica ricordando le caratteristiche e le ragioni di superiorità del sistema in serie; mentre l'Ing. L. PELLO' in due brevi note richiama le caratteristiche di una buona illuminazione nei rapporti con le esigenze fisiologiche dell'occhio umano, e dà alcune indicazioni pratiche sulla migliore coloritura dei soffitti e delle pareti. Al problema di una « buona » illuminazione, messa in rapporto al consumo complessivo di energia, si riferisce appunto la Comunicazione svolta la scorsa primavera a Torino dell'Ing. G. PERI, il quale porta alla questione un interessante ed utile contributo di quei dati sperimentali che sono pur sempre, come in ogni altro campo della tecnica, gli argomenti più efficaci e persuasivi.

La terza Conferenza internazionale sulle reti ad alta tensione.

Pur mentre ferve il lavoro di preparazione per la nostra riunione di Spezia, non possiamo non richiamare l'attenzione dei colleghi tutti su un breve Comunicato relativo alla Conferenza che si riunirà la prossima primavera a Parigi. I nostri Colleghi di oltr'alpe si sono messi alacremente al lavoro per documentare ed affermare in modo preminente la prosizione raggiunta dalla Francia nella grande distribuzione dell'energia; anche in altri Paesi si lavora attivamente allo stesso scopo. E' pertanto necessario che tutti i colleghi nostri i quali vivono ed operano nel vasto campo coperto dal programma della conferenza, preparino i loro contributi e si mettano senza indugio in relazione col Comitato ordinatore della partecipazione italiana alla Conferenza. Il nostro Paese è sempre stato all'avanguardia in fatto di impianti elettrici: esso deve continuare ad affermarsi anche ora, quando, dopo gli insegnamenti nati dalla grande guerra, tutti i Paesi Europei si sono messi ad intensificare lo sfruttamento e la distribuzione delle loro risorse di energia naturali.

LA REDAZIONE.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

□ STATO ATTUALE DELLA FABBRICAZIONE DELLE LAMPADE AD INCANDESCENZA □ □ □ □ □ □ □

C. CLERICI



Comunicazione alla XXIX Riunione Annuale dell' A. E. I.
Spezia - Settembre 1924

Pregato da alcuni colleghi di informarli brevemente sulla fabbricazione moderna delle lampadine, aderisco al loro desiderio benchè mi veda costretto a ripetere cose che la maggior parte di essi conoscono già e poche novità restino da rivelare, tanto più che ragioni di discrezione professionale mi impediscono di entrare in troppo minuti particolari sui procedimenti usati da alcune fabbriche moderne.

Per lampadine ad incandescenza io intendo quelle a tungsteno, giacchè gli altri tipi sono praticamente scomparsi dall'uso.

Il tungsteno fu ritenuto fino a poco più di dieci anni or sono come un metallo ne duttile ne malleabile, mentre invece sottoposto ad un lungo trattamento di martellature e stirature a caldo, muta a poco a poco la sua struttura cristallina in fibrosa e diventa infine trafileabile fino ai minimi diametri sotto ai dieci millesimi di millimetro.

Il tungsteno (peso atomico 184) ha un peso specifico di 19,6, un coefficiente di temperatura di 0,0051, una resistenza specifica a 25°, in microhm per cm², di 6,2 pel filo crudo e 5,2 pel filo ricotto. Il modulo di elasticità è di 42,200 per mmq, più che doppio di quello dell'acciaio.

Il carico di rottura in kg per millimetro quadrato è tra 322 e 427, maggiore pei fili fini. Fonde a 3350°.

Nella lampada a vuoto a regime di circa 1,25 W per candela ha una temperatura di 2300°, nella lampada in atmosfera gassosa sale a 2500°.

Il tungsteno si ricava in generale dalla Wolframite che contiene fino all'84 per cento di ossido di tungsteno, la sua metallurgia è quella di laboratorio; si scioglie il minerale a caldo in acido cloridrico, poi si trasforma in un tungstato di potassa o di ammoniaca e si lascia cristallizzare per depurarla dalle materie estranee, poi si trasforma in ossido che si riduce in forni tubolari sotto corrente di idrogeno in polvere finissima di tungsteno puro.

Con questa polvere ben pressata alla pressa idraulica in una forma, si prepara un massello di circa un centimetro quadrato di sezione e di qualche decimetro di lunghezza che sottoposto al passaggio di un'intensa corrente elettrica (alcune migliaia di ampere per cmq) riscaldandosi al color bianco si cementa ed acquista l'aspetto di una barra di metallo di color grigio brillante.

Questa barretta si arroventa in un forno e si martella a piccoli colpi frequentissimi di due o di quattro martelletti disposti simmetricamente attorno ad un foro centrale di un disco nel quale si introduce il pezzo di tungsteno. I martelletti ruotando col disco sono alternativamente allontanati dal centro per la forza centrifuga e respinti verso il centro da organi eccentrici dell'incastellatura per modo che colpiscono il massello colla frequenza di molti colpi al secondo. I martelli portano incavature coniche che danno la forma circolare al massello, in origine di sezione quadrata. Cambiando dopo ogni passaggio i martelli con incurvature sempre più piccole si riesce ad ottenere barrette cilindriche sempre più lunghe e di minor diametro dalla superficie faccettata per i segni dei colpi di martello. L'operazione della martellatura si sospende quando si è ottenuto un diametro di circa un millimetro. In tali condizioni il grosso filo risultante è già abbastanza duttile e si comincia la trafileatura a caldo traverso trafile di diamante. Ogni passaggio successivo vien fatto traverso trafile di diametro inferiore al precedente fino ad arrivare al diametro voluto. Si può grossolanamente ritenere che per passare dal massello al filo della lampadina occorrono non meno di 50 successivi cambiamenti di martelli e 250 passaggi attraverso trafile di diamante di diametri decrescenti.

Tale enorme numero di operazioni successive fatte a caldo, il consumo notevole di diamanti, gli scarti, spiegano come il valore del filamento sia elevatissimo. Mentre il tungsteno

in polvere può valere qualche centinaia di lire al kg, un chilogramma di filamento può ritenersi di un valore di L. 100.000.

Incidentalmente dirò che non sempre si preparano masselli di tungsteno. Certe fabbriche preferiscono mescolare piccole quantità di silicio, di torio od altri elementi ritenendo che ciò ritardi la cristallizzazione e quindi l'infragilimento del filamento durante l'uso. Queste aggiunte si sono poi dimostrate di enorme importanza per l'uso del filamento come ionizzatore negli audion per radiotelegrafia. Pare che l'emissione di ioni da un filamento di tungsteno con torio sia alla stessa temperatura un migliaio di volte superiore a quella del tungsteno puro.

Il perchè di questo comportamento trascende i limiti della nostra attuale conoscenza. Aggiungerò ancora che in un laboratorio mi venne mostrato un prisma di qualche decimetro di lunghezza e di qualche millimetro di spessore formato da un solo cristallo di tungsteno ottenuto per sublimazione.

Che questo debba rimanere una curiosità di laboratorio o che possa essere il pioniere di una nuova industria lampade in cui ogni filamento sia un cristallo unico di tungsteno e quindi in assetto molecolare stabile e non suscettibile di alterazione nell'uso è troppo arduo pronosticare. Ma ritorniamo alla pratica corrente dell'industria.

Il filamento che ha sopportato centinaia di passaggi risulta omogeneo e tenacissimo come già detto, la sua resistenza alle rotture oltrepassa i 400 kg per mmq, cioè quasi sette volte quello dell'acciaio.

E' anche logico supporre che il filamento così trafileato non contenga impurità tali da ridurre la sezione in maniera notevole perchè in tali punti ad uno dei passaggi di trafile si sarebbe probabilmente strappato.

Mi pare quindi arduo sostenere che la rottura del filamento a lampada esaurita avvenga in un punto già dall'origine difettoso e quindi maggiormente sollecitato durante tutta la vita della lampada. E' più probabile che come per le trasformazioni del radio, si sia in presenza di un determinismo casuale, oppure che la maggior sollecitazione del punto in cui si determinano le rotture provenga da cause esteriori al filamento, quale impedita emissione dell'energia od assorbimento di energia emessa da altri tratti di filamento od azioni elettromagnetiche dovute alla corrente circolante nel filamento stesso.

Il filamento finito la trafileatura non è ancora pronto per essere usato nella lampadina essendo molto elastico è troppo duro per modo che avvolgendolo sui gancetti di finissimo molibdeno li strapperebbe aggrovigliandoli.

Per di più il filamento crudo porta aderente alla superficie delle sostanze eterogenee, grasso e grafite che servono come lubrificanti nella trafileatura e che bisogna eliminare.

Per questo il filamento viene ricotto in atmosfera riducente riscaldandolo a mezzo corrente, ma non troppo e per poco tempo. Un prolungato riscaldamento provocherebbe il cambiamento di struttura molecolare da fibroso in cristallino. Spesso la ricottura si opera assieme alla formazione, operazione in cui il filamento viene piegheggiato a zig-zag nelle dimensioni richieste per ogni tipo di lampada per modo che è pronto per essere disposto sul piccolo arcolaio di sostegno che si vede nelle lampade usuali a vuoto.

I filamenti che devono servire per le lampade in atmosfera gassosa vengono spiralizzati, cioè avvolti attorno ad una anima di filo metallico generalmente sottilissimo che poi si sfilta, oppure si dissolve in acido, a mezzo di speciali macchine che dapprima erano veri torni paralleli di costruzione accuratissima e più recentemente furono sostituite da torni di testa velocissimi che ricordano un po' le macchine che servono a ricoprire di cotone o seta i fili di ramè.

Ricorderò a questo punto come si arrivò all'invenzione della lampada in atmosfera gassosa.

Era noto che le lampade in cui il vuoto non era perfetto ma in cui era rimasta una certa quantità di gas che però fosse inattivo rispetto al filamento si riscaldavano assai perchè nel gas arroventato nella vicinanza del filamento incandescente si stabilisce una vera circolazione, ed il calore sottratto al filamento viene ceduto al palloncino. Questo riscaldamento rappresenta energia perduta agli effetti della illuminazione perchè la temperatura del filamento viene abbassata dal contatto col gas quindi colla stessa energia spesa nel filamento l'emissione di radiazione nelle parti luminose dello spettro è minore. Ma per contro si osservò che tali lampade difettose presentavano un annerimento del palloncino assai minore e si attribuì tale minore annerimento alla diminuita evaporazione del tungsteno in seguito alla pressione esercitata dal gas sulla superficie incandescente. Se questa spiegazione non sia soggetta ad ulteriore revisione non oserei dire, certo basandosi su di

essa il Sig. Langmuir del laboratorio della G. E. Co. a Schenectady pensò di poter utilizzare una certa pressione di gas inerte per portare il filamento ad una più alta temperatura senza che si disgregasse troppo rapidamente, ottenendo con ciò una maggior proporzione di radiazioni nella parte luminosa dello spettro come si verifica per tutti i corpi cosiddetti neri. Siccome però il gas dissipa della energia bisognava trovare le condizioni in cui il vantaggio della maggior temperatura a cui si può spingere il filamento superasse il danno del disperdimento e tali condizioni vennero realizzate coll'avvolgimento del filo a spirale con che la superficie lambita dal gas viene ridotta. E' però da notare che anche la superficie utile per l'emissione della luce viene ridotta, parte delle radiazioni del filamento venendo intercettate dai rami opposti della spirale: da ciò la necessità di spingere la temperatura del filamento al di là di quanto sarebbe necessario per raggiungere una emissione più luminosa se tutta la sua superficie fosse utilizzabile. Le lampade nel gas per le ragioni esposte danno uno spettro luminoso più ricco di raggi azzurri-violetti e quindi la luce è più bianca e più si avvicina alla luce diurna. Questo spiega il favore con cui esse furono accolte anche per le intensità più piccole per le quali il consumo specifico di energia è pari od anche superiore a quello della lampada nel vuoto e con durata anche minore e prezzo superiore. Nella lampada intensiva da 600 candele ed oltre è invece possibile ottenere dei consumi di mezzo watt per caridela con durata di mille e più ore.

Lasciamo i filamenti preparati a zig-zag od a spirale e vediamo i progressi della preparazione delle altre parti componenti la lampada.

In questo ramo l'America ha fatto notevoli perfezionamenti che non possono però ancora essere utilizzati dalle fabbriche europee. Il cristallo fuso nei soliti forni viene lavorato da macchine soffiatrici che aspirano il cristallo, lo rotolano, lo soffiano nelle forme automaticamente, dando un prodotto più uniforme ed una produzione più rapida. Si assicura che una sola macchina soffiatrice possa preparare 50.000 palloncini al giorno, cioè quanto ne farebbe una maestranza di circa 100 operai e garzoni. Però questo risultato è ottenuto producendo su una macchina sempre lo stesso tipo di palloncino. Così per i tubi è già diffusa una macchina che trafila alcune tonnellate di tubo al giorno.

Per un paese come gli Stati Uniti che consumano più di un milione di lampade al giorno standardizzate in pochi tipi si comprende l'enorme utilità di tali installazioni.

In Europa il consumo è molto minore e la quantità di tipi richiesti assai più varia, (il catalogo completo di una grande Casa europea porta diecimila tipi diversi).

Sono già fabbriche importanti quelle che producono qualche diecina di migliaia di lampade al giorno divise in centinaia di tipi, e non possono quindi avvantaggiarsi delle macchine automatiche per la cristalleria, ma devono continuare col vecchio sistema delle produzioni dei palloncini soffiati da operai soffiatori e dei tubi tirati da operai tubisti. L'inconveniente non è grave perchè abili soffiatori possono fare 800 e più palloncini al giorno abbastanza uniformi. Anche per i tubi gli operai abili specializzati possono dare un prodotto abbastanza soddisfacente e data la diversità dei salari tra l'America e l'Europa anche il costo non risulta molto superiore colla lavorazione a mano. Però una notevole differenza di costo potrebbe risultare dal fatto che da noi per ottenere un buon prodotto dobbiamo fare del cristallo con molto piombo mentre pare che colla soffiatura automatica si possa usare anche del lime-glass, cioè del comune vetro senza piombo, assai più economico pur ottenendo buoni risultati.

Nella composizione delle lampade pure l'America ha introdotto notevoli progressi eliminando quanto possibile le operazioni manuali. Così nella preparazione dei supporti invece di preparare i pezzetti di tubo tagliato, poi svasati, che infine venivano portati su macchinette in cui si faceva la schiacciatura imprigionando i reofori, ora i tubi e le bacchette si mettono in tramogge, indi le macchine finiscono tutto e sortono i piedi preparati. Quanto ai reofori una volta si doveva usare filo di platino di cui si cercarono vari surrogati. Ora generalmente si usa il *dumet* cioè bi-metallo, che è un filo di ferro-nickel ricoperto da un gausina di rame. Questo filo composto ha lo stesso coefficiente di dilatazione del cristallo e si salda bene ad esso.

Per mettere i gancettini, operazione che si faceva a mano gancetto per gancetto, ora vi sono macchine che in un sol colpo infiggono le due corone dei gancetti.

Il supporto gancettato viene preso da una operaia che

vi dispone il filamento in zig-zag o quello a spirale e passa il supporto montato ad altra operaia che lo dispone sulla macchina di chiusura che scatta a tempo fisso da una posizione all'altra con fiamme fisse e sempre più forti, e l'operaia stessa che carica la macchina non ha che a ritirare la lampada saldata ed infiggerla in un foro di un disco che pure ruota a scatti e che mette la lampada in comunicazione successivamente coi vari gruppi di pompe che fanno un vuoto sempre più elevato, finchè un apparecchio che copia una mano umana avvicina al tubetto del vuoto una fiamma lo rammolisce, prende la lampada, la stacca e la getta in un cestello ove altra operaia la prende, vi monta l'attacco e la innesta su supporti portati da un disco girante che la fa accendere a varie intensità finchè il vuoto si è chimicamente perfezionato col sistema Malignani, e compiuto il giro del disco la lampada è pronta per essere pulita, marcata e spedita.

Per chi ha visto le antiche fabbriche e ricorda le cento operazioni successive che occorrevano per mettere assieme una lampadina c'è da restar strabiliati a vedere l'apparente semplicità della produzione coi sistemi americani. E' però facile intuire che tutto va bene finchè ogni macchina o gruppo di macchine produce sempre od almeno per lunghi periodi lo stesso pezzo, cioè un solo tipo di lampade.

Siccome ogni gruppo od « Unit » può produrre circa 2000 lampade al giorno, ne viene che una fabbrica che debba produrre pochi milioni di lampade per funzionare col massimo rendimento dovrebbe limitarsi a poche decine di tipi. Se i tipi richiesti continueranno ad essere migliaia la fabbricazione col sistema americano dovrà limitarsi solo ai tipi più correnti ed il resto si dovrà fare all'antica, cioè principalmente a mano e facendo un maggior assegnamento sull'intelligenza dell'operaio, mentre colle « Unit » basta che l'operaio sia svelto e preciso nei suoi movimenti.

Ed ora i colleghi mi chiederanno: cosa può importare al consumatore che le lampade sieno fatte in grandi serie od individualmente una ad una, e perchè si insiste per una standardizzazione dei tipi, cioè si vuol limitare la libertà che in Italia tocca quasi il capriccio del consumatore di richiedere lampade di ogni forma, di ogni intensità, di ogni voltaggio, per fare il vantaggio dei fabbricanti.

Ed ecco la risposta: In primo luogo per un articolo di grande consumo la riduzione del costo rappresenta un vantaggio che se anche è piccolo individualmente, invece sui grandi quantitativi rappresenta somme notevoli di cui si deve evitare lo spreco.

Noterò incidentalmente che si sentono talora i consumatori dire con molta leggerezza che le lampadine sono care. E' un'accusa ingiusta. Infatti, in via assoluta, dedotta la tassa monopolio, la fabbrica cede la lampadina ad un prezzo uguale a quello a cui sono venduti dei bicchieri ordinari o delle bottiglie di vetro comune, al prezzo commerciale insomma del solo cristallo fuso o soffiato e non ulteriormente lavorato, mentre la lampadina è un microcosmo che mette a contribuzione per la sua preparazione ogni ramo di scienza e di industria e richiede svariatissime delicate manipolazioni. In via relativa poi, imposta a parte, la lampadina è venduta a circa 3 volte i prezzi dell'anteguerra, mentre la svalutazione della lira sull'oro è circa da 1 a 4,5, cioè la lampadina pel solo fatto del minor valore della moneta si dovrebbe pagare 4,5 volte e non 3 volte il prezzo dell'anteguerra, mentre poi per le complesse altre ragioni che influiscono sui prezzi e tenuto conto che certi materiali necessari alla fabbricazione hanno subito aumenti dieci volte l'anteguerra, i salari 6 a 7 volte, non sarebbe stato irragionevole che il prezzo delle lampadine si fosse stabilizzato a sei volte l'anteguerra.

Si può quindi dire che virtualmente il prezzo della lampadina è diminuito del 50 per cento. Questo miracolo di cui il consumatore non s'è neppure accorto è dovuto allo sforzo costante della industria di perfezionare e rendere i mezzi d'opera più efficienti standardizzando ogni lavorazione.

Una ulteriore standardizzazione che riducesse le lampade da fabbricare a pochi tipi potrebbe permettere ulteriori ribassi certo non molto rilevanti unitariamente, ma sensibilissimi per la massa dei consumatori presa in blocco.

Ma non è questo il solo punto importante: la standardizzazione migliora la qualità della lampada. Mi è necessario dilungarmi un po' perchè chi non è fabbricante di lampade non può capirmi a volo.

La lampadina di un dato tipo è quello che è, cioè è ben caratterizzata, si compone di certo palloncino di una certa capacità, di un filamento di un certo diametro, di un certo numero di gancetti, un certo quantitativo di fosforo ed altri pro-

dotti, deve avere un certo grado di vuoto; quindi che una lampadina sia fatta individualmente o che sia stata fabbricata con 100.000 altre in serie quasi automaticamente dovrebbe dare l'identico risultato. Dovrebbe, e lo dà qualche volta. Ma riflettete sul mio periodo precedente ove ho impiegato l'aggettivo *certo* nel senso di ben caratterizzato. Ho detto un certo palloncino, ma i palloncini sono di cristallo, cioè di una sostanza che contrariamente al suo nome è una sostanza amorfa, che risente delle vicissitudini della sua produzione, della rapidità o meno della fusione e della sua durata, della temperatura massima raggiunta della velocità di raffreddamento, della umidità dell'aria raffreddante, ecc. La superficie interna del palloncino è una sorgente di vapore acqueo e di altri prodotti che sotto l'azione del vuoto e del calore si liberano; quanto al certo diametro del filamento provate a misurare industrialmente i millesimi di millimetro e verificare se la sezione è perfettamente circolare! E' operazione tanto poco certa nei suoi risultati che si è dovuto rinunciare e ricorrere alla determinazione indiretta colle pesate.

Quei certi gancetti, determinatene il grado di ossidazione subito alla fiamma durante l'infissione nel vetro.

Quel certo quantitativo di fosforo insolubile da far aderire al filamento quando la densità della emulsione varia tra le mani di minuto in minuto!

Quel certo grado di vuoto che comincia ai centesimi di millimetro di mercurio di pressione e va ai millesimi, misuratelo!

E non è tutto. Ci sono i capricci, cioè quei fenomeni imponderabili che sfuggono ad ogni esame scientifico. In una fabbrica che faceva buone lampade vi erano dei periodi in cui le lampade non erano più buone. Si riuscì a capire vagamente che la pressione atmosferica e la temperatura dell'ambiente, l'umidità relativa influivano sul risultato, ma per quanto si sieno fatte per lunghi periodi delle tabelle rilevando di ora in ora le variazioni barometriche non si riuscì a scoprire quale influenza precisa avessero sulla fabbricazione.

Nelle buone fabbriche stile europeo una certa garanzia della uniformità del prodotto era ottenuto col controllo nei limiti del possibile dei dati fisici, temperatura, vuoto, ecc.

Ma non è cosa semplice affidare certi delicati strumenti a delle operaie non sempre educate.

E' facile poi comprendere come le difficoltà si complicano quando i tipi che abbisognano sono tanti e quando i dati di fabbricazione devono variare quasi ad ogni ora.

Questo spiega anche perchè fabbriche che avevano una ottima fama qualche volta si trovassero a dar fuori lampade che facevano cattiva riuscita, o per lo meno mentre certi tipi di lampade davano piena soddisfazione, altri tipi fatti nello stesso periodo di tempo si dimostravano insufficienti.

In America, grazie alla standardizzazione, cioè alla possibilità di fare grandi quantitativi di lampade identiche tra loro si pensò a ragione che si potevano ottenere risultati uniformi facendo le lampade nel minor tempo possibile per sottrarle alle influenze non precisabili dell'atmosfera ambiente regolando a tempo ogni operazione e rendendo fissi tutti gli altri elementi. La pratica dimostrò che così è. Anche l'applicazione del fosforo e del getter, sostanza che impedisce l'annerimento del palloncino (la teoria della sua azione è ancora incerta se agisca fisicamente o chimicamente) è fatta in modo continuo sul filamento a velocità costante.

Si capisce che delle lampade fatte con un filamento preparato uniformemente a decine di migliaia di metri, maneggiato solo per pochi secondi messo in un palloncino che ruota esposto alle fiamme rese invariabili per un determinato numero di secondi, vuotate a successivi gradi di vuoto per tanti secondi, debbono riuscire praticamente identiche.

E questo è tale vantaggio che non occorre magnificarlo ai tecnici.

Solo potendo contare su lampadine di comportamento uniforme per ciascun tipo considerato, sarà possibile scegliere il tipo più conveniente per ogni singolo caso.

Quanto alla forma esteriore le lampadine sono ormai abbastanza uniformi. Dalla forma a pera delle lampade a carbone giustificata dalla forma del filamento che generalmente presentava due tratti rettilinei divergenti che sopportavano un ampio riccio ad una o più volute si passò alla forma leggermente conica terminata da una calotta sferica in cui il filamento di metallo sul suo arcolato si trova ad agio.

Per le lampade nel gas si adottò la forma sferica data la piccola estensione del corpo luminoso che viene a trovarsi nel centro della sfera, e si adottò un collo largo allungato che serve un po' da condensatore e da refrigerante del gas in circo-

lazione. Alla base di tale collo ove il sopporto interno porta un disco di mica che protegge dall'eccessivo calore la schiacciatura del cristallo in cui passano i reofori si deposita generalmente il tungsteno evaporato. L'annerimento si limita generalmente a tale zona e non impedisce la libera irradiazione della luce della lampada.

Una piccola novità che sta entrando nell'uso generale e che cambierà la fisionomia delle lampade è l'assenza della punta.

La punta, come sapete, è il residuo del tubetto da cui si estrae l'aria saldato e tagliato alla fiamma. Ora si è trovato altrettanto pratico disporre tale tubetto nel piede o sopporto del filamento.

Già molte fabbriche non producono più che lampade « tipless » cioè senza punta, ma il curioso è che in generale sono ancora obbligate a fare una punta artificiale, cioè una piccola sporgenza tirata in fuori dal vetro rammollito alla fiamma, e cioè per due ragioni, prima perchè il pubblico non è ancora abituato a vedere le lampade « tipless » e secondo perchè essendovi nelle fabbriche degli enormi stock di lampade con punta non si possono spedire assieme lampade di due tipi. Però è prevedibile che fra qualche anno le lampade colla punta si guarderanno come rarità degli antichi tempi.

Chiuderò questo breve cenno sulla moderna fabbricazione delle lampade ricordando quale fu il progresso ottenuto dalla industria. La prima lampada ad incandescenza a filamento di bambù carbonizzato dava 1,2 lumen per watt mentre attualmente per pari durata si possono avere fino a 10 lumen per watt per le lampade a vuoto e 20 lumen per watt per le lampade in atmosfera gassosa.

Si può dire all'ingrosso che le lampade moderne valgono in media quindici volte più della loro non lontana antenata e per contro costano circa otto volte di meno.

Poche industrie credo possano presentare uno stato di servizio così lusinghiero.

L'OCCHIO UMANO E L'ILLUMINAZIONE

L. F. PELLO'



Comunicazione alla XXIX Riunione Annuale dell'A. E. I.
Spezia - Settembre 1924

Non tutti si rendono conto che una buona vista è altrettanto importante quanto una buona salute in genere. E' un fatto accertato che la capacità d'apprendere dipende in misura considerevole dal possedere una buona vista. Molte persone hanno acquistato una buona conoscenza delle regole generali igieniche e sanitarie rimanendo d'altra parte prive di nozioni sulle regole più elementari per conservare una buona vista.

Il poter vedere con comodità e conforto dell'occhio richiede una buona illuminazione ed allo scopo di poterci rendere conto di quali sieno le qualità desiderabili e necessarie per una buona illuminazione artificiale è necessario conoscere qualche cosa delle caratteristiche dell'organo umano della vista.

Nell'imporre all'occhio umano delle condizioni artificiali di luce dobbiamo aspettarci delle reazioni dannose e di più occorre considerare che gli effetti dannosi di tale reazione non si limitano all'occhio solamente, ma si estendono a tutto il sistema nervoso in generale.

Sfortunatamente i fenomeni della visibilità non sono noti attualmente completamente e scopo del presente articolo è di tentare di porre in evidenza le idee fondamentali dell'impressione della vista e le qualità dell'illuminazione richieste per vedere con facilità e senza sforzo.

La massima attenzione deve essere posta dal progettista di impianti d'illuminazione allo scopo di fare un impianto il quale risponda alle caratteristiche di una buona visibilità. Non si eccederà mai nel cercare di avere un adeguato fattore di sicurezza ed è necessario tener presente che una gran quantità di persone hanno una vista inferiore alla normale. Condizioni d'illuminazione che possono essere poco soddisfacenti per persone le quali hanno una buona vista, sono dannose per persone che hanno una vista inferiore alla normale. E' doloroso constatare come l'illuminazione nelle scuole non sia in genere fatta adeguatamente. Effetti d'abbagliamento, intensità inadeguate, ombre nocive hanno una dannosa influenza sugli occhi

dei bambini, che hanno bisogno al contrario di un trattamento migliore nel periodo di formazione.

Gli effetti di ogni sforzo a cui l'occhio viene sottoposto sono dannosissimi e le conseguenze vengono risentite più o meno tardi. Quando ci si sforza di voler vedere anche con basse intensità d'illuminazione la capacità di visibilità dell'occhio diminuisce ad un punto tale che nel corso di alcuni anni, allorché una persona può dare il massimo rendimento per l'esperienza che ha fatto, per ciò che ha appreso, l'occhio è diventato improduttivo. Un'adeguata illuminazione nelle fabbriche e negli uffici costituisce un investimento di capitale che da solo aumenta la produzione, in modo notevole.

L'occhio come sistema ottico.

E' spesso conveniente paragonare l'azione dell'occhio con quella di una macchina fotografica, giacché l'analogia è spesso stretta.

La palpebra corrisponde all'otturatore, l'iride e la pupilla al diaframma che regola la quantità di luce, la lente cristallina alla lente convergente della macchina e la retina alla lastra. In quest'ultima analogia pertanto vi è un punto di differenza da ricordare e cioè che l'impressione ricevuta dalla retina, differenzialmente da quella ricevuta dalla lastra, è passeggera giacché nella retina le impressioni si susseguono, non appena la sostanza nervosa comunica al cervello l'impressione.

Così pure il modo di focalizzarsi è differente. La messa a fuoco di una macchina fotografica come tutti sanno si ottiene regolando la distanza tra la lente e la lastra, mentre nell'occhio umano la distanza tra la lente e la retina è costante e la messa a fuoco è ottenuta da un cambiamento nella lunghezza focale della lente stessa, per effetto dell'azione dei muscoli ciliari, che regolano la forma della lente in modo da ottenere sempre le immagini sulla retina. Normalmente l'occhio si regola per i raggi luminosi paralleli. Raggi luminosi provenienti da una distanza di sette metri o più sono praticamente paralleli quando colpiscono l'occhio.

Come accennato prima, quando noi guardiamo un oggetto l'immagine principale viene focalizzata sulla fovea e la sensibilità della visibilità diminuisce verso la periferia. Questa percezione periferica è chiamata visione indiretta e per mezzo di essa noi ci rendiamo conto degli oggetti situati all'infuori del campo di visibilità diretta. L'intero campo abbracciato sia dalla visione diretta che indiretta è conosciuto come il nostro campo di visibilità e varia in estensione a seconda che noi dirigiamo il nostro occhio su soggetti vicini o lontani.

L'occhio pertanto non deve essere considerato solamente come un strumento ottico, ma come un organo vivente dell'essere umano, connesso intimamente coll'intero organismo vitale.

Molte persone, ad esempio, vanno una volta ogni sei mesi da un dentista per rimediare alle conseguenze derivanti da un abuso della dentatura, ma pochi riconoscono la necessità di dare un'importanza adeguata a quanto può influire sull'occhio. L'occhio può sopportare molti sforzi, ma conseguenze dannose ne derivano dopo un certo tempo. L'occhio è danneggiato dall'abbagliamento, dal tremolio della luce, dal lavoro prolungato in condizioni d'illuminazione insufficiente.

Tenendo presente questi concetti l'arte dell'illuminazione deve essere considerata come l'arte di provvedere una luce adatta alla mente umana.

L'illuminazione artificiale, come la scelta delle sorgenti luminose, tipo e numero di esse, caratteristiche dei riflettori, distribuzione, ecc., costituisce in un'ultima analisi un problema fisiologico e psicologico.

Intensità.

Nell'evoluzione della natura l'occhio si è formato per vedere comodamente colle varie intensità di luce che si riscontrano nell'illuminazione naturale. La variazione tra luce solare e lunare è nel rapporto di circa di 1 a 500.000.

Il passaggio tra la luce viva e fosca o viceversa se avviene repentinamente è sempre noioso per l'occhio; ad esempio tutti abbiamo constatato l'impressione penosa quando si entra in una sala buia di un cinematografo provenendo da un ambiente a luce intensa.

In seguito a numerose osservazioni è stato accertato che le migliori condizioni di visibilità esistono quando l'illuminazione effettiva sull'occhio è di 10-20 lux. Si rilevi che si è detto l'illuminazione *effettiva sull'occhio*, non sul lavoro.

Il coefficiente di riflessione dell'oggetto osservato deve essere preso in considerazione. Alcuni oggetti che riflettono il

10 per cento della luce che li colpisce, richiedono un'illuminazione di più di 200 lux affinché l'occhio possa ricevere i risultanti 20 lux.

La legge di Fechner ci insegna che la stessa variazione percentuale nell'intensità da luogo ad una medesima variazione nella sensazione. Ciò è posto in evidenza nel grafico 1.

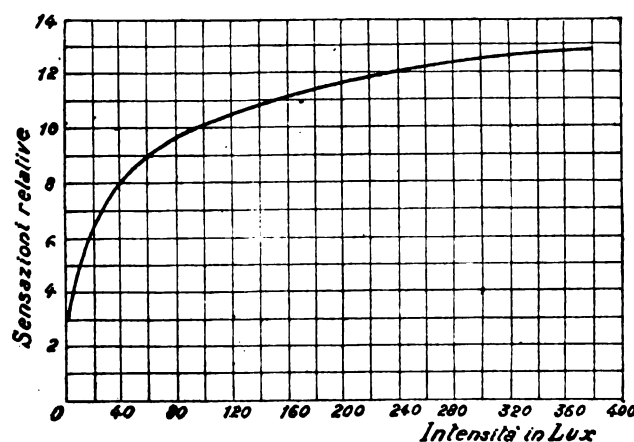


Fig. 1. — Variazione della sensazione visiva in rapporto dell'intensità d'illuminazione.

In altre parole aumentando l'intensità da 20 a 80 lux, si ottiene la medesima variazione nella sensazione come se l'intensità fosse aumentata da 80 a 320 lux. Sembrerebbe che forti intensità d'illuminazione non fossero realmente desiderabili, ma l'esperienza dimostra il contrario. Anche se occorre una maggiore quantità di luce per produrre la stessa variazione nella sensazione quando si usino forti intensità luminose, si ottiene pertanto una maggiore velocità nella visione. Nelle officine ciò ha reso possibile di avere un aumento nella produzione e una diminuzione di infortuni. Appare dalla curva che un'intensità minima attorno a 40 lux è all'incirca tanto bassa quanto sembrerebbe desiderabile per avere una sensazione relativamente forte e che il limite d'intensità massima dipende esclusivamente da considerazioni economiche.

L'occhio umano funziona col massimo rendimento cioè distingue piccole differenze in brillantezza e colore più rapidamente quando la brillantezza dell'oggetto osservato varia tra 1 millilambert (0,0003183 candele per cm²), a 1 lambert (0.3183 candele per m²). Tra questi limiti la visibilità è all'incirca di qualità costante, ma diminuisce rapidamente quando la brillantezza ecceda 1 lambert e scende piuttosto lentamente per brillantezza inferiore a un millilambert verso i limiti inferiori della visibilità.

Ricordiamo che i quattro valori di brillantezza usuali sono grossolanamente: luce naturale all'esterno 1 lambert; luce naturale all'interno 10 millilambert; luce artificiale all'interno 0.1 millilambert; luce esterna di notte (luna piena o luce artificiale moderata) 0,001 millilambert.

L'occhio cessa di funzionare e tutto appare abbagliante ed una successiva adattabilità cessa quando la brillantezza raggiunge 50 lambert. Il più basso limite di visibilità è circa 0,000007 millilambert.

Distribuzione e diffusione.

Per quanto concerne l'occhio la condizione ideale è di avere oggetti nel campo della visibilità su cui l'attenzione è rivolta, illuminati uniformemente senza effetti di brillantezza superficiale. In tali condizioni l'illuminazione della retina va sfumandosi gradatamente dal centro alla periferia e l'accomodamento dell'occhio avviene comodamente e accuratamente. D'altra parte tale uniformità può essere estesa ad un punto tale da dare una perfetta diffusione ovunque nel campo di visibilità, rendendo tutte le superfici di egual brillantezza senza ombre o contrasti. Un locale così illuminato sarebbe molto noioso per l'occhio, non si potrebbero discernere i rilievi e gli oggetti risulterebbero piatti e non farebbero alcuna figura.

Una condizione normale e desiderabile per un locale è data da un'illuminazione propriamente diffusa senza contrasto di superfici chiare ed oscure, ma ci deve tuttavia essere una quantità sufficiente di illuminazione diretta per porre in evidenza la forma degli oggetti e dare luogo ad ombre relativamente luminose.

L'occhio funziona nelle migliori condizioni quando i contrasti nel campo di visibilità sono non meno di circa il 2%.

(98:100) nè sopra 1/10 (10:100). Mentre i contrasti dipendono molto dalle quantità riflettenti degli oggetti osservati, essi dipendono anche in gran misura dalla diffusione dell'illuminazione giacchè queste determinano la profondità delle ombre. Quando l'illuminazione è troppo diffusa le ombre mancano, tutte le superfici speculari splendono e si ottiene un effetto sgradevole.

D'altra parte la luce proveniente da una sola direzione dà luogo ad ombre marcate ed effetti duri. In una giornata chiara all'aperto la luce ricevuta su un piano orizzontale proviene per 1/3 dal cielo e 2/3 direttamente dal sole. Il rapporto più conveniente tra la luce diffusa e la luce totale è tra il 30 e il 60 per cento.

Fermezza.

Anche in condizioni normali l'occhio umano è sottoposto a molte variazioni di intensità luminosa e l'iride, questo meraviglioso meccanismo che regola automaticamente la quantità di luce ammesa nell'occhio — aumenta o diminuisce l'apertura per compensare le variazioni di intensità. Come detto sopra il cambiamento dalla luce viva a quella fosca risulta fastidioso per l'occhio quando avvenga bruscamente e sappiamo anche che il rendimento della visibilità varia in modo notevole. Così una luce tremolante che passi rapidamente da un estremo all'altro dà luogo ad una fatica notevole sia per la retina che per i muscoli cigliari.

Coll'illuminazione elettrica e coi sistemi moderni di produzione e regolazione che possono mantenere la tensione costante, non ci dovrebbe essere mai tremolio. Anche con corrente alternata, le frequenze usuali di 50 e 42 periodi non danno la sensazione di tremolio.

Con frequenze di 25 periodi, il tremolio è notevole quando si usino lampade di basso candelaggio, giacchè queste hanno filamenti così sottili che tendono a raffreddarsi quando la corrente passa per lo zero. La soluzione da adottarsi in questo caso consiste nell'usare lampade di alto candelaggio che hanno filamenti più grossi e maggior capacità calorifica.

Colore.

L'occhio funziona meglio quando gli oggetti che si osservano sono illuminati con luce bianca, ma non è molto influenzato quando il bianco si allontani molto dai colori spettrali, purchè la brillantezza rimanga costante.

Per lavori che richiedono una discriminazione esatta dei colori, particolarmente quando trattasi di oggetti quasi bianchi, è necessaria un'illuminazione bianca.

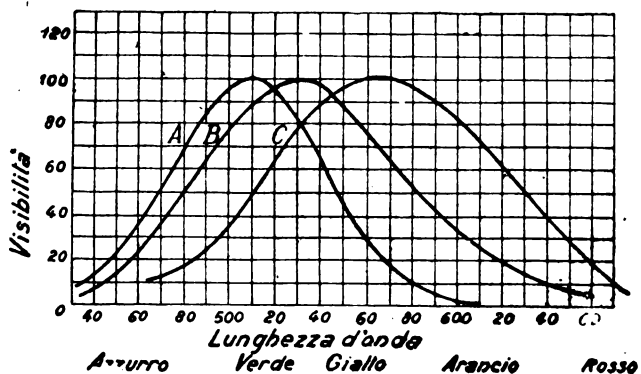


Fig. 2.

Le curve della fig. 2 danno le lunghezze d'onda in ascissa e la corrispondente sensibilità o visibilità come ordinate. La curva A è ricavata a circa 10 lux, la curva B a 250 lux e la C a 10.000 lux.

Queste curve indicano che per basse intensità la massima sensibilità si riscontra nella parte verde dello spettro, per più alte intensità la massima sensibilità si sposta verso la parte rossa dello spettro. Da questo si deduce che la luce data da una comune lampadina elettrica che dà la maggior parte delle radiazioni all'estremità rossa dello spettro tende a produrre il massimo di sensibilità in corrispondenza alle intensità normalmente in uso negli impianti razionali.

Dal punto di vista della sola visibilità, la luce monocromatica ha il leggero vantaggio di definire il dettaglio meglio di una luce che ha uno spettro esteso. La luce monocromatica può essere desiderabile per scopi speciali, ma non è adatta per illuminazione generale giacchè dà luogo ad un colore non

naturale, rendendo difficile la valutazione delle differenze di colore.

Se la discriminazione di colore con illuminazione artificiale deve essere fatta con accuratezza, occorre ricordare che il colore degli oggetti dipende dalla luce che essi riflettono.

Le sorgenti luminose artificiali usate per combinare oggetti e materie a diversi colori debbono avere uno spettro continuo delle stesse caratteristiche della luce del cielo nei paesi del Nord.

Nelle condizioni normali di visibilità, dove una esatta discriminazione di colori o di dettagli fini non è essenziale, la luce emessa da lampade normali è generalmente più soddisfacente della luce modificata o monocromatica. Sembra infatti che un effetto psicologico si verifichi e la persona normale riceve una sensazione migliore di notte colla cosiddetta luce calda o rosso-giallastra.

Questo fenomeno è dovuto senza dubbio all'abitudine contratta in molti anni di luce artificiale con emissione predominante di luce in tale parte dello spettro.

Abbagliamento.

L'impressione della luce sulla retina produce delle alterazioni foto-chimiche in proporzione dell'intensità dello stimolante e della durata di esposizione. Se noi guardiamo direttamente ad una luce viva, la porzione della retina su cui la luce è focalizzata, si esaurisce e diviene cieca per un certo momento ed incapace di vedere sino a tanto che la sostanza foto-chimica viene generata di nuovo. Questo esaurimento della retina avviene anche ma in minor misura quando noi guardiamo a lungo oggetti che riflettono troppa luce.

L'abbagliamento si potrebbe definire come il limite superiore di brillantezza e l'occhio è incapace di adattare la propria sensibilità ad una brillantezza media del campo visivo al di là di 50 Lamberts (16 candele per cm²).

E' evidente che la condizione dell'occhio determina la massima brillantezza di un oggetto che può essere guardato con conforto; se l'aggiustamento dell'occhio è completamente per l'oscurità, essa è di 20 millamberts (solo all'incirca quella di oggetti in una camera buia illuminata durante la notte) giacchè l'occhio si trova in condizioni sensitive molto elevate. Ciò spiega perchè un oggetto può dare abbagliamento in certe condizioni e non in altre. Una lampada incandescente senza alcun riflettore osservata contro uno schermo scuro di notte rappresenta un caso estremo di abbagliamento. La stessa lampada osservata contro la luce del cielo non dà luogo ad effetti noiosi.

Effetto d'abbagliamento può essere prodotto da una piccola superficie di grande brillantezza o anche in certe condizioni da una grande superficie di piccola brillantezza. Ad esempio un cielo che occupi tutto il campo di visibilità può essere abbagliante. Una lampada ed un riflettore in certe condizioni o in una certa posizione del campo non possono dare luogo ad abbagliamento, mentre in altre condizioni lo possono. Ovviamente queste opposte condizioni rendono difficile di stabilire i limiti di brillantezza nel dare le norme per l'illuminazione.

Molti di noi hanno provato l'effetto spiacevole di cercare di focalizzare l'occhio su qualche avvenimento, mentre l'attenzione è distratta dall'abbagliamento proveniente da lampade installate inopportuno nel campo della visibilità.

La parte focale della retina è stimolata sino ad un certo grado dall'intensità dell'oggetto a cui si guarda, mentre la parte perimetrale della retina è stimolata dall'intensità più elevata e si verifica un effetto psicologico oltre ad un'irritazione nervosa e ad uno sforzo dell'occhio.

Mentre l'iride cerca automaticamente di compensare i diversi gradi di illuminazione, è ovvio che non può adattarsi simultaneamente alle due condizioni. Se si contrae in modo che l'oggetto brillante costituisca l'elemento determinante, gli altri oggetti divengono indistinti.

Sorgenti luminose senza protezione nel campo di visibilità debbono essere evitate ovunque.

La luce proveniente dal basso è particolarmente dannosa non essendovi la protezione naturale delle sopracciglia.

L'abbagliamento diretto od indiretto deve essere assolutamente evitato, mediante opportuni apparecchi d'illuminazione, ed all'uopo occorre tenere presente che per quanto riguarda l'occhio, l'effetto della luce è praticamente identico sia che essa brilli direttamente nell'occhio o sia riflessa in esso. La riflessione superficiale di una tavola lucida costituisce uno dei casi più dannosi e più comuni e dato che la riflessione proviene da una direzione a cui l'occhio è meno abituato e meno protetto, gli effetti sono più noiosi.

Conclusione.

L'occhio è un meccanismo organico molto complesso ed è probabilmente eccessivo pretendere una perfezione assoluta in esso.

Le necessità della vita moderna richiedono molto dall'occhio ed il lavoro che esso è chiamato a fare può produrre effetti dannosi.

Il medico specialista è continuamente chiamato ad alleviare un'infinità di persone che hanno difetti visivi e la maggior parte abbisogna di mezzi correttivi, gli occhiali. Se l'esperienza dello specialista è stata ben utilizzata, l'ammalato ha un sollievo nel suo lavoro giornaliero. Alle volte si constata invece che lo sforzo dell'occhio permane o peggiora e nella massima parte dei casi, la causa giace in un fatto molto spesso trascurato: cattive condizioni d'illuminazione — principalmente quelle di natura locale come si riscontrano al tavolino da lavoro, alla macchina, in casa o dovunque si svolge la nostra attività. Spesso l'individuo non è conscio di tali cattive condizioni che causano fatica all'occhio, perchè troppo spesso vale la vecchia regola: che l'abitudine porta con sé l'indifferenza. La risoluzione del problema richiede una stretta cooperazione tra l'oculista e lo specialista in illuminazione.

EFFETTI DEL COLORE DELLE PARETI E DEI SOFFITTI SULL'ILLUMINAZIONE RISULTANTE □ □ □ □ □ □

L. F. PELLO'



Comunicazione alla XXIX Riunione Annuale dell'A. E. I.
Spezia - Settembre 1924

Indipendentemente dall'accuratezza e dalla precisione col la quale un sistema d'illuminazione può esser progettato circa tipo e potenza delle lampade, scelta dei riflettori, loro distribuzione, ecc., se l'ambiente circostante non è adatto a riflettere la luce che lo colpisce, è molto probabile che il sistema d'illuminazione si dimostri in pratica inefficiente. Il problema quindi di dipingere opportunamente pareti e soffitti è della massima importanza.

Il soffitto e le pareti in un locale sono sorgenti secondarie di luce, giacchè ricevono e riflettono luce dalle lampade e un aumento piccolo nel coefficiente di riflessione del soffitto aumenta molto l'illuminazione effettiva risultante. E' necessario perciò che i soffitti sieno il più chiari possibile. Bianco puro è il colore da preferirsi, benchè qualora si richieda un colore artistico, esso deve tendere al crema chiaro piuttosto che al grigio o tonalità simile. Non è importante solo il colore del soffitto ma anche la finitura di esso deve essere considerata accuratamente. Una superficie brillante riflette immagini del filamento della lampada con conseguente abbagliamento che causa uno sforzo dell'occhio. E' perciò necessario una finitura così detta « matta ». Uno strato sottile di pittura bianca attraverso cui si veda una superficie oscura ha lo stesso effetto di un sottile strato di smalto su un riflettore metallico. In altre parole i raggi luminosi attraverso la superficie e vengono assorbiti a meno che questa superficie non abbia un certo spessore.

Si può affermare che differenze tra soffitti bianchi ben dipinti e soffitti comuni di color marrone chiaro o simili danno un aumento del 20-30% nell'illuminazione quando si usino sistemi semi indiretti o simili. Ciò è realmente una cifra molto prudente.

Resistenza della finitura delle pareti.

La superficie raschiata di fresco di un blocco di carbonato di magnesio riflette più luce di qualsiasi altro oggetto, il 98% della luce incidente su di esso viene riflessa. Non è possibile pretendere risultati altrettanto buoni da comuni superfici dipinte, giacchè le solite composizioni comprese anche il bianco di zinco sono grigie in confronto al carbonato di magnesio. Una imbiancatura eseguita con carbonato di magnesio come pigmento si approssima di più a tale caratteristica ed è molto desiderabile dal punto di vista della riflessione della luce. Co-

me valori di paragone relativi a campioni freschi e combinati opportunamente si possono dare i seguenti:

| Colori | Coefficiente di riflessione | |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------|
| | Nuovo | Dopo 1 anno |
| Litopone | 0.86 | 0.80 |
| Bianca e olio | 0.83 | 0.75 |
| Imbiancatura tipo calcina | 0.82 | 0.75 |
| Smalto matto (con magnesio) | 0.85 | 0.82 |
| Smalto lucente | 0.83 | 0.83 |

Sinchè i colori sono freschi non vi è gran differenza tra i diversi tipi di bianco, le cose cambiano dopo che essi sono stati esposti alle condizioni normali di tempo. Si rileva dallo specchietto che gli smalti si sono conservati alquanto bene. Il litopone è diminuito del 6% del suo valore iniziale. La bianca e l'imbiancatura con calcina sono diminuite del 10%. Per la calcina ciò è dovuto in gran parte alla sua natura porosa che le permette di assorbire lo sporco. La diminuzione per la bianca e la calcina è progressiva e l'accelerazione di diminuzione rimane costante. Numerose prove fatte su pitture con bianca e calcina hanno dato una diminuzione del 20%. La leggera diminuzione riscontrata nello smalto matto avvenne nel primo mese, dopo di che non si osservò più alcuna successiva diminuzione. Il coefficiente di riflessione dello smalto lucente rimase costante durante la prova.

Tutte queste prove furono fatte in condizioni costanti di laboratorio e possono servire solo come criterio di base e di partenza nei casi pratici.

Dal punto di vista economico è vero che è più costoso di dipingere un ambiente in modo adeguato che non applicare una mano di imbiancatura alla calcina o simile, ma ciò non ostante risulta più conveniente applicare una buona tinta anche se più costosa. Se consideriamo ad esempio una camera il cui soffitto sia dipinto con bianca e olio si può ritenere che dopo due anni il rendimento nell'illuminazione sarà diminuito dal 15 al 20% solo a causa della diminuzione del coefficiente di riflessione del soffitto, ammesso che le altre condizioni rimangano costanti, giacchè è probabile che anche il coefficiente di riflessione delle pareti subisca una diminuzione. E' prudentiale il dire che l'impiego di bianca e olio (o calcina) per dipintura d'interni da luogo dopo un anno ad una perdita progressiva di luce del 15 % rispetto a quella misurata all'inizio. Un locale della superficie di 36 mq. illuminato all'inizio con 4 lampade da 100 Watt, richiederà al termine di due anni un'altra lampada da 100 Watt, per riportare l'illuminazione al valor primitivo, il che significa un aumento del 25 % nell'energia consumata e maggior rinnovo lampade.

Misura del fattore di riflessione.

Prescindendo dai numerosi complessi metodi di laboratorio, la misura del coefficiente di riflessione di una parete a riflessione diffusa o di un soffitto è del tutto semplice e può essere fatta da chiunque pratico dell'uso di un fotometro portatile provvisto di un piatto di prova separato. Il campione su cui i fattori di riflessione sono calcolati è un blocco di magnesio raschiato di fresco. Dopo aver raschiato tale blocco esso viene posto in una posizione conveniente rispetto ad una sorgente luminosa artificiale. Il fotometro deve essere allora diretto sul blocco sotto un certo angolo che non si scosti troppo dalla normale e viene quindi eseguita una lettura. Dopo di che si calibra un altro campione che diremo secondario, come ad esempio un foglio di carta assorbente. Questo viene messo al posto del blocco di magnesio e colla stessa illuminazione incidente su esso si eseguisce una seconda lettura. Possiamo quindi applicare questa proporzione. La lettura A sta a 98% come la lettura B sta al coefficiente di riflessione della carta assorbente.

Dato che la carta assorbente ossia il campione secondario non è soggetto a sporcarsi durante il tempo della prova, essa viene portata nella camera in cui si vuole eseguire la prova, posta in una posizione conveniente sulla parete o sul soffitto di cui si vuol misurare il coefficiente di riflessione e quindi col fotometro portatile si eseguisce una lettura della brillantezza della carta assorbente coll'illuminazione normale ricevuta sulla parete e incidente sulla carta. La carta viene ora tolta e viene eseguita una lettura sulla superficie della parete. Avendo già determinato il coefficiente di riflessione della carta assorbente, si applica la seguente proporzione: Lettura sulla carta assorbente sta al coefficiente di riflessione della carta assorbente come la lettura sulla parete sta al coefficiente di riflessione della parete.

Se la parete su cui si deve eseguire la prova è brillante od è eminentemente speculare, la determinazione del coefficiente è molto più complessa, e occorre fare diverse letture sotto diversi angoli per avere un valor medio attendibile.

Esempio:

CALIBRATURA.

Pezzo di carbonato di magnesio — Lux apparenti 105
Carta assorbente bianca — " " 91

$$105 : 0,98 = 91 : X$$

Coefficiente di riflessione della carta assorbente $X = 85\%$

PROVA SULLA PARETE.

Lux apparenti — Carta assorbente in posto 37
Lux apparenti — Togliendo la carta assorbente 26

$$37 : 0,85 = 26 : X$$

Coefficiente di riflessione della parete $X = 60\%$

Coefficiente di riflessione (Fattori di riflessione).

E' alquanto difficile dare in una tabella i fattori di riflessione per diversi colori. Molti elementi concorrono a tale difficoltà. Non esiste una definizione terminologica esatta per diverse gradazioni di colori. Una tinta che una casa di colori chiama avorio può avere delle caratteristiche del tutto diverse da quelle che un'altra casa chiama collo stesso nome. La composizione chimica ed il modo di mescolare le tinte hanno una grande importanza nelle caratteristiche risultanti per la riflessione della luce. Un quantitativo maggiore o minore d'olio, ad esempio, produce piccole variazioni.

Il sistema più semplice è quello di dare una distinta dei colori più comuni con una nomenclatura un po' ampia e dare una variazione percentuale per ogni colore. E' spiacevole che non sia possibile di unire qui un campionario di colori su cui furono eseguiti degli esperimenti e darne coefficienti di riflessione misurati in laboratorio il che servirebbe come base di confronto con altri colori che più si approssimano.

| Colori | Percento di luce riflessa |
|----------------------|---------------------------|
| Bianco - nuovo | 82-89% |
| Bianco vecchio | 75-85% |
| Crema | 62-80% |
| Avorio | 73-78% |
| Grigio | 17-63% |
| Verde chiaro | 48-75% |
| Verde scuro | 11-25% |
| Blu chiaro | 34-61% |
| Rosa | 36-61% |
| Rosso scuro | 13-30% |
| Giallo | 61-75% |
| Marrone scuro | 30-46% |
| Color legno naturale | 17-29% |

Come si deve applicare il colore.

Lo smalto lucente è generalmente discutibile dal punto di vista dell'illuminazione, presentando l'inconveniente di dare riflessioni speculari o immagini delle sorgenti luminose; uno smalto matto risolve questo inconveniente e può essere tenuto pulito facilmente. Per essere duraturo non dovrebbe contenere piombo e possibilmente neppure olio di semi di lino. Il colore dovrebbe essere costituito da sostanze chimicamente inerti macinate minutamente (per dare densità) e mescolate in un mezzo inerte che sia impermeabile e non poroso una volta secco.

Un coefficiente di riflessione ottimo e duraturo ed una buona diffusione può essere ottenuta con superfici di cemento trattate nel seguente modo:

Soffitto.

Prima mano - buon strato superficiale impermeabile.

Seconda mano - tiratura al litopone.

Terza mano - Smalto lucente e litopone mescolati in eguali qualità.

Quarta mano - smalto matto contenente magnesio.

Per superfici metalliche, dopo la solita preparazione, si dia una prima mano di minio, diluito con essiccante di olio crudo di semi di lino e trementina. Sopra questo una mano di litopone mescolato nel rapporto di 1 a 1/4 con buona vernice, quindi le altre quattro mani come vengono applicate per superfici di cemento,

Pareti.

Dal punto di vista dell'illuminazione le pareti di un locale non sono così importanti come i soffitti, ed esse debbono essere meno brillanti. Una formula molto semplice può venire adottata; prima mano di tinta superficiale impermeabile mescolata in parti eguali con litopone - seconda e terza mano pittura litopone, l'ultima con lacca diluita con trementina.

Se è necessario usare una tinta grigia, questa non si deve mai ottenere mescolando nero fumo nella tintura da usare, il nero fumo essendo la sostanza avente il minor coefficiente di riflessione. Per ottenere il grigio è necessario di mescolare il cinabro e verde smeraldo per avere il nero e diluire poi con bianco. Con ciò si ottiene un grigio caldo che ha un coefficiente di riflessione discreto.

Occorre tenere presente che le superfici che vanno dipinte debbono essere preparate propriamente in modo da non essere porose cosicchè non si verifichi assorbimento di alcuno degli ingredienti della pittura finale; questa deve essere poi chimicamente inerte in rispetto all'ultima mano.

Stabilimenti industriali.

Nella industria si deve tener conto che l'effetto della luce naturale è reso molto più efficace se le superfici degli ambienti sono di color chiaro. Tutti i raggi luminosi che colpiscono tali superfici vengono riflessi in misura dipendente dal colore. Se la superficie è di color marrone scuro o annerita dal fumo, probabilmente solo il 10% della luce verrà riflessa, se la superficie è di color bianco puro il coefficiente di riflessione può essere anche dell'80%. Con ambienti chiari si ottiene un alto rendimento luminoso e in locali dipinti in modo razionale si riscontrano coefficienti di riflessioni di valore altissimo. Vi furono casi in cui questa costante raggiunse il valore unitario. Con soffitti bianchi, pareti bianche, pavimenti chiari, prima che il macchinario venga installato, le riflessioni incrociandosi sono così numerose, da ottenere tale valore del coefficiente di riflessione. Il fotometro infatti misura la stessa quantità di energia in più di una lettura. Valori di tale ordine non possono certamente ottenersi in pratica, ma servono a dimostrare come sia importante il colore dell'ambiente circostante per avere la massima quantità di luce sul lavoro per un dato consumo di energia.

La parte inferiore delle pareti laterali ha minor importanza nel riflettere la luce, e per l'estetica è alle volte desiderabile avere un color verde scuro, o una tinta neutra, in modo che impronte di dita od altre macchie non appaiano evidenti. Una tale finitura delle pareti riduce anche la brillantezza dello sfondo nel campo della visibilità. E' desiderabile che la pittura sia a forte tenore d'olio, ma qualora sia necessario adottare l'imbiancatura a calce, una frequente pulizia e una buona manutenzione delle pareti servirà ad aumentare la produzione e ridurre il consumo di energia. Un locale di fabbrica pulito e chiaro ha poi una grande importanza sullo spirito degli operai.

La verniciatura delle macchine in una fabbrica deve pure essere oggetto di attenzione. E' noto che una mano di vernice serve a conservare più a lungo la durata dei pezzi di una macchina e se la verniciatura è scelta adeguatamente essa contribuirà inoltre a migliorare l'illuminazione.

Tale verniciatura deve essere dura, in modo che non si possa facilmente scrostare, liscia e nello stesso tempo non brillante cosicchè possa essere facilmente pulita, e tale da impedire una facile aderenza della sporcizia e che non dia riflessioni noiose, inoltre di color chiaro in modo da dare i sopra accennati effetti di illuminazione. Quando si tratti di stabilimenti con macchine complesse come quelle per le arti grafiche, l'illuminazione è difficile, ma se le superfici sono trattate in modo adeguato e tali da riflettere la luce in tutte le direzioni, gli ingranaggi e le parti inferiori dei cilindri si possono vedere bene, e possono essere messi a punto facilmente; si ottiene poi una sicurezza nel funzionamento. Un locale di lavoro chiaro è di aspetto piacevole e vivace e vi è una tendenza naturale a tenere puliti gli oggetti chiari, migliorando in tal modo le condizioni sanitarie.

Un'adeguata verniciatura del macchinario diminuisce la possibilità d'infortuni, eliminando le ombre in vicinanza delle parti mobili che vengono poste in propria luce.

Uffici e Scuole.

Colla tendenza all'illuminazione semi indiretta ed indiretta e colla probabilità che questi sistemi vengano in continuo maggior uso, i soffitti debbono sempre essere chiari.

Per le pareti si raccomanda un color soffice, verde oliva per i locali situati a nord e con una tendenza al giallo per i locali a sud e ciò per avere i migliori risultati. Pertanto la questione della tinta delle pareti dipende molto dal gusto individuale. Alcuni preferiscono una tinta verdastra che è soffice e riposante, altri preferiscono un color crema, ma è opportuno ricordare che è talvolta desiderabile sacrificare il principio di illuminazione economica per scopi artistici. In moltissimi sistemi d'illuminazione una parte notevole del flusso luminoso colpisce la parte superiore delle pareti, di modo che queste dovrebbero essere di color chiaro. La parte inferiore invece può essere di un color neutro scuro per provvedere uno spazio su cui l'occhio possa riposare con conforto.

Un locale a tinte chiare è molto più allegro di uno colorito in scuro. In molti casi ambienti coloriti in scuro danno l'impressione di cattiva illuminazione, mentre al contrario si constata una sufficiente illuminazione sui tavoli da lavoro. L'effetto psicologico deprimente di locali tetri è ben noto ed è naturalmente necessario tenere impiegati e scolari in buon spirito ed animati.

Ambienti chiari diminuiscono in genere le condizioni di abbagliamento. Una sorgente luminosa artificiale osservata contro un soffitto chiaro è meno noiosa per l'occhio che in altre posizioni.

Come detto più sopra, pareti a tinte lucenti non debbono essere usate ed anche i mobili non debbono essere verniciati in modo da essere speculari. Le tende dovrebbero pure essere di un color crema, in tal caso esse contribuiscono a riflettere la luce, anziché a lasciarla sfuggire verso la strada. Se queste tende sono leggermente traslucide esse risultano molto utili di giorno nel ridurre i raggi solari diretti diffondendo quelli che le attraversano, e evitando linee nette di demarcazione delle ombre, come possono dar luogo tendine opache.

Negozi.

Una finitura di bianco puro è in generale consigliabile per tutti i negozi, non solo in considerazione dell'effetto d'utilizzazione della luce e dell'aspetto generale vivace, ma anche per il colore risultante. Raggi di luce bianca che colpiscono una superficie colorata, vengono in parte assorbiti e riflessi più come luce colorata che bianca, per cui se si usa una sorgente luminosa di colore che si approssimi a quello naturale del giorno e tutta la luce riflessa assume una tinta, l'effetto ultimo sarà di ottenere un colore diverso da quello emesso dalla lampada. Un esempio di ciò si incontra nella applicazione di lampade a luce solare in apparecchi d'illuminazione a luce semi indiretta montati in locali con soffitti ad esempio gialli. Un ambiente circostante tinto in bianco non modifica il colore della luce riflessa come invece avviene per ambienti colorati.

Si è così accennato brevemente all'effetto dei colori sull'illuminazione risultante ed uno studio interessante sarebbe quello dell'effetto psicologico dei diversi colori, ma tale argomento non può certo essere compreso nei limiti di questo articolo.

PROBLEMI DI ILLUMINAZIONE

CARLO CLERICI



Comunicazione alla XXIX Riunione Annuale dell' A. E. I.
Spezia - Settembre 1924

Scelta delle lampadine - Taratura - Capitolato d'onori.

L'organo a cui è affidata la trasformazione dell'energia elettrica in luce, cioè per così dire la chiave di volta degli impianti di illuminazione elettrica è la lampadina. Però mentre tutto il resto dell'impianto, dighe, canali, turbine, oppure caldaie e macchine a vapore, alternatori, linee, trasformatori è tutto scrupolosamente scelto dai tecnici, per avere il rendimento più economico per ogni caso, arrivati alla lampadina, cioè al punto di realizzare lo scopo, od almeno uno dei principali scopi degli impianti elettrici, in generale i tecnici se ne disinteressano.

La lampadina è considerata non come un organo tecnico importante, ma come una chincaglieria il cui acquisto è lasciato all'utente privato il quale piglia ciò che i rivenditori, di solito poco più tecnici di lui, gli fanno acquistare.

In pochissimi casi di grandi amministrazioni si fanno capitoli colle condizioni tecniche, ma purtroppo non è infrequente il caso che fabbriche serie di lampade debbano rispondere che a tali condizioni non possono fornire perchè « ad impossibilia nemo tenetur ».

Il desiderato universale dei consumatori di luce elettrica è di avere una buona lampada. Ma definire cosa si debba intendere per una buona lampada è assai più arduo che non si creda.

Il buono assoluto credo non esista per nessuna cosa a questo mondo, ciò che conviene perfettamente in un caso può non convenire in un altro; per di più i consumatori di luce intendono la bontà della lampada ciascuno a modo suo. Per uno è buona la lampada che dura mesi ed anni in servizio, senza richiedere la spesa e la noia del ricambio, e non sospetta di aver sciupato in maggior energia segnata dal contatore somme multiple parecchie volte della spesa richiesta da un ragionevole ricambio. Per un altro utente è buona la lampada che dà tanta luce, cioè si rallegra quando qualche poco onesto rivenditore gli dà una lampadina con indicazioni truccate nel candelaggio o nel voltaggio per modo che una lampada segnata poche candele gli dà tanta luce quanto un piccolo faro.

Un'altro ancora trova buona la lampadina abbagliante, cioè a corpo luminoso concentrato; altri trova migliore la lampada con palloncino molto capace anche per piccole intensità, altri invece preferirebbe palloncini minuscoli anche per forti intensità e ciascuno crede di aver ragione, ma ben pochi si preoccupano di sapere ciò che ogni lampadina può dare e quindi quale lampadina convenga per ogni singolo caso.

La lampadina moderna è essenzialmente un filamento di tungsteno sollecitato caloricamente a mezzo della corrente elettrica.

Come qualsiasi altro corpo naturale comunque sollecitato reagisce alle sollecitazioni con un comportamento suo proprio e presenta dei limiti di resistenza alla sollecitazione.

Per studiare questo comportamento ed i problemi che ne derivano, furono installati importanti laboratori.

Certamente il più grande di tutti è quello della General Electric Co. di New York sito a Schenectady. In esso lavorano più di cento professori e dottori con qualche centinaio di assistenti ed operatori. E' diretto dal Dott. Withney in collaborazione col Dott. Coolidge e col Dott. Langmuir, nomi ben noti nel mondo scientifico. Il laboratorio si occupa anche di altri lavori di fisica, ma la parte lampade ed affini assorbe una gran parte della sua attività. Là dentro anche l'impossibile diventa possibile: dirò ad esempio che si sta sperimentando in questa settimana una valvola ionica, che è fondamentalmente una lampada elettrica con un piccolo filamento di tungsteno di 12 millimetri di diametro e circa 25 centimetri in lunghezza e che deve assorbire la modesta potenza di 1000 kW!

Anche una grande fabbrica europea ha installato recentemente un grandioso laboratorio ove lavorano 40 fisici a studiare soltanto i problemi connessi alla lampadina. Non è il caso che si tenti in questa nota di parlare di tali studi che toccano i problemi più delicati della fisica moderna fino ad arrivare alla costituzione della materia e alla natura delle radiazioni, problemi non accessibili a tutti.

Ma qualunque sia l'essenza del fenomeno, sia poi che il filamento riscaldato trasmetta all'etere delle vibrazioni che si propagano come radiazioni, sia invece che proietti fuori di sé particelle materiali, o particelle costitutive della materia o sistemi planetari di ioni ed elettroni che diano luogo al fenomeno luce, è certo e l'esperienza giornaliera ne persuade, che il fenomeno non può durare eterno, ma dopo un certo periodo di funzionamento il filamento si spezza e se riaccostato si rompe poco dopo in altri punti, cioè è esaurito, la sua struttura molecolare è alterata, il suo peso diminuito del 10 % e più del valore iniziale.

Anche i profani possono intuire che a questo esaurimento deve arrivare più presto un filamento con molta superficie emittente in confronto della massa totale sollecitata che non nel caso di molta massa con poca superficie, cioè a parità di regime di emissione deve esaurirsi prima un filamento sottile che non uno grosso. O in altre parole che è impossibile allo stesso regime e per uno stesso voltaggio avere uguale durata per lampade di piccola e grande intensità e neppure per la stessa intensità un ugual regime per diversi voltaggi.

Ed in pratica infatti le fabbriche di lampade adottano consumi specifici e meglio si dovrebbe dire emissioni specifiche diverse per i diversi tipi di lampade avendo di mira di ottenere per tutte una uniforme durata o vita, per es. 1000 ore.

E' consuetudinario che la marcatura delle lampade come ancora è praticata da noi in volt e candele vuol dire che la lampadina accesa alla tensione segnata darà una luce di intensità uguale alle candele segnate e sarà ad un regime tale che durerà all'incirca 1000 ore.

Ma dobbiamo subito notare che il sistema della marcatura in volt e candele che dura da oltre 40 anni è troppo impreciso tanto che negli Stati Uniti ove aveva preso inizio, col progredire della industria lampade venne già mutato due volte.

Già il vocabolo candela richiede d'essere precisato; se si tratta di candele Hefner o candele internazionali, le due unità si dividono ora il campo, per tacere delle numerose altre candele passate alla storia.

Ancora l'indicazione di un'intensità luminosa richiede di precisare in quale direzione debba essere misurata. Se ponete mente alla distribuzione del filamento luminoso in una lampada, rilevate tosto che in diverse direzioni ne vedete una maggior o minor estensione, cosicchè una usuale lampada a filamento a zig-zag disposto su un arcolaio, che dà 16 candele in un piano perpendicolare all'asse della lampada ne dà solo 4 nella direzione dell'asse della parte della punta. Da tempo quindi parve più logico indicare la intensità media sferica, che è anche facilmente misurabile coi fotometri sferici. Tale notazione negli Stati Uniti venne adottata nel maggio 1917. Ma ancora l'intensità in candele sferiche lasciava dei dubbi sulla unità di candela scelta. Infine col maggio 1921 sempre negli Stati Uniti venne universalmente adottata la indicazione in lumen per watt e la marcatura in volt e watt.

Tale marcatura dovrebbe essere adottata anche da noi.

Il riferimento ai lumen che per definizione sono legati alle candele internazionali toglie ogni dubbio. Per di più il conoscere il flusso utile luminoso emesso dalla lampadina è una grande semplificazione per la scelta del tipo e del quantitativo di lampade occorrenti per ottenere un certo effetto luminoso in un dato ambiente od in un dato punto di esso. E' intuitivo che il flusso totale di lumen di una lampadina può essere uniformemente diffuso oppure raccolto in un piccolo angolo solido e proiettato in una direzione, come nel caso dei fari d'automobile.

Comunque però la lampada sia contrassegnata e qualunque sia la quantità di luce, il regime e la durata che tale marcatura promette o sotto intende, è evidente che non si potranno ottenere in pratica che accendendo la lampadina alla tensione segnata.

Ad ogni variazione della tensione a cui è sottoposta la lampadina corrisponde una variazione quasi proporzionale della energia assorbita, ma anche una variazione assai più importante del flusso luminoso emesso e di conseguenza una grande variazione nel rendimento luminoso, o consumo specifico, e nella durata.

L'arbitro quindi del comportamento pratico della lampadina non è il fabbricante, ma il distributore di energia; se questo non dà sulle sue reti la tensione indicata dal fabbricante, le altre indicazioni di intensità luminosa, di consumo specifico, di durata indicate o garantite dal fabbricante, non hanno più senso.

Per dare un esempio pratico ricorderò che per una lampada di tipo usuale accesa ad una tensione del 110 % di quella segnata, il flusso luminoso aumenta del 38 %, la durata diminuisce del 16.5 %. Purtroppo in Italia il 10 % di variazione intorno alla tensione ufficialmente dichiarata non spaventa, date le condizioni anormali in cui per fatto della guerra e delle sue conseguenze si trovarono le aziende elettriche obbligate a sopportare sulle reti carichi superiori ai previsti ed a dover scambiare energia con altre reti od attingerla a sorgenti lontane.

Ebbene vediamo come si comporterà una lampadina su una rete che in certe ore abbia una tensione del 10 % superiore al normale, e per semplificare supponiamo che il servizio di illuminazione duri 10 ore giornaliere di cui 5 vengano a trovarsi con tensione normale e 5 con tensione sopraelevata. Una lampada fabbricata per dare 100 lumen alla tensione normale ad un regime di 8 lumen per watt e che durerebbe circa 1000 ore, ossia dovrebbe restare in servizio per 100 giorni, sulla nostra rete non durerà che 44 giorni o 445 ore durante le quali avrà emesso 53.000 lumen-ora anzichè 100.000 con un consumo totale di 6 kWh anzichè 12,5 kWh. Ai prezzi medi correnti per le lampade e per l'energia la spesa sarà aumentata pel consumatore di 1.6 centesimi per ora a 2.14, ossia in via assoluta sarà aumentata del 30 %. In via relativa tenuto conto della maggior luce avuta, l'aumento di spesa si ridurrebbe al 12 %, ma bisogna notare che se i 100 lumen emessi a tensione

normale erano sufficienti durante 5 ore giornaliere i 38 lumen in più emessi nelle ore di sopraelevazione rappresentano probabilmente uno spreco non voluto.

Nella pratica corrente poi è ben difficile si presentino casi come quello da noi preso ad esempio; le variazioni di tensione non seguono un andamento regolare, nè sono uguali per tutti i punti di una rete, e la durata di accensione delle lampade non ha sempre un preciso orario, per modo che è quasi impossibile predeterminare quale comportamento avrà in pratica una lampadina di cui il fabbricante ha garantito certe caratteristiche per una certa tensione.

In questo penoso stato di incertezza, che colpisce specialmente il mercato italiano, unica guida empirica pel fabbricante nella scelta dei regimi per vari tipi, è per così dire l'eco dei consumatori; quando questi si lamentavano genericamente che le lampade duravano poco, il fabbricante adottava consumi specifici un po' superiori finchè il consumatore parve soddisfatto in generale della durata media, ottenuta attraverso periodi di spreco di energia e periodi di spreco di luce. Sprechi che come abbiamo visto possono facilmente superare il 30 % in confronto dei risultati ottenibili con una tensione costante.

L'aver dovuto seguire le necessità del nostro mercato anormale si rileva assai chiaramente nella seguente tabella delle caratteristiche dei principali tipi di lampade per una tensione delle più comuni, 100-115 V adottate in Italia e negli Stati Uniti.

| Tipi correnti di lampade in Italia a 110 V | Corrispondenti tipi usati negli Stati Uniti | Consumo specifico in Watt per candela | Emissione specifica in lumen per Watt | Media dei lumen per Watt per una vita di 500 ore | Qualità relativa. Ore di vita a 10 lumen per Watt in media |
|--|---|---------------------------------------|---------------------------------------|--|--|
| Lampade nel vuoto | | | | | |
| 5 candele | 10 Watt | 1.35 | 6.7 | | |
| 10 " | 15 " | 1.2 | 8.2 | 8.73 | 190 |
| 16 " | 25 " | 1.11 | 7.6 | 9.16 | 275 |
| 25 " | 40 " | 1.11 | 8.7 | 9.56 | 375 |
| 32 " | 50 " | 1.11 | 8.1 | 9.98 | 485 |
| 50 " | 60 " | 1.11 | 9.5 | 9.84 | 440 |
| | | | 8.1 | | |
| | | | 10.1 | | |
| | | | 10.2 | | |
| | | | 8.1 | | |
| | | | 10.2 | 9.61 | 370 |
| Lampade nel gas | | | | | |
| 25 Watt | | 1.30 | 6.8 | | |
| 40 " | | 1.01 | 8.6 | | |
| 60 " | | 0.85 | 10.3 | | |
| 75 " | | 0.8 | 10.8 | | |
| | 75 " | | 11.8 | 11.9 | 1600 |
| 100 " | 100 " | 0.7 | 12.5 | 13 | 2950 |
| 150 " | 150 " | 0.65 | 12.9 | 14.3 | 5400 |
| 200 " | 200 " | 0.6 | 13.4 | 15.4 | 9100 |
| 300 " | 300 " | 0.58 | 14.3 | 16.6 | 15200 |
| 500 " | 500 " | 0.55 | 14.5 | 18.1 | 26400 |
| 750 " | 750 " | 0.5 | 15.3 | 18 | 25300 |
| 1000 " | 1000 " | 0.5 | 16 | 18.8 | 35900 |
| | | | 16.5 | | |
| | | | 17.5 | | |
| | | | 18.1 | | |
| | | | 17.5 | | |
| | | | 20 | | |

Si rileva dalla tabella che la taratura commerciale per le lampade a vuoto in Europa segna consumi specifici superiori quasi del 20 % a quelli adottati in America.

Questo non vuol dire che le lampade europee sieno di qualità inferiore a quelle americane o che fabbricate per regime meno spinto esse costino meno e diano quindi maggior utile ai fabbricanti. No, vuol dire solo che essendo meno spinte possono fornire una durata media di circa 1000 ore anche su reti a tensione non bene regolata in limiti ragionevoli. Le lampade europee provate nei laboratori americani forniscono durate di 2000 e più ore e gli americani si stupiscono che in Europa si possa trovare economica una così lunga durata mentre essi trovano già eccessiva la durata di 1000 ore e consigliano ai consumatori di limitarla a 500 ore, anzi pubblicano le tabelle di ragguaglio che indicano quale maggior emissione media si potrebbe ottenere durante la vita della lampada limitata a 500

ore. Tali regimi di lumen per watt medii per 500 ore (corrispondenti ad un regime iniziale di circa 11 % più spinto) sono segnati nella penultima colonna della precedente tabella. La tabella stessa porta un'ultima colonna che dà la durata in ore per un regime medio di 10 lumen per watt per qualsiasi tipo e serve a dare un'idea della qualità relativa cioè del comportamento dei vari tipi, tutti provati sotto la stessa sollecitazione. La durata varia da 190 ore a 35.000: per le lampade a vuoto si rileva che il tipo che dà il maggior rendimento è quello di 40 watt.

Si ricordi sempre che la durata indicata si riferisce a prove eseguite a tensione regolata ad un quarto di uno per cento sopra o sotto il valore nominale.

Per determinare il regime che convenga scegliere sia per la considerazione di risparmiare piuttosto sull'energia che sul ricambio lampade, quando la tensione delle reti è ben regolata, oppure per ottenere una durata abbastanza lunga su reti a tensione variabile è evidente che occorre la conoscenza dei risultati relativi ottenibili a diversi regimi, e che sieno ben determinate le norme di collaudo delle lampadine. Quando il consumatore fosse convinto che la lampadina acquistata dà effettivamente tutto quanto può dare nelle condizioni attuali dell'industria, e malgrado ciò, rilevasse che la durata pratica di essa nel suo impianto è troppo breve, per modo che il ricambio grava di più di quanto dovrebbe, si persuaderebbe che il difetto va ricercato nella tensione applicata e non nella lampada e si preoccuperebbe di avere una tensione ben regolata.

E' quindi da augurarsi che in un tempo prossimo la A.E.I. concreti uno schema di capitolato d'onori per la fornitura di lampadine, a cui si faccia riferimento nelle contrattazioni correnti in mancanza di altri accordi stipulati caso per caso fra venditore e compratore. Tale capitolato dovrebbe trattare estesamente tutta la complessa materia, definendo il tipo di lampada, le modalità delle prove di collaudo, le unità ed i campioni elettrici e fotometrici, i requisiti anche esteriori delle lampade, come vanno esaminate, come scelti i campioni per le prove di taratura e di durata, quali le tolleranze nella taratura iniziale, quali i rapporti tra la durata prevista ad una certa tensione, e quelli alla tensione di prova, come si debbano poi interpretare i dati delle prove, e quali manchevolezze diano luogo a rifiuto delle lampade.

Certo che qualora tali norme accuratamente studiate anche in riguardo alle speciali condizioni del mercato italiano venissero sottintese in ogni contratto di fornitura lampade o meglio fossero trascritte in testa ad ogni contratto, e qualora in pari tempo sorgessero dei seri laboratori di prove sul tipo dei testing bureaux americani, o quanto meno i laboratori degli Istituti scientifici si assumessero di fare spedatamente e correntemente tali prove, un grande passo avanti sarebbe realizzato nella tecnica della illuminazione.

I consumatori, conoscendo le esigenze di un buon servizio sarebbero i migliori alleati dei fabbricanti nel combattere, per la regolazione delle tensioni, problema che sembra spaventare i distributori, ma dalla risoluzione del quale essi per i primi ricaverrebbero notevoli vantaggi.

Nel redigere le invocate norme, la A.E.I. ed il Comitato della illuminazione potrebbero grandemente giovare dell'enorme lavoro già fatto in America su tale soggetto.

Infatti già fino dal 1907 negli Stati Uniti il « Bureau of standard » ed il « Testing Bureau » si accordarono su uno schema di capitolato di oneri, che allora riguardava le lampade a carbone e che successivamente venne modificato nel 1908, 1909, 1910, introducendovi le norme per le lampade a tungsteno.

Vennero poi introdotte nuove varianti nel 1913, 15, 17, 21, 22 per seguire i progressi della tecnica. L'ultima edizione approvata ed adottata dal « Federal Specification Board » porta la data del 6-2-23, e si può considerare come un testo definitivo che non subirà modificazioni importanti a meno che l'industria lampade abbia a fare ulteriori progressi non prevedibili per ora.

Siccome il complesso delle norme sopra accennato è integralmente riportata nel Capitolato d'onori del Governo degli Stati Uniti credo far cosa utile e gradita ai Colleghi facendo seguire la traduzione di tale Capitolato, ogni capoverso del quale meriterebbe un ampio commento per indicarne la genesi e gli scopi.

Tale discussione troverà il suo campo naturale in seno alle commissioni che dovranno studiare la redazione del Capitolato italiano tipo.

Avverto che nel Capitolato Americano sono chiamate

« Large Lamps » le lampade di tipi correnti in opposizione a « miniature Lamp ». Mancando in italiano una parola più adatta « large » venne tradotto per « tipi correnti ».

Questo Capitolato è già stato adottato in varie altre Nazioni.

* *

CAPITOLATO D'ONERI

Specificazioni per tipi correnti di lampade elettriche ad incandescenza a filamento di tungsteno.

Queste specificazioni descrivono dettagliatamente le prove ed i metodi che debbono essere impiegati per una determinazione scientifica della qualità intrinseca delle lampade elettriche ad incandescenza di tipo corrente a filamento di tungsteno e consistono nelle seguenti parti:

PARTE 1. — *Specificazioni generali.*

PARTE 2. — *Specificazioni per le prove.*

PARTE 3. — *Tabelle delle tolleranze e dati di paragone.*

Queste specificazioni, quando sono accompagnate dalle tabelle conosciute sotto il nome di « tabelle del fabbricante », determinano le condizioni di accettazione delle lampade di tipo corrente che devono essere fornite in base al contratto in data tra di (che verrà qui in seguito chiamato compratore) e la Ditta di (che verrà qui in seguito chiamato Fabbricante) il quale contratto può essere annullato senza ulteriori prove qualora si prelevi (tra il lotto di lampade sottoposto dal fabbricante per l'accettazione), per eseguire la prova di comportamento delle lampade durante la loro vita un quantitativo tale di lampade, il cui valore sia superiore al 25 % del valore del contratto in questione (tale quantitativo prelevato essendo però almeno di 50 lampade; e qualora tali lampade non soddisfino alle clausole (i) (m) o (p) delle « Prove di comportamento delle lampade durante la loro vita ».

Edison è la marca di fabbrica applicata a quelle lampade elettriche ad incandescenza nella costruzione delle quali il fabbricante riceve il beneficio, l'aiuto e i risultati delle ricerche sperimentali dei laboratori scientifici di Schenectady. Il filamento delle lampade « Edison » B funziona nel vuoto. Il filamento delle lampade « Edison » C funziona in un gas inerte.

PARTE I. — Specificazioni generali.

1. - Condizioni generali.

Le lampade ad incandescenza da fornirsi in base a queste specificazioni devono essere lampade nuove.

Le clausole complete di queste specificazioni dovranno applicarsi solamente alle lampade esplicitamente elencate nelle tabelle delle tolleranze e dati di paragone, e a nessuna altra lampada, ad eccezione di eventuali mutui accordi scritti.

Queste specificazioni non si applicano ad alcuna lampada smerigliata, smaltata, colorata o ad altre lampade che non siano lampade correnti coi soliti palloncini di vetro chiaro, a meno che si tratti di tipi di lampade incluse esplicitamente nelle suddette lampade correnti a vetro chiaro in seguito ad un mutuo accordo scritto.

Queste specificazioni per quanto si riferiscono solo alle caratteristiche meccaniche fisiche si applicano ad ogni lampada a filamento di tungsteno regolarmente specificata nelle tabelle correnti del fabbricante.

Tutte le prove devono essere fatte con buone norme tecniche a spese del Compratore, eccetto quando prove iniziali ed ispezioni sono fatte in Fabbrica, nel qual caso il Fabbricante dovrà fornire gli apparecchi necessari, l'aiuto, la corrente elettrica e le facilitazioni per fare tali prove ed ispezioni iniziali. Il Fabbricante avrà il diritto di assistere a verificare tutte le prove delle sue lampade fatte in base a quanto è qui riferito ed avrà anche il diritto di farsi rilasciare copie dei risultati delle sue lampade o di poter esaminare i risultati di tali prove in qualsiasi tempo gli convenga. Informazioni immediate dei risultati delle prove delle lampade verranno comunicate al fabbricante.

Tutte le lampade che verranno poste in servizio verranno considerate come accettate.

2. - Definizioni e campioni.

a) *Unità di misura elettrica.* — I valori delle unità elettriche in queste specificazioni sono unità internazionali che sono in vigore sin dal 1° Gennaio 1911, come è certificato dal Bureau of Standards di Washington D. C.

b) *Unità di intensità di luce.* — L'unità di intensità di luce è la candela internazionale, come è conservata dal Bureau of Standards di Washington D. C.

c) *Misure fotometriche.* — La base delle misure fotometriche per tutte le lampade è il flusso totale espresso in lumen, qualora lo si desideri si può usare l'equivalente intensità luminosa espressa in candele sferiche. Le misure fotometriche di lampade a filamento di tungsteno nel vuoto possono essere ottenute, qualora lo sia desiderato, dalle misure della media delle candele orizzontali corrette al

valor medio delle candele sferiche usando i fattori di riduzione sferica iniziale dati nelle tabelle del fabbricante o come determinate dal Bureau of Standards. Si devono ammettere tolleranze per quei cambiamenti che possono avvenire nei fattori di riduzione sferica durante le prove di comportamento durante la vita di tutte le lampade.

Per lampade aventi filamenti i quali danno un rapporto iniziale tra le candele medie sferiche e le candele orizzontali diverso dal valore indicato nelle tabelle, le misure delle candele orizzontali devono essere correte mediante un fattore di riduzione iniziale determinato dal Bureau of Standards o da altro ente scelto di comune accordo.

d) *Lampade correnti.* — Le lampade sono classificate in due categorie: correnti e miniatura. «Lampade correnti» indica nel senso ampio della parola lampade che sono regolarmente provviste di virole che non sono virole miniatura. Tutte le lampade di cui si fa cenno in queste specificazioni sono lampade correnti.

e) *Tipo.* — La parola «tipo» viene usata per distinguere lampade le quali differiscono nella costruzione generale oppure sono costruite per differenti categorie di servizio.

f) *Potenza (size) della lampada.* — La potenza delle lampade ad incandescenza è espressa dalla taratura in watt o in lumen.

g) *Formato e dimensioni del palloncino.* — La forma di un palloncino è indicata per mezzo di una lettera: S significa palloncino a profilo diritto; G significa palloncino sferico; PS significa palloncino a pera; T palloncino tubolare. Le dimensioni del palloncino sono espresse da un numero il quale definisce il diametro maggiore in ottavi di pollice.

h) *Virole.* — Ci sono cinque varietà di virole: virola miniatura a vite, virola a candelabro a vite, virola a baionetta, virola a vite media, virola a vite mogul. Le virole a vite media e mogul sono le uniche a cui si riferiscono queste specificazioni.

i) *Volt e ampere di taratura.* — I volt o gli ampere di taratura di una lampada sono i volt e gli ampere per i quali la lampada è stata costruita come è indicato sulla marcatura.

j) *Lampade regolari.* — Le lampade regolari sono quelle la cui costruzione è conforme a quella considerata come standard e come tali indicate dal fabbricante. Queste specificazioni si riferiscono solo a lampade regolari correnti.

PARTE II. — Specificazioni per la prova.

1. - Prova d'ispezione meccanica e fisica.

a) *Scelta delle lampade per la prova d'ispezione meccanica e fisica.* — Dai pacchi di lampade di un dato tipo, potenza e tensione offerti per l'accettazione di volta in volta l'ispettore sceglierà come lotto di lampade da ispezionare alcuni pacchi e da essi preleverà a caso il quantitativo di lampade che debbono subire la prova per la determinazione delle caratteristiche meccaniche e fisiche, come indicato al paragrafo b).

Il fabbricante può presentare per l'ispezione meccanica e fisica lampade che non sono state tenute accese sufficientemente o stagionate allo scopo di raggiungere valori stabili di watt e di lumen.

b) *Quantità per la prova.* — La quantità di lampade per la prova deve consistere in non meno del 5 per cento per ogni lotto di lampade da ispezionare ed in nessun caso deve essere inferiore a 10 lampade.

Le lampade scelte in tal modo verranno definite come lampade per la prova d'ispezione.

Le lampade per la prova d'ispezione saranno scelte proporzionalmente dai diversi pacchi.

c) *Palloncini.* — I palloncini devono essere uniformi nel formato e dimensioni, chiari, puliti ed esenti da ogni falla o difetto detrimento al servizio.

d) *Virole.* — A meno che sia diversamente specificato tutte le lampade devono essere provviste con virole a tenuta di umidità del tipo a vite medio o mogul, e quando le virole abbiano le falde allungate queste debbono essere isolate dalla avvitatura. Le virole devono essere fissate saldamente e accuratamente ai palloncini a mezzo di cemento a tenuta di umidità. I rivestimenti e le falde delle virole debbono essere di ottone di buona qualità.

e) *Filamenti.* — I filamenti debbono essere uniformi ed esenti da imperfezioni, macchie e scoloriture che possono essere di detrimento al funzionamento.

f) *Reofori.* — I reofori debbono essere attaccati saldamente alle estremità dei filamenti e debbono essere fissati bene senza eccesso di saldatura ai terminali delle virole che fanno contatto col portallampade. La filettatura della virola deve essere esente da saldatura.

g) *Generalità.* — Le lampade devono essere fabbricate bene ed esenti da difetti ed imperfezioni i quali possono pregiudicare un buon servizio d'illuminazione.

Tutte le lampade debbono essere conformi ai tipi correnti del fabbricante per forme e dimensioni del palloncino e forme del filamento.

h) *Marcatura.* — Una o più marcature le quali pongano in evidenza i dati di taratura ed il nome del fabbricante o la marca di fabbrica debbono essere poste sul palloncino o sulla virola di ogni lampada. Le marcature sulle lampade debbono indicare i watt e i volt di taratura (o il voltaggio del circuito sul quale un determinato numero di lampade debbono funzionare in serie) o i lumen e gli ampere di taratura.

i) *Rifiuto per difetti fisici e meccanici.* — Le lampade per la prova d'ispezione debbono essere ispezionate per i difetti fisici. Nel caso in cui la prova d'ispezione è fatta alla fabbrica, se il 20 % o più delle lampade provate mostrano difetti fisici che non siano compatibili con una buona lavorazione, un buon servizio o con qualunque altra clausola di queste specificazioni, il lotto particolare che fu così ispezionato e da cui fu prelevata la quantità di lampade per la prova può essere rifiutato senza ulteriori prove.

Se la prova di ispezione è fatta fuori dalla fabbrica la percentuale delle lampade difettose per poter rifiutare il lotto deve essere del 30 per cento.

j) *Rifiuto per difetti di maggiore entità.* — Anche quando vengono ispezionate in tal modo, se il numero delle lampade provate e che non funzionano o che darebbero senza alcun dubbio un cattivo funzionamento (difetti tali da essere riconosciuti da ambo le parti d'accordo) supera il numero delle lampade indicate qui sotto in corrispondenza al numero delle lampade provate, il lotto che fu così ispezionato e dal quale le lampade di prova furono scelte, può essere rifiutato senza ulteriore prova.

| Numero totale delle lampade di prova ispezionate | Numero di lampade aventi difetti vitali necessari per il rifiuto (vedi 1 (j) più sopra) | |
|--|---|---|
| | Quando la prova d'ispezione è fatta in fabbrica | Quando la prova d'ispezione è fatta altrove |
| Oltre 403 . . . | Oltre il 3 % del numero ispezionato | Oltre il 5 % del numero ispezionato |
| 400-301 . . . | Oltre 10 lampade | Oltre 20 lampade |
| 300-201 . . . | Oltre 7 lampade | Oltre 14 lampade |
| 200-101 . . . | Oltre 5 lampade | Oltre 10 lampade |
| 100-51 . . . | Oltre 3 lampade | Oltre 6 lampade |
| 50 e meno . . . | Oltre 2 lampade | Oltre 4 lampade |

2. - Prova delle caratteristiche iniziali.

a) *Selezione delle lampade per la prova delle caratteristiche iniziali.* — Dai pacchi di lampade di un dato tipo, potenza e voltaggio sottoposti dal fabbricante per l'accettazione, l'ispettore sceglierà come lotto di lampade da ispezionare alcuni pacchi e da essi preleverà il quantitativo di lampade per la prova delle caratteristiche iniziali. oppure la prova può essere fatta sulle stesse lampade che furono scelte in precedenza per la prova d'ispezione meccanica e fisica. Per la prova delle caratteristiche iniziali possono essere presentate delle lampade che non sono state sufficientemente accese o stagionate per raggiungere valori stabili di watt e di lumen, ma tali lampade allorché vengono prelevate per la prova delle caratteristiche iniziali devono essere stagionate opportunamente.

b) *Quantità per la prova.* — La quantità per la prova deve consistere di non meno del 5 per cento per ogni lotto di lampade da ispezionare ed in nessun caso deve essere inferiore a 10 lampade. Le lampade così scelte saranno definite come lampade per la prova delle caratteristiche. Le lampade per la prova delle caratteristiche saranno scelte proporzionalmente dai diversi pacchi.

c) *Rifiuto per taratura difettosa.* — Le lampade devono essere provate al voltaggio, amperaggio o lumen di taratura come indicato nelle tabelle delle tolleranze. Quando la prova è fatta alla fabbrica, ogni lotto può essere rifiutato senza ulteriore prova nel caso in cui il 20 per cento o più delle lampade provate differisca dalle caratteristiche iniziali specificate dal costruttore più di quanto indicato nella colonna delle tolleranze delle caratteristiche iniziali elencate nelle tabelle delle tolleranze.

Quando le lampade sono provate fuori dalla fabbrica la percentuale richiesta per il rifiuto deve essere del 30 per cento.

d) *Cambiamenti nel rendimento.* — Allo scopo di mantenere la durata per la quale la lampada fu calcolata al valore indicato nelle tabelle del fabbricante, i lumen iniziali per watt (e conseguentemente in proporzione i lumen medi per watt) di ogni lampada possono essere cambiati dietro avviso del fabbricante ma non possono essere diminuiti più del quattro per cento. La tolleranza sulle caratteristiche iniziali si dovrà applicare alle lampade tarate in base ai nuovi modificati lumen per watt.

3. - Prova del comportamento delle lampade durante la loro vita.

a) *Selezione e quantità di prova delle lampade per la prova del comportamento delle lampade durante la loro vita.* — Allo scopo di scegliere le lampade per la prova del comportamento delle lampade stesse durante la loro vita, i pacchi contenenti meno di 100 lampade di ogni tipo potenza e voltaggio possono essere raggruppati in modo da raggiungere un quantitativo non superiore a 250 lampade, e per tali prove questi gruppi verranno chiamati pacchi-gruppo.

Nel caso in cui il lotto di lampade di un dato tipo, potenza e voltaggio sottoposte per l'accettazione consista di 1000 lampade o meno, si dovranno prelevare dalle lampade scelte in precedenza per la prova delle caratteristiche iniziali, quelle lampade per le quali si trovò a tale prova che le caratteristiche iniziali più si approssimano a quelle per cui furono calcolate (cioè ai dati di lumen, watt, indicati sulla lampada stessa). Il quantitativo di lampade da scegliersi per la prova di comportamento delle lampade durante la loro vita è in ragione di una lampada ogni pacco di 100 lampade ogni pacco-gruppo, come sopra fu definito.

Le lampade così scelte saranno definite come lampade per la prova di durata. Se il lotto delle lampade eccede il migliaio, le lampade per la prova di durata saranno scelte per il primo migliaio come sopra indicato e per le susseguenti 500 (o frazioni) rappresentanti l'eccedenza sulle 1000, dovrà essere scelto nello stesso modo un'addizionale lampada di prova tra le lampade che furono scelte in precedenza per la prova delle caratteristiche iniziali. Da ogni pacco o pacco-gruppo non si dovrà scegliere più di una lampada per le prove di durata, ad eccezione di una seconda lampada o duplicato che può essere tenuta di riserva per rimpiazzare la lampada della prova di durata, in caso di rottura accidentale o danneggiamento durante la prova.

b) *Voltaggi per la prova di durata.* — Le lampade per la prova di durata dovranno essere fatte funzionare su un quadro di prova al voltaggio (od ampere) corrispondenti a:

Lumen iniziali di taratura per watt come indicati nelle tabelle del fabbricante, oppure, lumen iniziali di prova per watt come indicate nelle tabelle di paragone, oppure ad ogni rendimento stabilito di comune accordo.

c) *Regolazione della tensione.* — Durante la prova si devono avere accurate indicazioni di un voltmetro registratore per indicare la variazione della tensione sul circuito.

Le variazioni della tensione non devono eccedere un quarto di un per cento sopra e sotto il voltaggio di prova.

d) *Durata della lampada.* — La durata della lampada è data dal numero delle ore che la lampada impiega a bruciare.

Le lampade rotte nel maneggiarle o quando non siano sotto corrente non devono essere computate per ridurre la durata media della lampada.

Nel caso in cui lampade per la prova di durata (e i loro duplicati) siano rotte o danneggiate prima che la prova sia ultimata, la durata media di tutte le lampade dello stesso tipo e voltaggio provate in base allo stesso contratto dovrà essere assegnata al pacco od al gruppo di pacchi rappresentati da tali lampade di prova di durata rotte o danneggiate.

Ogni lampada la quale mostri una diminuzione relativamente repentina e forte nell'intensità luminosa si deve considerare come avvenuta terminata la sua durata quando l'emissione di luce diminuisce del 60 per cento dell'iniziale.

e) *Giudizi per la qualità intrinseca.* — Il giudizio della qualità intrinseca di un gruppo di lampade è dato dal numero di ore di durata sino all'esaurimento, come determinato in conformità a queste specificazioni, in relazione a qualsiasi convenuto valore medio dei lumen per watt durante la durata della lampada. I criteri di giudizio per le lampade più comunemente usate sono indicati nelle tabelle delle tolleranze e dei giudizi.

Allo scopo di paragonare lotti diversi di lampade, i lumen per watt normali sono indicati nelle tabelle di paragone. I rendimenti standard a scopo di paragone furono originariamente (1920) basati su una durata media di 500 ore di prova.

f) *Correzioni per la durata.* — Tutte le correzioni per la durata da un rendimento ad un altro debbono essere fatte in conformità alle relazioni esistenti fra durata e rendimento stabilite di comune accordo o come determinate dal bureau of Standards of Washington D. C.

g) *Garanzia sulla qualità intrinseca.* — Le lampade fornite in base a queste specificazioni sono garantite per una durata media sino all'esaurimento come determinata in conformità a queste specificazioni, non inferiore della durata totale indicata nelle tabelle del fabbricante (come modificato dalla tolleranza sulla durata paragrafo (i) articolo 3. - Prove di comportamento durante la vita in base al valore dei lumen medii per watt indicati nelle tabelle del fabbricante (o come può essere modificato dall'articolo 2 - prova delle caratteristiche iniziali, paragrafo (d) cambiamenti nel rendimento).

La conformità di un gruppo di lampade con la qualità intrinseca garantita è determinata correggendo la durata media del gruppo dal valor medio del rendimento al quale le lampade funzionarono durante la prova di comportamento durante la loro vita al valor medio del rendimento su cui è basata la durata garantita.

h) *Metodo di calcolo.* — Le singole lampade devono essere provate a voltaggio (o corrente) corrispondente ad eguali rendimenti iniziali e verrà determinato il numero medio di ore di durata sino all'esaurimento per il gruppo di lampade. Il rendimento medio durante la durata di un gruppo di lampade sarà determinato come quoziente del numero totale di lumen-ora e watt-ora del gruppo quando esso venga così provato. La durata media ottenuta alla prova sarà corretta dal rendimento medio computato durante la vita ai lumen medii per watt indicati nelle tabelle del costruttore.

L'aver ottenuto il rendimento medio come quoziente indicato nel precedente paragrafo è identico come aver determinato il rendimento medio come media dei rendimenti medii durante la durata delle singole lampade; il rendimento medio di ogni lampada essendo pesato in proporzione alla durata della lampada.

i) *Rifiuto per mancanza di conformità alla qualità intrinseca garantita.* — Può essere rifiutato ogni gruppo di lampade purché tale gruppo sia rappresentato almeno da cinque lampade nella prova di comportamento durante la vita nel caso che le ore di durata media del gruppo, corrette al valore dei lumen medii per watt durante la vita come indicato nelle tabelle del fabbricante [modificato dall'art. 2, prova delle caratteristiche iniziali, paragrafo (d) cambiamenti nel rendimento] sieno inferiori alle ore di durata, garantita di un valore

maggiore della tolleranza ammessa sulla durata, qui sotto indicata in relazione al numero di lampade provate.

Tolleranze durata (Vedi nota).

| Numero lampade provate | Variazione percentuale accordata dalla durata garantita | Numero lampade provate | Variazione percentuale accordata dalla durata garantita |
|------------------------|---|------------------------|---|
| 250 e oltre | 5 | 17-16 | 14 |
| 249-100 | 6 | 15-14 | 15 |
| 99-55 | 7 | 13-12 | 16 |
| 54-45 | 8 | 11 | 17 |
| 44-35 | 9 | 10 | 18 |
| 34-30 | 10 | 9 | 19 |
| 29-25 | 11 | 8 | 20 |
| 24-20 | 12 | 7 | 21 |
| 19-18 | 13 | 6 | 23 |
| | | 5 | 25 |

Nota. — A causa delle variazioni naturali ed intrinseche nel comportamento di ogni singola lampada presa individualmente i risultati medii di prove fatte su un piccolo numero di campioni non possono considerarsi come indici assolutamente veritieri dei valori medii di un grosso quantitativo di lampade da cui i campioni di prove furono prelevati. Le tavole delle tolleranze ammesse sulla durata sono state compilate in conformità al grado di accuratezza riscontrata nei metodi usati per la prova delle lampade in base alle variazioni riscontrate in numerose prove nel comportamento delle lampade.

j) *Misura dei lumen.* — Le lampade per la prova di durata debbono essere controllate per la misura dei lumen e ampere (o volt) al voltaggio (o amperaggio) di marcatura ad intervalli ragionevoli durante la prova.

k) *Determinazione del mantenimento dei lumen.* — La misura del mantenimento dei lumen per ogni singola lampada dovrà essere il valore medio dei lumen durante la prova espresso come la percentuale dei lumen iniziali. La misura del mantenimento dei lumen per un gruppo di lampade deve essere il valor medio dei lumen espresso in percento di valor medio dei lumen iniziali e sarà determinato facendo le medie delle suddette percentuali per le singole lampade, la percentuale di ogni singola lampada essendo pesata in proporzione alla durata della lampada. Un metodo semplice e pratico di determinare i lumen medii in percento dei lumen medii iniziali per un gruppo di lampade è di prender la media con egual peso, di tutte le letture fatte sulle singole lampade e rappresentanti intervalli successivi ed eguali di prove. Un grado sufficiente di esattezza si otterrà se le letture sono prese sulle singole lampade che restano in funzione ad intervalli corrispondenti al 20, 60 e 100 per cento della durata media prevista e dopo di ciò ad intervalli eguali e successivi del 40 per cento della durata media prevista.

l) *Garanzie sul mantenimento dei lumen.* — Il mantenimento garantito dei lumen di un gruppo di lampade è espresso dai lumen medii in percento dei lumen medii iniziali indicati nelle tabelle del fabbricante, fatta eccezione per quanto modificato dalle tolleranze del paragrafo (m).

m) *Rifiuto perchè la garanzia del mantenimento dei lumen non è soddisfatta.* — Quando le lampade siano provate in conformità alle suesposte specificazioni di prova ogni gruppo di lampade può essere rifiutato, purché tale gruppo sia rappresentato nelle prove di durata da almeno cinque lampade, nel caso che i lumen medii, espressi in percento dei lumen medii iniziali, calcolati come sopra, sieno inferiori alla percentuale specificata nelle tabelle del fabbricante, di una quantità superiore alla tolleranza qui sotto specificata relativa al numero di lampade provate.

Tolleranze mantenimento lumen.

| Numero delle lampade provate | Variazione accordata in percento lumen medii dei lumen medii iniziali |
|------------------------------|---|
| 100 ed oltre | 1 |
| 99-25 | 2 |
| 24-10 | 3 |
| 9-5 | 4 |

n) *Durata garantita.* — Oltre alla conformità, alle garanzie di qualità sopra indicate, le lampade fornite in base a queste specificazioni, vengono garantite per una durata media totale non inferiore della totale indicata nelle tabelle del fabbricante (come modificato dalla tolleranza nella durata paragrafo (i), articolo 3 - Prova di comportamento durante la vita) quando vengono provate o corrette, al valore dei lumen iniziali di taratura per watt come indicati nelle tabelle del fabbricante (o come possono essere modificati dall'art. 2, Prova delle caratteristiche iniziali paragrafo (d) cambiamenti nel rendimento).

o) *Metodo di calcolo.* — Le singole lampade debbono essere provate a voltaggio (o corrente) corrispondenti ad egual rendimento

e il numero medio delle ore sino all'esaurimento deve essere calcolato per il gruppo di lampade. La durata media ottenuta nella prova deve essere corretta dal valore iniziale del rendimento adottato nella prova al valore dei lumen iniziali di taratura per watt indicati nella tabella del fabbricante.

p) *Rifiuto per deficienza di durata.* — Può essere rifiutato ogni gruppo di lampade, purchè tale gruppo sia rappresentato nella prova di comportamento durante la vita da almeno cinque lampade e purchè la durata media del gruppo corretta al valore dei lumen iniziali di taratura per watt, indicati nelle tabelle del fabbricante (o come possono essere modificati dall'articolo 2) - Prova delle caratteristiche iniziali, paragrafo (d) cambiamento nel rendimento¹ sia inferiore di una quantità maggiore alle tolleranze indicate nel suddetto paragrafo (i) in corrispondenza al numero delle lampade provate.

PARTE III. — Tavole di tolleranze e dati di paragone.

Lampade «Edison B» per 110-115 e 120 volt - funzionamento in derivazione.

| Lampada | | Tolleranze iniziali a voltaggio di taratura | | Dati di paragone che si consigliano | |
|---------|------------|---|------------------------------------|--|--|
| Watt | Palloncino | Lumen per Watt massimo e minimo per % | Watt totali massimo e minimo per % | Lumen iniziali per Watt per la prova di durata | Standard lumen medii per Watt per paragone |
| 10 | S-17 | 8 | 10 | 8.9 | 8.3 |
| 15 | S-17 | 6 | 8 | 9.8 | 8.8 |
| 25 | S-17 | 6 | 8 | 10.3 | 9.3 |
| 40 | S-19 | 6 | 8 | 11.1 | 9.9 |
| 50 | S-19 | 6 | 8 | 11.3 | 9.8 |
| 60 | S-19 | 6 | 8 | 11.6 | 9.8 |

Lampade «Edison» C per 110, 115 e 120 volt - funzionamento in derivazione.

| Lampada | | Tolleranze iniziali a voltaggio di taratura | | Dati di paragone che si consigliano | |
|---------|------------|---|------------------------------------|--|--|
| Watt | Palloncino | Lumen per Watt massimo e minimo per % | Watt totali massimo e minimo per % | Lumen iniziali per Watt per la prova di durata | Standard lumen medii per Watt per paragone |
| 75 | PS-22 | 14 | 14 | 13.2 | 11.1 |
| 100 | PS-25 | 12 | 14 | 14.4 | 12.1 |
| 150 | PS-25 | 12 | 14 | 15.8 | 13.3 |
| 200 | PS-30 | 12 | 13 | 17.2 | 14.8 |
| 300 | PS-35 | 12 | 13 | 18.6 | 15.7 |
| 500 | PS-40 | 12 | 12 | 20.0 | 16.9 |
| 700 | PS-52 | 12 | 12 | 21.3 | 18.2 |
| 1000 | PS-52 | 12 | 12 | 22.6 | 18.7 |

Lampade «Edison» B per 220-230-240 e 250 volt - funzionamento in derivazione.

| Lampada | | Tolleranze iniziali a voltaggio di taratura | | Dati di paragone che si consigliano | |
|---------|------------|---|------------------------------------|--|--|
| Watt | Palloncino | Lumen per Watt massimo e minimo per % | Watt totali massimo e minimo per % | Lumen iniziali per Watt per la prova di durata | Standard lumen medii per Watt per paragone |
| 25 | S-19 | 8 | 10 | 8.8 | 8.1 |
| 50 | S-19 | 8 | 10 | 9.9 | 9.2 |
| 100 | S-30 | 8 | 10 | 10.9 | 9.2 |

Lampade «Edison» B per uso in serie di cinque su 525-550-575-600-625 e 650 volt - Circuiti stradali.

Tutte le lampade «Edison» di un dato formato da usarsi in serie di cinque su circuiti stradali, sono intese a funzionare alla stessa corrente e scelte per un quinto del voltaggio per il quale sono marcate da usarsi in serie.

| Lampada | | Tolleranze iniziali quando provate a lumen di gruppo di voltaggio | | (*) Tolleranze iniziali quando provate ad ampere di taratura | | Dati di paragone che si consigliano | |
|---------|------------|---|---------------------------|--|-----------------------------------|--|-----------------------------------|
| Watt | Palloncino | Lumen per Watt massimo e minimo % | Ampere massimo e minimo % | Volt massimo e minimo % | Lumen per Watt massimo e minimo % | Lumen iniziali per Watt per la prova di durata | Lumen medii per Watt per paragone |
| 23 | S-17 | 6 | 2.5 | 6 | 6 | 10.3 | 9.3 |
| 36 | S-19 | 6 | 2.5 | 6 | 6 | 11.1 | 9.9 |

(*) Se l'acquirente lo vuole, i limiti iniziali quando sono provati agli ampere di taratura possono essere sostituiti in luogo dei limiti iniziali se provati a lumen di gruppo di voltaggio. Se vengono adoperati questi limiti, la corrente deve essere tenuta su un amperometro dal quale leggesi direttamente fino a 0,002 amp.

Lampade «Edison» C per circuiti d'illuminazione stradale a corrente costante.

| Lampada | | Tolleranze iniziali ad ampere di taratura | | | Dati di paragone che si consigliano | |
|---------|-------|---|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Amp. | Lumen | Palloncino | Lumen massimo e minimo % | Watt totali massimo e minimo % | (*) Prova ampere di prova | Lumen medii per watt per paragone |
| 6.6 | 600 | S-24 1/2 | 15 | 13 | 6.864 | 14.0 |
| 6.6 | 800 | S-24 1/2 | 14 | 12 | 6.864 | 15.2 |
| 6.6 | 1000 | S-24 1/2 | 14 | 11 | 6.864 | 16.1 |
| 6.6 | 2500 | PS-35 | 14 | 10 | 6.864 | 18.5 |
| 6.6 | 4000 | PS-35 | 14 | 10 | 6.864 | 18.5 |
| 6.0 | 6000 | PS-40 | 14 | 10 | 6.864 | 18.5 |
| 15 | 4000 | PS-40 | 16 | 12 | 15.600 | 20.5 |
| 20 | 6000 | PS-40 | 16 | 12 | 20.600 | 21.5 |
| 20 | 10000 | PS-40 | 16 | 12 | 20.800 | 22.2 |

(*) Quando le lampade per la prova di durata sono provate ad uno stesso valore della corrente, i risultati della prova di durata debbono essere anzitutto corretti ad un valore uniforme del rendimento iniziale prima di fare ulteriori calcoli.

Lampade «Edison» B per 30-34 volt - Servizio d'illuminazione sui treni.

| Lampada | | Tolleranza iniziale a voltaggio di taratura | | Dati di paragone che si consigliano | |
|---------|------------|---|---------------------------------|--|-----------------------------------|
| Watt | Palloncino | Lumen per Watt massimo e minimo per % | Watt massimo e minimo per cento | Lumen standard iniziali per Watt per prova | Lumen medii per Watt per paragone |
| 10 | S-17 | 6 | 8 | 10.8 | 9.7 |
| 15 | S-17 | 6 | 8 | 11.3 | 10.2 |
| 20 | S-17 | 6 | 8 | 11.5 | 10.2 |
| 25 | S-17 | 6 | 8 | 12.0 | 9.7 |
| 10 | G-18 1/2 | 6 | 8 | 10.2 | 9.4 |
| 15 | G-18 1/2 | 6 | 8 | 10.8 | 9.6 |
| 25 | G-18 1/2 | 6 | 8 | 10.9 | 9.6 |

Lampade «Edison» C 30-34 volt - Servizio d'illuminazione sui treni.

| Lampada | | Tolleranza iniziale a voltaggio di taratura | | Dati di paragone che si consigliano | |
|---------|------------|---|---------------------------------|--|-----------------------------------|
| Watt | Palloncino | Lumen per Watt massimo e minimo per % | Watt massimo e minimo per cento | Lumen standard iniziali per Watt per prova | Lumen medii per Watt per paragone |
| 50 | PS-20 | 15 | 18 | 16.3 | 15.4 |
| 75 | PS-20 | 15 | 18 | 17.7 | 16.8 |
| 100 | PS-20 | 15 | 18 | 18.5 | 17.5 |

ALCUNI RILIEVI SPERIMENTALI SULLA ILLUMINAZIONE DI INTERNI □ □ □

GUIDO PERI



:: :: :: Comunicazione alla Sezione di Torino :: :: ::

Che la illuminazione di certi uffici, officine, scuole, abitazioni, strade, lasci molto a desiderare è ammesso da tutti, ma non tutti concordano negli apprezzamenti. Chi si lagna di un livello di illuminazione troppo basso, inadeguato alle esigenze della vita moderna, vieppiù accelerata e turbolenta, chi si lagna dell'eccessivo splendore delle lampade e del nuovo sforzo che la vista umana è perciò chiamata a sostenere. Queste due opinioni, apparentemente discordi, concordano nel definire quella che, a mio avviso, è la realtà della situazione, e ne additano il rimedio.

Si può aumentare la illuminazione di una superficie fin che si vuole, mantenendo lo splendore delle lampade in limiti comunque bassi, o più generalmente evitando l'abbagliamento con i mezzi che tutti conoscono. Ma, aumentare da una parte i valori numerici della illuminazione e diminuire dall'altra lo splendore delle lampade, o sospendere queste più in alto, fuori della linea di visione diretta, vuol dire accrescere per doppio motivo la spesa in watt richiesta dall'esercizio.

Ho pertanto ritenuto di qualche interesse l'eseguire una serie di misure su installazioni funzionanti in varie condizioni di impianto, e con vari tipi di lanterne, allo scopo di accertare nei diversi casi i valori reali della illuminazione ed il consumo di energia elettrica per m^2 di area illuminata. Il consumo in watt per lux e per m^2 costituisce effettivamente l'elemento più completo per la valutazione economica del rendimento dell'illuminante e dell'apparecchio che lo racchiude, ma occorre an-

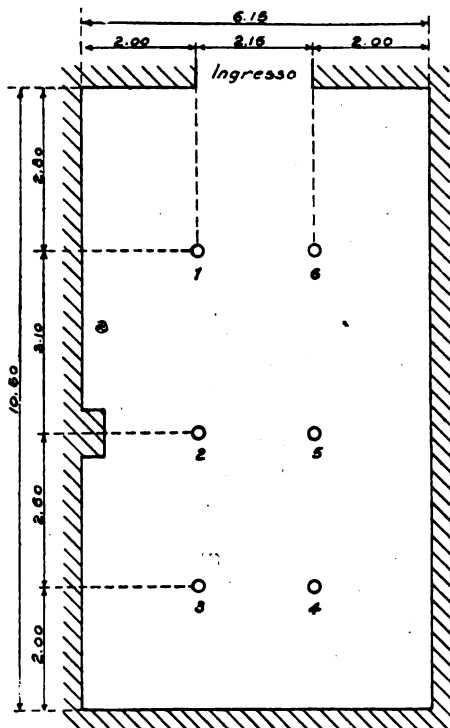


Fig. 1. — Planimetria della sala di prova.

che verificare la condizione che l'occhio possa utilizzare nel miglior modo la illuminazione che gli si fornisce. Un elevato rendimento dell'apparecchio di illuminazione e della intera installazione non avrebbe senso senza un corrispondente elevato rendimento della visione come fenomeno fisiologico.

Le misure di intensità di luce sono state eseguite con banco fotometrico e schermo a prismi Lummer-Brodhun a contrasto di chiarezze e con la sfera di Ulbricht; le misure di illuminazione con fotometro Weber e con fotometro Trotter.

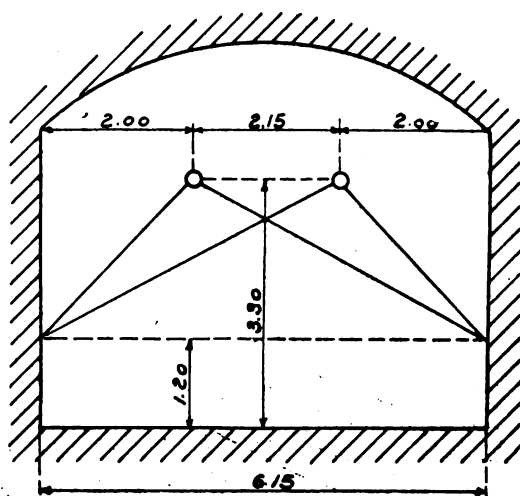


Fig. 2. — Sezione trasversale della sala di prova.

Limite, per brevità, a questa comunicazione le misure ed i rilievi sulla illuminazione di interni. La illuminazione stradale potrà essere trattata in uno studio successivo.

*

Fu preparata una sala di prova a pianterreno, di area $64,57 m^2$ (fig. 1, 2, 3), con pareti e soffitto imbiancati a calce, volta a botte di altezza media $m. 4,50$, pavimento in pietra

scura. Il potere riflettente dell'intonaco di calce è stato misurato in media $0,81$; il potere riflettente del pavimento è praticamente zero. La superficie corrispondente alla porta di entrata nella sala, di circa $m^2 7$, è pure praticamente non diffondente; le due finestre di rimpetto furono invece ricoperte con drappi di tela bianchiccia, di tinta analoga a quella dei muri.

Furono predisposti gli attacchi per 6 lampade in gas inerte di tensione normale 120 volt; le prove furono eseguite distintamente con 6 lampade e con 2 per osservare il diverso effetto dell'assorbimento delle pareti e soffitto. La tensione durante la prova era mantenuta costante, mediante regolazione con resistenza ohmica. Altezza di sospensione del centro luminoso: $m. 3,30$ dal pavimento, in tutte le prove.

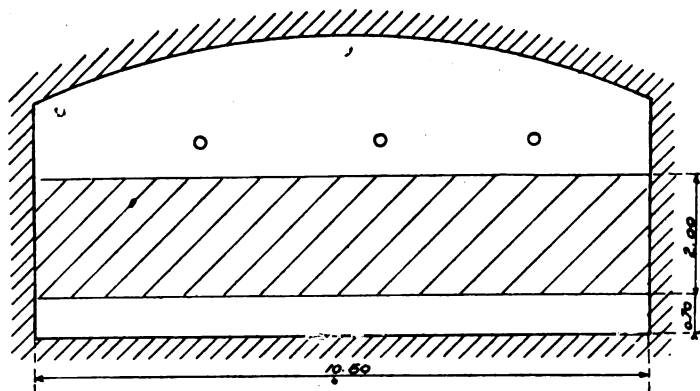


Fig. 3. — Sezione longitudinale della sala di prova.

Gli esperimenti furono fatti successivamente:

- a) con lampada nuda, priva cioè di armatura. Il filamento di tungsteno è a forma di anello in un piano orizzontale;
- b) con armatura a riflettore metallico a bacino smaltato in porcellana (tipo R L M Standard americano) diametro 560 mm. — con (b_1) e senza (b_2) calotta semisferica di metallo da fissarsi direttamente al bulbo della lampada (fig. 4);
- c) con armatura a riflettore a specchio a coppa (tipo Wiskott) diam. 410 mm — con globo di vetro opalino (fig. 5);
- d) con diffusore prismatico diam. mass. 300 mm (figura 6);
- e) con diffusore opalino diam. mass. 400 mm (fig. 7).

Provato un tipo di equipaggiamento, questo era eliminato e sostituito col successivo, e così di seguito.

La illuminazione orizzontale fu misurata, in 21 punti simmetricamente ripartiti rispetto al pavimento, su di un piano all'altezza dal pavimento di $m. 1,20$.

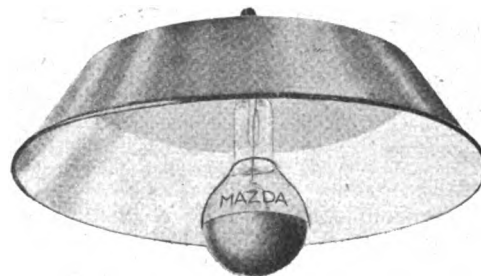


Fig. 4. — Armatura tipo R L M Standard.

I valori della intensità luminosa con i vari equipaggiamenti sono racchiusi nella seguente tabella:

Tav. I.

| Tipo di lanterna | Candele Internazionali | | | Rendimento in cand. | Rendimento in cand. |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| | sfe-riche | emisfe-riche superiori | emisfe-riche inferiori | | |
| Lampada nuda | 223 | 189 | 257 | 1 | 1 |
| Riflettore a bacino smaltato in porcellana: | | | | | |
| con calotta alla lampada . . | 83 | — | 166 | 0,38 | 0,65 |
| senza | 175 | — | 350 | 0,78 | 1,35 |
| Riflettore a coppa a specchio e globo opalino | 108 | 10 | 206 | 0,48 | 0,80 |
| Diffusore prismatico | 146 | 112 | 180 | 0,65 | 0,70 |
| " opalino | 153 | 76 | 230 | 0,68 | 0,90 |

Le curve di distribuzione di luce nel piano verticale sono illustrate nella fig. 8.

a) *Misure con 6 lampade.*

Prova con tensione 120 volt. — I valori della intensità di illuminazione sul piano orizzontale sono riportati nella Tavola II.

TAV. II.

| Tipo di lanterna | Illuminazione orizzontale in lux internazionali | | | Coeff. di disuni- formità | Con- sumo totale in watt delle 6 lamp. | Watt per lux di illu- minaz. media e per m² |
|--|--|--------------|--------|------------------------------------|---|--|
| | media | mas- sima | minima | | | |
| Lampada nuda | 140 | 192 | 85 | 2,27 | 1158 | 0,128 |
| Riflettore metallico e calotta alla lampada | 73 | 112 | 38 | 2,95 | • | 0,234 |
| Id. senza calotta alla lampada | 134 | 215 | 72 | 2,99 | • | 0,134 |
| Riflettore a specchio e globo opalino . . | 96 | 153 | 45 | 3,40 | • | 0,187 |
| Diffusore prismatico . | 99 | 128 | 64 | 2,00 | • | 0,181 |
| • opalino | 121 | 192 | 68 | 2,82 | • | 0,148 |

Tolto il caso della lampada nuda, il minor consumo specifico della illuminazione si ha per il riflettore metallico a bacino smaltato in porcellana ($0,134 \frac{\text{watt}}{\text{lux} \times \text{m}^2}$) e ciò, unitamente alle sue proprietà meccaniche, giustifica il favore che esso ha incontrato nell'illuminazione di stabilimenti industriali. L'applicazione però della calotta alla metà inferiore

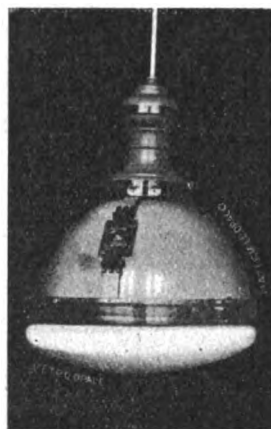


Fig. 5 — Armatura tipo Wiskott.

del bulbo della lampada implica la perdita di un'enorme quantità di luce; cosicchè conviene evitare l'abbagliamento in altri modi.

Il riflettore metallico a forma di coppa, chiuso da coperchio di vetro opalino, ha un rendimento in candele sferiche minore, per doppio motivo, che il riflettore a bacino. E' perciò che con l'armatura tipo Wiskott la resa in candele sferiche (non ostante l'elevato coeff. di riflessione dello specchio argentato) è minore che con l'armatura tipo R L M (Tav. I) ed il consumo specifico della illuminazione è più alto ($0,187 \frac{\text{watt}}{\text{lux} \times \text{m}^2}$). Ma se con il riflettore a bacino si vuole togliere il filamento incandescente dalla vista, i termini del confronto si invertono.

Il riflettore a specchio in esperimento dà una distribuzione di luce piuttosto concentrata verso il basso; il soffitto non riceve luce, i muri poca, la componente indiretta della illuminazione, che nei locali a tinte chiare ha un ruolo importantissimo per rialzare ed egualizzare i valori della illuminazione, qui influisce poco. Il coefficiente di disuniformità deve quindi risultare massimo ($\frac{\text{lux max}}{\text{lux min}} = 3,40$).

Come risulta anche dall'esame della relativa curva fotometrica, la più uniforme distribuzione di illuminazione si ha col diffusore prismatico ($\frac{\text{lux max}}{\text{lux min}} = 2$). Questa distribuzione non è solo uniforme sul piano orizzontale, ma sulle pareti e soffitto, con un effetto dei più piacevoli e con vivo senso di ri-

poso per l'occhio. Anche con le lampade nude si dà un'illuminazione piuttosto uniforme all'intera sala, ma il disturbo arrecato dalla presenza nel campo di visione dei filamenti incandescenti guasta ogni effetto.

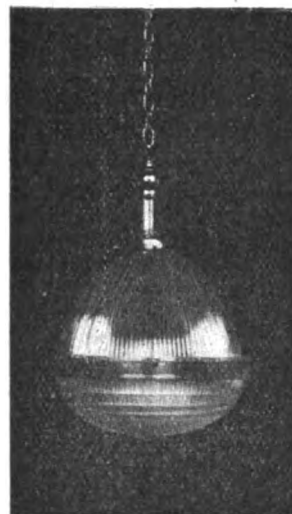


Fig. 6. — Diffusore prismatico.

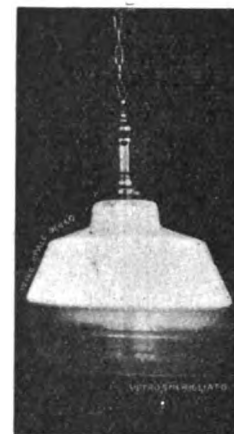


Fig. 7. — Diffusore opalino.

Il diffusore opalino, rispetto al prismatico, rivolgendo una grande quantità di luce verso il basso, dà un'eguaglianza di illuminazione meno perfetta ($\frac{\text{lux max}}{\text{lux min}} = 2,82$), e richiede per

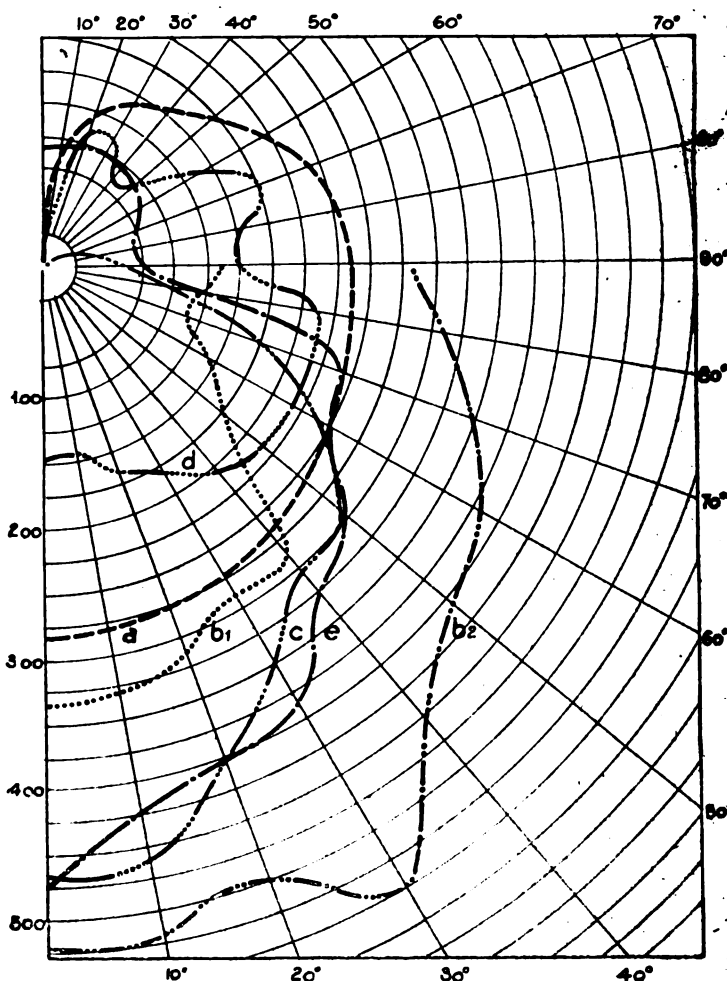


Fig. 8. — Curve fotometriche nel piano verticale: a) della lampada nuda; b) dell'armatura fig. 4; b₂) dell'armatura fig. 4 senza calotta alla lampada; c) dell'armatura fig 5; d) id. fig. 6; e) id. fig. 7.

converso, una minor spesa in watt per una data illuminazione del piano orizzontale ($\frac{\text{watt}}{\text{lux} \times \text{m}^2} = 0,148$).

E' opportuno notare che queste prove non hanno, nè potevano avere, lo scopo di stabilire una classifica di merito dei tipi di equipaggiamento provati. I requisiti della illuminazione

e quindi il servizio che un riflettore può rendere sono variabilissimi da caso a caso. In un'officina, ad es. dove le lampade possono sospendersi alte e si richiede una buona *illuminazione generale* nulla di meglio che il grande riflettore metallico a bacino; ma se si richiede una *illuminazione localizzata* o intensificata in certi punti è preferibile il riflettore a specchio, come quest'ultimo è indicatissimo per la illuminazione delle vetrine con la cosiddetta *spot light*, o luce concentrata. In un locale d'ufficio o di riunione con pareti chiare la illuminazione con diffusore prismatico potrebbe essere la più brillante; e così di seguito.

Prove con tensione ridotta. — Le prove di illuminazione furono ripetute con tensione alle lampade minore della normale. La diminuzione della illuminazione essendo, per una data diminuzione della tensione, proporzionalmente la stessa per tutti i punti e per qualsiasi tipo di lanterna, le prove furono fatte per il caso di lampade nude, e limitate ad un numero di punti circa un terzo del totale.

I risultati corrispondenti alle medie delle singole letture, sono raggruppati nella Tavola III. Essi confermano i dati noti sulle variazioni della intensità luminosa e del consumo in watt

mente incidenti dalle lampade sul piano di riferimento (fig. 2).

Le conclusioni, limitate per brevità ai soli due tipi di lampade con diffusore prismatico e opalino, sono riportate nella Tavola IV.

TAV. IV.

| Tipo di lampada | Flusso totale lumen internazionali | Flusso direttamente incidente sul piano di riferim. | $\frac{\phi_0 - \phi_i}{\phi_0}$ | Flusso utile | $\frac{\phi_u}{\phi_i}$ | $\frac{\phi_u}{\phi_0}$ | $\frac{\phi_u}{\phi}$ |
|---------------------------|------------------------------------|---|----------------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| | ϕ_0 (1) | ϕ_i (2) | | ϕ_u (3) | (4) | (5) | (6) |
| Diffusore prismatico. . . | 11016 | 3089 | 0,72 | 6392 | 2,07 | 0,58 | 0,38 |
| Diffusore opalino | 11544 | 4792 | 0,59 | 7813 | 1,63 | 0,67 | 0,46 |

La percentuale di flusso luminoso incidente direttamente dalle lampade sulle pareti e soffitto è il 72 per cento col dif-



Fig. 9. — Fotografia di una sala d'officina.

dei filamenti di tungsteno col variare della tensione e dimostrano come il consumo specifico della illuminazione cresce col diminuire della tensione.

TAV. III.

| | | | | |
|--|-----|-------|-------|------|
| Tensione - valori in volt. | 120 | 115 | 110 | 105 |
| » » per cento. | 100 | 94,85 | 91,67 | 87,5 |
| Consumo energia in per cento. . . | 100 | 95,6 | 89 | 83 |
| Illuminazione sul piano orizzontale in per cento. | 100 | 81 | 70 | 58 |
| Energia per lux e per m ² in per cento. | 100 | 118 | 127 | 143 |

Effetto della riflessione dei muri. — Allo scopo di separare le componenti diretta ed indiretta della illuminazione sul piano orizzontale, cioè di conoscere l'effetto amplificatore di detta illuminazione da parte delle pareti e soffitto, si sono determinati (partendo dai diagrammi fotometrici dei singoli apparecchi e applicando il metodo di Hogner) i lumen *diretta-*

mente incidente dalle lampade sul piano di riferimento (fig. 2). Le conclusioni, limitate per brevità ai soli due tipi di lampade con diffusore prismatico e opalino, sono riportate nella Tavola IV.

La percentuale di flusso luminoso incidente direttamente dalle lampade sulle pareti e soffitto è il 72 per cento col diffusore prismatico ed il 59 per cento con l'opalino. Questo flusso, riflesso sul piano di riferimento, ne aumenta la illuminazione ordinatamente del 107 per cento e del 63 per cento rispetto a quale essa sarebbe se il fattore di riflessione dei muri e soffitto fosse zero. Il flusso che concorre effettivamente alla illuminazione del piano orizzontale è, nei due casi, il 58 per cento e il 67 per cento del flusso totale emesso dal diffusore opalino; il *fattore di utilizzazione* del flusso è maggiore col diffusore opalino perchè con esso è minore la frazione di flusso incidente sulle pareti. Se si prende come riferimento, invece del flusso dall'armatura, quello ϕ emesso dalla lam-

(1) Eguale rispettivamente per i 2 tipi di armatura a lumen $146 \times 4\pi \cdot 6$ e lumen $153 \times 4\pi \cdot 6$;

(2) Frazione del flusso totale delle lampade che cade sulle pareti e soffitto.

(3) Flusso il cui rapporto all'area illuminata (mq. 64,57) dà l'illuminazione media, ed eguale quindi rispettivamente a lumen $99 \times 64,57 = 6392$ ed a lumen $121 \times 64,57 = 7813$.

(4) Fattori di passaggio dalla componente diretta della illuminazione alla illuminazione totale.

(5) Fattori di passaggio dal flusso totale delle lampade al flusso utile.

pada, maggiore rispettivamente (Tav. I) nel rapporto $\frac{223}{146}$ e $\frac{223}{153}$, i due fattori di utilizzazione diventano ordinatamente 0,38 e 0,46. ⁽⁶⁾

Illuminazione delle pareti. — In certi casi (ad es. esposizione di quadri) interessa la illuminazione verticale delle pareti. Le prove per comodità furono limitate ad una striscia di parete (fig. 3) alta m. 2, a partire da un'altezza dal suolo di m. 0,70. Le misure sono state eseguite in 14 punti e i risultati sono riportati nella Tavola V.

TAV. V.

| Tipo di lanterna | Illuminazione verticale sulla parete in lux internazionali | | | Coefficiente di disuniformità |
|---|--|---------|--------|-------------------------------|
| | media | massima | minima | |
| Lampada nuda | 101 | 123 | 69 | 1,80 |
| Riflettore metallico e calotta alla lampada | 44 | 51 | 24 | 2,12 |
| Riflettore metallico senza calotta alla lampada | 101 | 135 | 58 | 2,33 |
| Riflettore a specchio con globo in vetro opale | 63 | 81 | 35 | 2,31 |
| Diffusore prismatico | 85 | 116 | 51 | 2,27 |
| " opalino | 85 | 105 | 56 | 1,90 |

b) Misure con 2 lampade.

Avere 2 lampade invece di 6, vuol dire usufruire, per un dato numero di lampade, di ampiezza maggiore della sala, diminuire la perdita di luce per assorbimento delle pareti e soffitto, diminuire la spesa in watt per una data illuminazione.

Sotto forma numerica i risultati possono osservarsi nelle Tavole VI e VII, le quali corrispondono alle Tav. II e IV per illuminazione con sei lampade.

TAV. VI.

| Tipo di lampada | Illuminazione orizzontale in lux internazionali | | | Coefficiente di disuniformità | Consumo delle 2 lamp. in watt | watt lux x m ² |
|--|---|---------|--------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| | media | massima | minima | | | |
| Lampada nuda | 78 | 224 | 31 | 7,23 | 550 | 0,103 |
| Riflettore metallico senza calotta alla lampada | 85 | 218 | 27 | 8,10 | " | 0,100 |
| Riflettore a specchio con globo in vetro opalino | 58 | 187 | 18 | 10,40 | " | 0,147 |
| Diffusore prismatico | 56 | 106 | 27 | 3,93 | " | 0,152 |
| " opalino | 66 | 189 | 20 | 9,45 | " | 0,129 |

Furono lasciate le sole due lampade centrali (2 e 5 in fig. 1), aumentandone la potenza: precisamente furono impiegate lampade da 120 volt, 275 watt, 360 candele sferiche internazionali, sempre con filamento a forma di anello in un piano orizzontale.

TAV. VII.

| Tipo di lampada | Flusso totale ϕ_0 | Flusso direttamente incidente sul piano di riferim. ϕ_i | $\frac{\phi_0 - \phi_i}{\phi_0}$ | Flusso utile ϕ_u | $\frac{\phi_u}{\phi_i}$ | $\frac{\phi_u}{\phi_0}$ | $\frac{\phi_u}{\phi}$ |
|--------------------------------|------------------------|--|----------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| | | | | | | | |
| Diffusore prismatico | 5912 | 1974 | 0,67 | 3616 | 1,83 | 0,61 | 0,40 |
| Diffusore opalino | 6195 | 3155 | 0,49 | 4262 | 1,83 | 0,69 | 0,47 |

E' interessante notare come aumenti il fattore di disuniformità con la riduzione del numero di lampade. Mentre col

diffusore prismatico tale aumento non raggiunge il 100 per cento, con gli altri tipi di armature supera il 200 per cento, cosicchè col diffusore prismatico, nel caso attuale, la eguaglianza di illuminazione è molto più rimarchevole che nel caso di sei lampade. Aumentando l'ampiezza dell'area da illuminare, aumenta dunque l'utilità delle sorgenti ad ampio angolo di emissione. Aggiungasi che per la minor importanza dell'assorbimento dei muri il maggior consumo di energia del diffusore prismatico rispetto all'opalino che, nel caso della Tavola II è il 22 per cento, risulta qui il 18 per cento.

I fattori di utilizzazione del flusso luminoso sul piano orizzontale, riferiti all'emissione totale della lampada, risultano per i due tipi di armatura 0,40 e 0,47 ⁽⁶⁾. Si vede che, passando dalle sei lampade di una data potenza a due di maggior potenza, la migliore utilizzazione dell'energia (Tavola VI, ultima colonna) è più sensibilmente prodotta dal migliorato rendimento luminoso delle sorgenti, che dalla migliore utilizzazione del flusso. Questa migliore utilizzazione sarebbe evidentemente più rimarchevole, se i muri fossero meno diffondenti.

*

Le misure di cui sopra erano già eseguite da tempo, quando la Casa che gentilmente aveva concesso il campione della fig. 5 insistette che fosse provato lo stesso campione, invece che con globo opale, con altro di minor assorbimento, in vetro diffondente tipo seta.

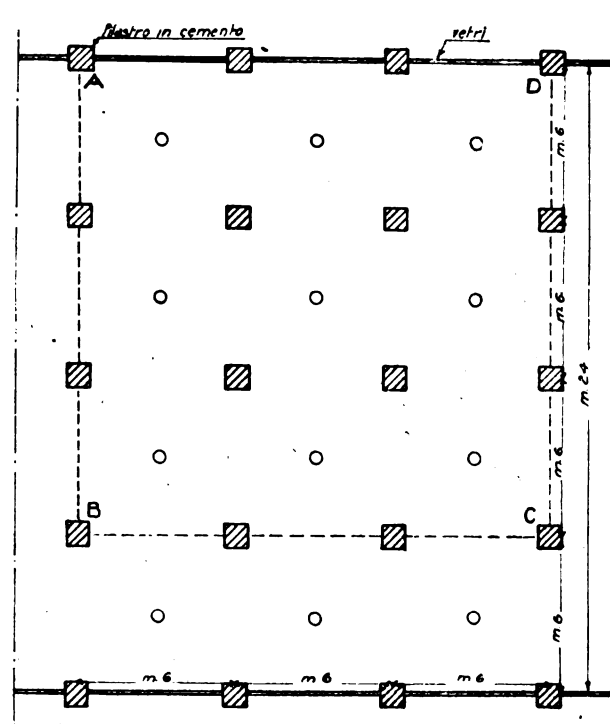


Fig. 10. — Planimetria della sala con lampada.

I dati relativi alla illuminazione orizzontale, con le nuove lampade, della sala di cui a fig. 1 sono riassunti nella Tav. VIII.

TAV. VIII.

| | Illuminazione orizzontale (piano a m. 1,20 dal pavimento) | | | Coefficiente di disuniformità | Consumo in watt delle lampade della sala | watt lux x m ² |
|----------------------------------|---|-------------|------------|-------------------------------|--|---------------------------|
| | media lux | massima lux | minima lux | | | |
| Prova con 6 lampade da 223 cand. | 157 | 224 | 21 | 3,01 | 1158 | 0,114 |
| Prova con 2 lampade da 360 cand. | 84 | 248 | 23 | 10,06 | 550 | 0,101 |

⁽⁶⁾ Dalle Tav. VI e VII, per il diffusore prismatico si ricava:

$$\frac{\phi_u}{\text{watt}} = \frac{1}{0,152} = 6,58 \text{ e } \frac{\phi_u}{\phi} = 0,40, \text{ onde } \frac{\phi}{\text{watt}} = \frac{6,58}{0,40} = \frac{360 \times 12,56}{275} = 16,4$$

lumen per watt, rendimento delle lampade a tungsteno in gas inerte impiegate. Il risultato è evidentemente lo stesso qualunque sia il tipo di armatura.

⁽⁶⁾ Come risulta dalle Tavole II e IV, per il diffusore prismatico: $\frac{\phi_u}{\text{watt}} = \frac{1}{0,181} = 5,53 \text{ e } \frac{\phi_u}{\phi} = 0,38; \frac{5,53}{0,38} = \frac{223 \times 12,56}{193} = 14,6 \text{ lumen per watt}$ rendimento delle lampade a tungsteno in gas inerte impiegate. Lo stesso si ricaverebbe per gli altri casi.

⁽⁷⁾ $3616 = 64,57 \times 56; 4262 = 64,57 \times 66.$

Il miglioramento dei valori numerici della illuminazione è evidentissimo. Il vetro del globo però, comportandosi come semplicemente smerigliato, non ha splendore uniforme, il che oltre l'estetica può contrastare la vista, a meno che le armature non siano sospese sufficientemente alte, fuori dal campo di visione.

*

Furono eseguite prove di illuminazione, col gentile consenso e prestazione di quella Direzione, nel grandioso stabilimento della Società Fiat al Lingotto; quivi la potenza spesa per illuminazione può salire a 700 kW. Le esperienze si fecero nella sala di montaggio al quarto piano; tutte le sale dei vari piani sono analoghe ed identica è in esse la distribuzione delle lampade (fig. 9).

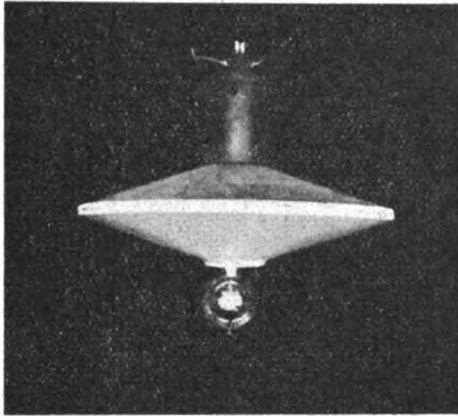


Fig. 11. — Armatura con lampada e curve fotometriche.

La planimetria del locale è indicata in fig. 10; l'altezza massima (distanza tra i piani delle due solette) è m. 4,85 e, dedotto lo spessore delle travi, è di m. 4,20. La illuminazione è del sistema così detto *generale*, vale a dire, con lampade uniformemente disposte nella sala, destinate alla illuminazione delle macchine e dell'ambiente; l'altezza dei centri luminosi dal pavimento è di m. 2,80. I fianchi del fabbricato sono chiusi per intero da vetrate. Il soffitto è chiaro.

Misure sotto luce naturale.

Le misure sono state fatte verso la fine del maggio, intorno alle ore 16, con cielo uniforme e coperto. I risultati sono riferiti nella Tavola IX.

TAV. IX.

| | | |
|-----------------------|----------|------|
| Illuminazione massima | lux int. | 2004 |
| Illuminazione minima | » » | 178 |
| Illuminazione media | » » | 808 |
| Illuminazione massima | » » | 11 |
| Illuminazione minima | » » | |

Misure sotto luce artificiale.

Le lampade (fig. 9, 10) sono disposte al centro di quadrati di metri 6 di lato, esse sono munite di riflettore metallico, smaltato in porcellana, divergente verso l'alto (fig. 11). I dati sulla lampada sono contenuti nella Tavola seguente:

TAV. X.

| | watt | Cand ₀ | Cand _⊥ | Cand _∪ | Rendim. in cand ₀ | Rendim. in cand _∪ | Osservazioni |
|--|------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------|--|
| Lampada nuda (a tungsteno in gas inerte 120 volt). . . . | 193 | 223 | 189 | 257 | 1 | 1 | Filamento a forma di anello in un piano orizzontale. |
| Lampada con armatura. . | 193 | 208 | 104 | 313 | 0,93 | 1,22 | |

Com'è ovvio, l'armatura, per il suo speciale disegno, ha un rendimento di luce maggiore che i tipi visti in precedenza (Tav. I).

I diagrammi fotometrici sono dati dalla fig. 11.

I dati sulla illuminazione sono riassunti nella Tavola XI.

TAV. XI.

| Illuminazione orizzontale in lux internazionali (piano di paragone: m. 1,20) | | | Coefficiente di disuniformità | Consumo in watt per mq di pavimento | Consumo in watt per lux e per m² |
|--|---------|--------|-------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| media | massima | minima | | | |
| 54 | 109 | 23 | 4,27 | 5,36 | 0,099 |

L'utilizzazione della luce, rispetto alla illuminazione del piano orizzontale, è qui migliore che nei casi precedenti (Tavola II e VI), ma a scapito di un elemento importantissimo: la protezione dell'occhio contro l'abbagliamento. Trattasi infatti di lampade in vetro chiaro, ad altezza piuttosto bassa (e quindi entro l'angolo di visione) totalmente scoperte alla vista. E' certo che l'utilizzazione della illuminazione da parte dell'occhio è imperfetta. Ciò contrasta, e può anche annullare, o rendere negativo, il vantaggio del miglior rendimento dell'armatura.

Nei reparti ove si eseguono lavori di una certa accuratezza (ad es., calibristi) il vetro delle lampade è oscurato ed è aggiunta una illuminazione locale ai banchi di lavoro.

Ad ogni lampada corrisponde sul pavimento un'area di 36 mq.; ma all'illuminazione di ogni punto della sala contribuiscono tutte le lampade della sala, cosicchè il calcolo della illuminazione diretta della sala dovrebbe essere esteso a tutta l'area della sala stessa, cioè m² 10.000; praticamente, e senza alterazione sensibile dei risultati, è sufficiente restringere i calcoli all'area A B C D di 324 m². Applicando il metodo di Hogner si ricavano i risultati seguenti:

TAV. XII.

| Flusso totale emesso da 9 lampade | Flusso direttamente incidente sul piano di riferimento | $\frac{\phi_0 - \phi_i}{\phi_0}$ | Flusso utile sull'area di 324 mq. | $\frac{\phi_u}{\phi_i}$ | $\frac{\phi_u}{\phi_0}$ | $\frac{\phi_u}{\phi_i}$ |
|-----------------------------------|--|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ϕ_0 | ϕ_i | | ϕ_u | | | |
| 23.526 | 11.988 | 0,49 | 17.496 | 1,46 | 0,74 | 0,69 |

Il fattore di utilizzazione della illuminazione risulta eccezionalmente alto (0,69), in ragione specialmente dell'elevato rendimento dell'armatura.

*

Mi è gradito ringraziare l'Ing. Michele Marchetti ed il Capo elettricista Albino Sandri, per la notevole collaborazione nella esecuzione delle misure fotometriche e relativi calcoli. Particolare ringraziamento porgo pure alle Ditte Ing. Valabrega & Ori, Derossi & C. e Compagnia Gen. di Elettricità per la cortese concessione degli apparecchi di illuminazione.

Per il cambio di indirizzo inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.

SUI SISTEMI DI DISTRIBUZIONE DELLA CORRENTE PER PUBBLICA ILLUMINAZIONE

GUALTIERO STORCHI



Comunicazione per la XXIX Riunione Annuale dell'A. E. I.
Spezia - Settembre 1924

Quando si deve provvedere ad un impianto di illuminazione di zone pubbliche si hanno generalmente determinati due elementi:

1°) La tensione (primaria o secondaria) dell'energia elettrica che si ha disponibile.

2°) La intensità di illuminazione che si deve ottenere.

Le caratteristiche dell'energia elettrica utilizzabile dipendono principalmente dalla distribuzione locale.

L'intensità di illuminazione richiesta ammette uno studio fotometrico preliminare ben accurato, in modo che, subordinatamente ai lux che si debbono ottenere, il progettista possa fissare, in relazione alla potenza luminosa dei centri, la disposizione, l'altezza, la qualità delle lampade e dei riflettori.

Il grado di perfezione oggi raggiunto nella costruzione delle lampade ad incandescenza in gas inerte a consumo specifico minimo è tale che assicura indubbiamente all'illuminazione elettrica un vantaggio economico incontestato in confronto ad altri sistemi per cui ora occorre perfezionare al massimo il modo di utilizzazione delle sorgenti luminose.

Dato quindi per risolto il problema fotometrico, fissata la intensità di illuminazione ed il tipo di lampade, armature ed equipaggiamenti relativi, in base ai risultati sperimentali, resta determinata la potenza richiesta per metro quadrato, e pertanto lo studio di un impianto di illuminazione verte principalmente sulla scelta del sistema di distribuzione dell'energia, sistema che va esaminato caso per caso.

Si può prendere in esame i due sistemi, serie e parallelo per trarne delle conclusioni di indole generale.

In una distribuzione a tensione costante la perdita di energia, essendo funzione della intensità variabile, aumenta col crescere del numero delle unità illuminanti, che vengono accese, per la maggior lunghezza di linea che entra man mano in servizio, mentre la perdita è invariabile in una distribuzione in serie, cioè a corrente costante, in uno stesso circuito, indipendentemente dal numero delle lampade che sono in servizio. Ne consegue che il sistema di distribuzione con lampade derivate risulta più conveniente, dal lato delle perdite nel rame, nei casi in cui il numero delle lampade accese vari sovente, mentre il sistema in serie si avvantaggerà quando questo numero sia pressochè costante come, tipo caratteristico, nelle distribuzioni per illuminazioni pubbliche.

Relativamente al peso di rame necessario per un impianto di n lampade di I lumen col sistema in serie si realizza una notevole economia.

Consideriamo, ad esempio, una distribuzione di energia che richieda 30 unità di 1000 lumen, collocate ad una distanza costante l'una dall'altra di m. 35, e verifichiamo, tenendo costante la perdita di energia, il peso di rame necessario nei tre casi, lampade parallelo su due conduttori, lampade in parallelo su quattro conduttori e lampade in serie su due conduttori (andata e ritorno).

Ammissa la tensione nel sistema monofase di 220 volt, la caduta massima di 11 volt (5 % — $\rho = 0,017$ e l'energia necessaria per ogni lumen 0.7 watt, avremo, facendo il calcolo, una perdita totale di watt 119,32 ed un peso di rame di kg 657.

Nel sistema parallelo trifase a 4 conduttori, ammissa la tensione tra neutro e fase sempre di 220 volt, la sezione di rame del neutro metà di quella di un conduttore di fase e la perdita eguale a watt 119,32 avremo un peso di rame di kg. 191.650.

Nel sistema serie, ammissa ancora una perdita di 119,32 watt ed una corrente costante di ampère 4, la tensione agli estremi risulterà di volt 575 circa, ed il peso del rame dei due conduttori di andata e ritorno di kg. 90.300.

L'esempio sopra citato ha naturalmente il difetto di ogni caso speciale; basta infatti variare il valore della corrente costante per ottenere altri risultati.

Si può osservare però che il peso unitario di rame, necessario per ogni lumen, tende a diminuire se si impiegano unità illuminanti di intensità luminose maggiori.

Osservando la

$$\frac{0,017 \frac{2I}{s} I}{V}$$

risulta infatti che, a numeratore costante, il valore risulterà tanto inferiore all'unità quanto V sarà maggiore, cioè quanto maggiore sarà la potenza in lumen della lampada.

Altra notevole economia nell'impiego del rame è data dall'impianto in serie per la possibilità che ha il progettista di studiare i circuiti in modo che le arterie risultino per la maggior parte percorse da un solo conduttore.

Nell'impianto di Torino, ad esempio, si è in tale modo realizzato un'economia di lunghezza di filo di circa il 30 %.

Assai difficile risulta determinare con regole fisse il valore più economico da dare all'intensità di corrente negli impianti in serie.

Per gli impianti in parallelo non conviene, e ciò per dati pratici, specialmente per lampade incandescenza in gas inerte, assumere valori di tensione superiori ai 110 ÷ 130 volt e questo per usufruire di filamenti più robusti e di maggior rendimento.

Negli impianti in serie, oltre l'elemento cavo (interesse e ammortamento) si deve tener conto dell'interesse ed ammortamento delle cabine (macchinario e montaggio) e del costo dell'energia elettrica.

Aumentando i valori della tensione o dell'intensità, aumenta il costo del cavo, diminuisce il costo cabine, per il minor numero necessario, ed il costo di energia, per maggior rendimento delle unità illuminanti.

La variazione quindi del costo totale, somma dei vari elementi, avviene verso l'aumento o la diminuzione secondo la preponderanza di uno dei costi parziali.

L'ing. G. Peri, progettista e Direttore dell'impianto di illuminazione pubblica della città di Torino, del quale ho avuto l'onore di essere collaboratore, scrive in un suo trattato di prossima pubblicazione che:

« dal punto di vista economico:

- « l'adozione di forti correnti può convenire per forti potenze luminose e tensioni di esercizio basse (ad es. 500 V) e che
- « l'adozione di forte tensioni di esercizio è specialmente conveniente per forti potenze luminose e piccole correnti.

L'intensità di corrente quindi dovrà essere fissata per ogni singolo impianto dopo aver vagliato tutti gli elementi citati, e le condizioni locali.

Questo ben inteso quando le lampade sono direttamente inserite in circuito senza intermediario di trasformatore statico di corrente: in questi casi la corrente che va alla lampada è indipendente dalla corrente di linea e, pur tenendo quella di valore piuttosto elevato, questa potrà essere assai inferiore.

E' noto che nelle lampade in gas inerte il rendimento luminoso è funzione del diametro del filamento incandescente, ne consegue quindi che le lampade serie (a forte intensità) avranno sempre un rendimento luminoso assai migliore di quello delle lampade parallelo (a piccola intensità).

Questo fatto compensava ad usura l'eventuale minor durata di qualche unità serie dovuta al fatto di mantenere soggetta una lampada ad una corrente rigorosamente costante anche quando il filamento era costituito da una serie di vari fili non tutti di struttura e calibro perfettamente identici.

Ora però, dato il perfezionamento raggiunto nella lavorazione che permette di costruire parecchie lampade con filo della medesima trafilatura e, data la grossezza del filamento stesso, le lampade serie risultano praticamente di maggior durata delle lampade parallelo.

Inoltre nel trasporto, montaggio e periodica pulizia delle lampade la robustezza del filamento è coefficiente di primaria importanza ed il numero delle rotture risulta ridotto al minimo.

Per quanto accurata risulti una distribuzione parallelo, non potendosi praticamente scendere sotto certi limiti di sezione nè matematicamente proporzionare le sezioni ai carichi parziali delle varie derivazioni, ne risulta una diversità di splendore tra lampade vicine e lontane ai centri di alimentazione: questo inconveniente, facilmente apprezzabile dall'occhio, è assolutamente eliminato con l'alimentazione in serie,

caratteristica della quale è la rigorosa eguaglianza di splendore delle lampade in qualsiasi punto del circuito siano inserite.

Inoltre non trascurabile vantaggio è quello di impiegare per tutto un impianto un conduttore di sezione costante, cosa che facilita l'approvvigionamento e la posa.

I due sistemi parallelo e serie si possono ritenere equivalenti nei riguardi della flessibilità giacchè anche nelle serie si possono aumentare o diminuire a volontà il numero delle lampade in servizio, siano queste di eguale o differente intensità luminosa purchè di uguale intensità elettrica.

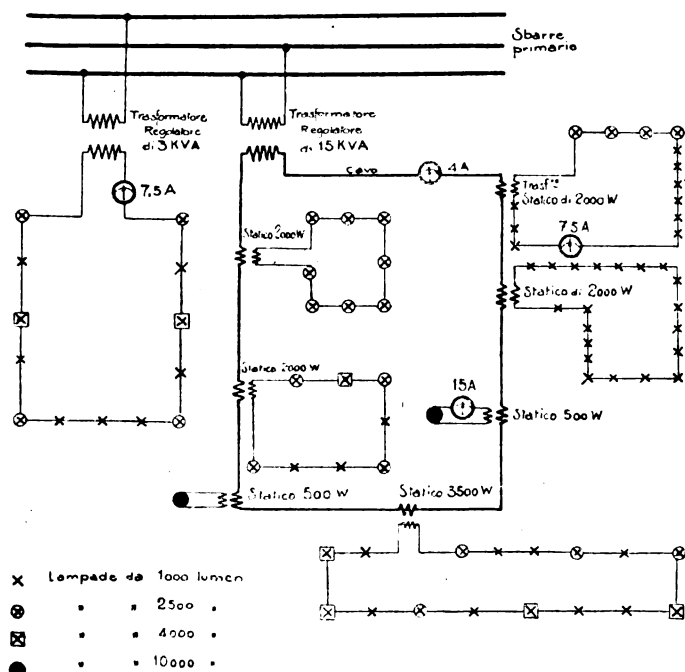


Fig. 1.

Un impianto di illuminazione pubblica in parallelo è generalmente, come abbiamo visto, a 110-130 volt mentre un impianto in serie è a tensione assai più elevata.

Praticamente per assicurare un perfetto funzionamento delle valvole di corto circuito delle lampade, occorre che la tensione non sia inferiore ai 500 volt, detto valore potrà essere raggiunto anche istantaneamente ottenendosi dai trasformatori all'apertura del circuito; in ogni caso però una serie avrà agli estremi non meno di 300 volt efficaci.

Negli impianti in serie si avranno quindi notevoli tensioni sebbene variabilissime.

Si possono considerare in tesi generale due tipi caratteristici di impianto: l'uno con lampade direttamente inserite su circuiti a media tensione serviti da trasformatori regolatori a corrente costante (limiti pratici 600 ÷ 2500 volt) l'altro con lampade inserite su circuiti secondari a bassa tensione (300 ÷ 600 volt) circuiti alimentati da trasformatori di corrente statici, con primari serviti da trasformatori regolatori a corrente costante (3000 ÷ 6000 volt).

Nel primo caso le linee saranno generalmente in cavo nelle vie principali e di traffico e solo alla periferia si potrà, per economia, eseguirle con filo aereo.

Nel secondo caso le linee secondarie potranno essere aeree ma le primarie sarà indispensabile eseguirle in cavo e più opportunamente in cavo sotterraneo.

L'impiego dei conduttori isolati sotterranei per le alte tensioni garantisce efficacemente la sicurezza dell'esercizio e l'integrità delle persone: inoltre, nella quasi totalità dei casi, si tratta di stendere linee in arterie che, o per l'importanza dei fabbricati o per il groviglio dei fili preesistenti delle distribuzioni private o dei telefoni, richiedono non indifferenti e sempre molto costose opere per pose aeree, per cui, considerato il vantaggio di un esercizio sicuro, è sempre preferibile, anche con spesa maggiore, posare cavi sotterranei.

Nella maggior parte dei casi, i cavi necessari sono unipolari, di sezione di rame assai piccola, isolati in carta, protetti da piombo ed armati con nastri di ferro che li rendono assai robusti anche per pose accidentate.

La maggior perdita dovuta all'armamento in nastri anziché in fili di ferro è così piccola che viene compensata largamente dal sensibile minor costo del cavo.

Eseguendosi un impianto di pubblica illuminazione con

cavi sotterranei il sistema in serie si presta assai per una più facile esecuzione.

Col sistema parallelo sono necessarie tante muffole di derivazione quante sono le lampade, ed eseguire una derivazione da un cavo sotterraneo rappresenta sempre un lavoro non indifferente di operai specializzati.

Nel sistema in serie semplice, cioè con lampade direttamente inserite sui circuiti, alimentati dai trasformatori a corrente costante, non vi è bisogno di muffole giacchè il conduttore collega direttamente il morsetto di un portalampade con quello successivo.

Per circuiti in cavo, sotterranei od aerei, si possono usare, realizzando una notevole economia, i tipi con isolamento in carta; sarà opportuno però che le estremità dei cavi, sia isolati in carta, sia isolati in gomma, vengano protette da coni terminali di porcellana, montati con miscela isolante per evitare che l'umidità, penetrando fra l'isolante ed il conduttore, formi sulle parti terminali delle corrosioni che, in tempo relativamente breve, mettono il cavo a terra.

Per circuito in conduttore isolato aereo, oltre ad osservare le norme generali relative agli impianti elettrici a medie ed alte tensioni, per gli impianti in serie occorrerà avere alcune avvertenze speciali, avuto presente che se l'interruzione di una linea in parallelo ha importanza relativa, produce invece, nel caso della serie, un gravissimo inconveniente tanto maggiore quanto più grande è il numero delle unità servite (in certi casi 60 e più).

Oltre ad osservare che tutte le giunzioni del conduttore sieno eseguite a perfetta regola d'arte ed accuratamente saldate e che tutti i collegamenti alle armature sieno fatti mediante morsetti per facilitare, in caso di bisogno, un rapido corto circuito con esclusione della lampada, la pratica acquisita consiglia di eseguire le linee aeree orizzontali, con conduttori razionalmente isolati (consigliabili i tipi Hachetal) e le discese lungo i pali e, soprattutto, lungo le facciate delle case in cavi sottopiombo o almeno in conduttori cordati (e non a filo unico) fissati ad isolatori almeno ogni due metri.

Ho avuto campo di osservare parecchie discese da 6 ÷ 8 metri di lunghezza, formate con conduttori costituiti da filo unico di mm. 3,2 di diametro, rivestiti di materie isolanti fino a portare il diametro esterno a circa mm. 10, nelle quali il conduttore di rame si tranciava in corrispondenza delle legature agli isolatori (generalmente l'inferiore) in pochi mesi, semplicemente per l'azione costante del vento che faceva vibrare continuamente la colonna discendente, agendo sulla grande superficie esterna del conduttore sproporzionata alla sezione metallica resistente.

Relativamente alle armature e soprattutto ai portalampade non vi è apprezzabile differenza di costo fra gli impianti in parallelo e quelli in serie, se si tien conto che negli impianti parallelo per illuminazione pubblica si dovrebbero sempre usare portalampade di porcellana, e non metallici come, purtroppo, si fa sovente, e che per gli impianti in serie, prescindendo dal tipo di portalampade a baionetta, cosiddetto Americano che è di costo un po' maggiore rispetto agli altri, si trovano in commercio ottimi portalampade serie fissi che hanno inoltre il vantaggio di impedire il montaggio a scatto della lampada, scatto che non è certo consigliabile per la conservazione del filamento.

Nei sistemi di illuminazione pubblica in parallelo le lampade sono allacciate a linee facenti capo a comuni trasformatori che, nella maggior parte dei casi, sono gli stessi che servono anche l'utenza privata.

Negli impianti in serie, prescindendo da quelli poco in uso dove la corrente è mantenuta costante o per carico costante a mezzo di resistenze ohmiche o per impedenze in serie sul circuito stesso, il trasformatore è proprio un organo speciale che, pur non essendo per nulla delicato, necessita non pertanto di una accurata scelta.

Caratteristica principale di questi trasformatori a bobine mobili, e che ora l'industria nazionale costruisce perfettamente, è quella di mantenere costante la corrente, e la tolleranza generalmente ammessa nei collaudi dei trasformatori regolatori è compresa tra ± 0.2 ampère tra il pieno carico ed il corto circuito.

Inoltre i trasformatori suddetti mantengono costante la corrente anche con variazioni della tensione primaria di $\pm 5\%$.

L'uguaglianza quindi dello splendore delle lampade sovraccennata per la costanza della corrente risulta praticamente perfetta rispetto a quanto accade nel sistema in derivazione dove gli sbalzi della tensione primaria sono subito avvertiti.

I rendimenti e gli sfasamenti al pieno carico ed al 50 %

non devono essere inferiori rispettivamente al 94 %, 88 %, 0,87 e 0,44.

I trasformatori secondari sono semplici trasformatori statici di corrente che si possono collocare in aria in nicchie ricavabili nei muri delle facciate delle case ovvero in muffole di ghisa sotterranee o in cassette di ferro aeree. In questi due ultimi casi lo spazio lasciato libero dal trasformatore viene riempito con miscela isolante (a basso punto di fusione) per le pose sotterranee e con olio per pose aeree.

Praticamente è consigliabile per l'impianto e più per l'esercizio la posa in nicchia.

Nelle pose sotterranee può avvenire che, o per qualche vano rimasto privo di miscela o per imperfetta chiusura della muffola, si infiltri dell'umidità.

Di maggior potenza è l'apparecchio, maggiormente si riscalda e assai più facilmente può essere aspirato, nel raffreddamento diurno, del vapor d'acqua che, condensato, permane.

Le caratteristiche elettriche dei trasformatori di corrente serie risultano chiaramente dal diagramma.

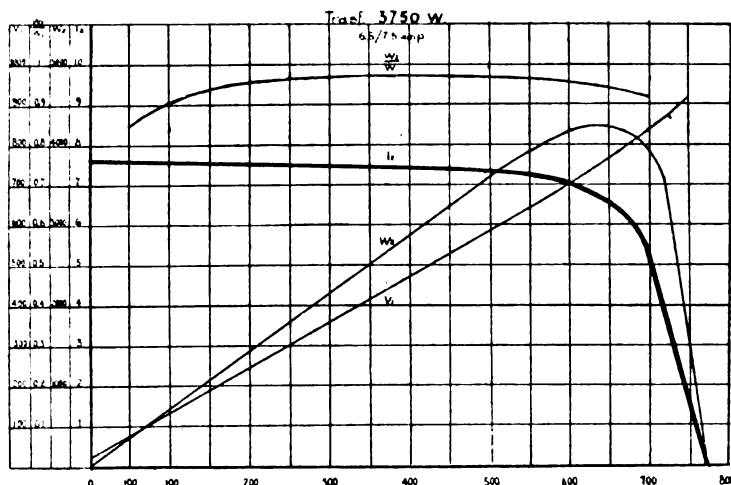


Fig. 2.

Relativamente all'esercizio di un impianto di pubblica illuminazione in derivazione od in cascata si può osservare che un guasto su un circuito serie è generalmente più dannoso che lo stesso sul circuito parallelo. Se si paragonano però due impianti eseguiti a perfetta regola d'arte e, più precisamente, senza economia di valvole per il sistema derivato e di corti circuiti razionalmente distribuiti per il sistema serie si può asserire che l'esercizio risulta identico coi due tipi, col vantaggio però per quello in serie della maggior facilitazione di individualizzare l'eventuale guasto, soprattutto quando si tratta di circuiti in cavo.

Nel sistema in serie con lampade inserite su circuiti alimentati da trasformatori di corrente statici, alla loro volta con primari in serie sul trasformatore a bobine mobili a corrente costante, l'impianto risulta quanto mai sicuro per l'esercizio.

Il cavo primario rappresenta in genere 1/10 della lunghezza dei cavi secondari ed essendo ad alta tensione, quindi posato con maggior cura, è difficilmente soggetto a guasti. I limitati circuiti secondari, perfettamente indipendentemente tra loro e dal cavo principale, non interessano mai, in caso di guasto, una zona estesa.

Dispositivi speciali possono permettere inoltre, anche con tensione elevata, l'isolamento del circuito interessato, la pronta riparazione e la nuova messa in esercizio senza dover interrompere la corrente al trasformatore principale.

Esaminando i diagrammi d'esercizio dell'impianto di pubblica illuminazione della città di Torino si possono ricavare i seguenti dati di spesa annua per lampada-ora riferentesi alla normale manutenzione (Rinnovo lampade, forniture e mano d'opera per riparazioni linee, cabine, armature, accensione, spegnimenti e controlli relativi) escluso quindi energia, interessi ed ammortamenti.

| | | | | | | |
|-------------|---------|-------------|---|----------------|---------------|---------|
| Lampada-ora | (serie) | lumen | — | 6.000 ÷ 10.000 | L. | 0.082 |
| " | " | " | — | 1.000 ÷ 4.000 | " | 0.019 |
| " | " | (parallelo) | " | — | 1.000 ÷ 2.000 | " 0.039 |

Per concludere queste brevi note ritengo di essere nel giusto affermando che per gli impianti di illuminazione pubblica il sistema più conveniente, allo stato odierno della tecnica, è quello in serie con lampade incandescenza in gas inerte.

Molti dei nostri Comuni che ancora a 5 anni dalla grande guerra non hanno sostituito le illuminazioni pubbliche a gas o peggio quelle provvisorie, che sono stati costretti improvvisare, con definitive e ben studiate distribuzioni per illuminazione solo paventando spese d'impianto non agiscono vantaggiosamente nell'interesse dei loro amministratori.

La spesa per un razionale impianto viene presto ammortizzata e compensata dalle notevoli economie di esercizio apportando in pari tempo alla Città un vantaggio generale, poiché l'intensità della illuminazione totale è indice sicuro di civiltà e di coltura come dimostra la storia della illuminazione artificiale che si può ritenere proceda parallelamente ad esse.

:: SUNTI E SOMMARI ::

ELETTROFISICA.

H. HELMS — Effetto dell'emissione elettronica sulla distribuzione della temperatura nei filamenti di tungsteno dei tubi a vuoto. (Telefunken Zeitung, settembre 1923, N. 32-33, pag. 69).

E' noto che la temperatura del filamento di un comune tubo a vuoto tende ad abbassarsi, non appena nel filamento ha inizio l'emissione elettronica: e che la formula del Richardson dà l'espressione della potenza, che il filamento consuma per mantenere tale emissione. Tuttavia le verifiche di detta formula, tentate da vari sperimentatori, hanno rivelato un raffreddamento del filamento praticamente superiore a quello previsto da detta formula. L'A. ha voluto riprendere tali verifiche, ed ha compiuto una serie di ricerche sperimentali, intese a determinare l'effetto dell'emissione elettronica sulla temperatura di un filamento, alimentato con corrente continua, in relazione ai due possibili schemi di inserzione del circuito di accensione nel circuito anodico, rappresentati dalla fig. 1.

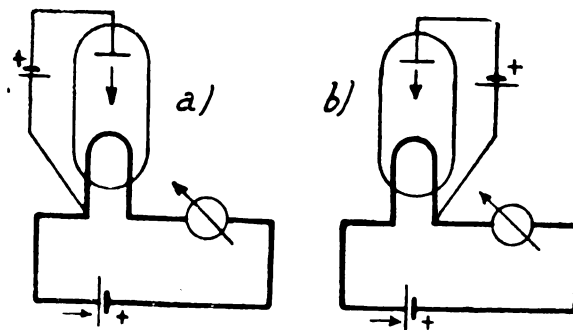


Fig. 1.

Nello schema a) il polo negativo della batteria anodica è collegato al polo negativo della batteria di accensione: ne risulta che, nella metà negativa del filamento alla corrente di accensione si somma la corrente anodica, mentre quella parte di corrente anodica, che circola attraverso il circuito di accensione, tende a ridurre l'intensità della corrente di accensione nella metà positiva del filamento. Si ha di conseguenza una sovrarelevazione di temperatura all'estremo negativo del filamento, un lieve abbassamento di temperatura all'estremo positivo.

Nello schema b) il polo negativo della batteria anodica è collegato al polo positivo della batteria di accensione: si ha ancora un abbassamento di temperatura all'estremo positivo, una sovrarelevazione all'estremo negativo: ma tali variazioni di temperatura sono in valor assoluto diverse da quelle che si verificano dallo schema precedente.

Ne segue che, volendo misurare il raffreddamento, subito dal filamento in conseguenza dell'emissione elettronica, bisogna non trascurare gli effetti dovuti al diverso modo di combinarsi della corrente anodica con la corrente di accensione, a seconda dello schema usato: poiché tali effetti possono mascherare quelli che costituiscono l'oggetto della ricerca.

L'A., per determinare la variazione di temperatura che un filamento di tungsteno, portato alla temperatura di 1900°-2000°, subisce per effetto dell'emissione elettronica, ha successivamente sperimentato un metodo elettrico, un metodo ottico ed un metodo fotografico.

a) metodo elettrico. Si misurano le grandezze elettriche (tensione e corrente di accensione) atte a definire la potenza sottratta al filamento dall'emissione elettronica, con ciascuno degli schemi di inserzione dianzi considerati. Poiché la variazione della corrente di accensione, che si verifica, nel passare dalla condizione di emissione nulla a quella di emissione in atto, è assai piccola, conviene ricorrere ad un metodo di compensazione, per misurare nei due casi la tensione esistente fra gli estremi del filamento. Determinata questa tensione, è possibile in base alla resistenza specifica e al coefficiente di temperatura del tungsteno, dedurre le variazioni di temperatura del filamento, relative alle due condizioni. Questo metodo consente di

rilevare soltanto un valore medio di tale temperatura, ma non dà alcun elemento per definire la distribuzione della temperatura stessa lungo il filamento. I risultati ottenuti dimostrano che, adottando lo schema a) la temperatura media del filamento aumenta durante l'emissione elettronica, mentre, adottando lo schema b) la temperatura media diminuisce: risulta inoltre che la sovrarelevazione di temperatura, che si ha nel primo caso è in un valore assoluto assai minore della diminuzione di temperatura, che si verifica nel secondo. Questo conferma che, prescindendo dagli effetti dovuti al sovrapporsi della corrente anodica sulla corrente di accensione, per effetto dell'emissione elettronica il filamento si raffredda, e tanto più, quanto più elevata è la sua temperatura iniziale, come l'A. ha del resto anche controllato, alimentando il filamento con corrente alternata.

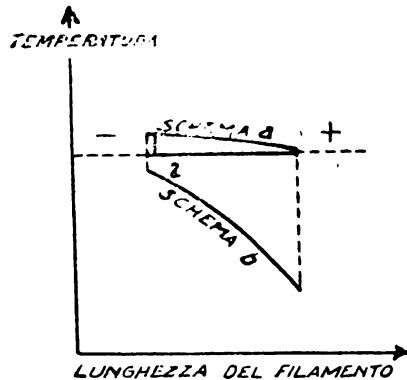


Fig. 2.

b) metodo ottico. L'A. ha misurato direttamente, per via ottica, servendosi del pirometro del Wanner la temperatura del filamento, prima e durante l'emissione. Questo metodo ha qualitativamente confermato i risultati ottenuti col metodo precedente: ma dal punto di vista quantitativo si è dimostrato insufficiente. Poiché infatti lo splendore intrinseco del filamento cresce assai rapidamente con la temperatura, l'A. ha dovuto constatare che le variazioni di temperatura da misurare rientravano praticamente entro i limiti di approssimazione del pirometro.

c) metodo fotografico. — Consiste nel fotografare il filamento incandescente, nel misurare col microfotometro di Hartmann l'annerimento della lastra fotografica, esposta per un periodo determinato di tempo alla luce emessa dal filamento, e nel dedurre da esso la temperatura del filamento stesso. Questo metodo si è dimostrato dal punto di vista quantitativo il più soddisfacente, e conferma esattamente i risultati qualitativi dei metodi precedenti. I risultati ottenuti dall'A. con questo metodo sono raccolti nei diagrammi 2, 3, 4.

DISTRIBUZIONE DELLA TEMPERATURA LUNGO IL FILAMENTO.

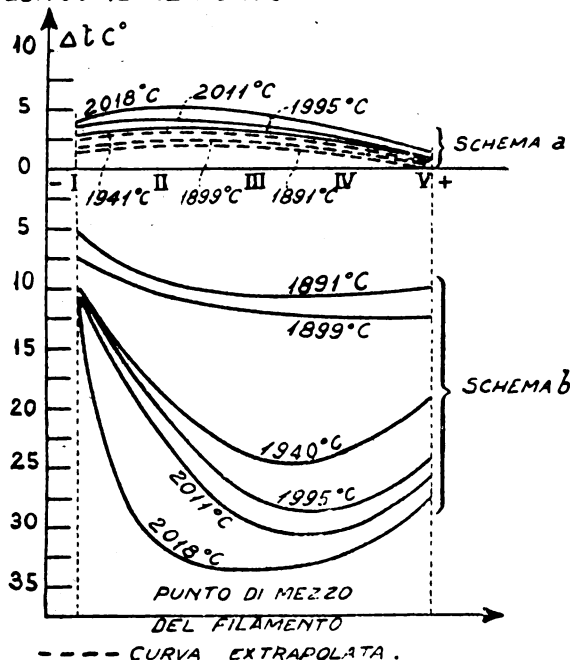


Fig. 3.

Il diagramma della fig. 2 mette in evidenza quale sia durante l'emissione elettronica, la distribuzione della temperatura lungo il filamento coi due diversi schemi di inserimento del circuito di accensione nel circuito anodico.

Se si confrontano i risultati ottenuti con questo metodo con quelli previsti dalla formula del Richardson, si hanno, a pari temperatura

del filamento, fra le correnti di accensione prima e durante l'emissione, differenze, che risultano cinque o sei volte minori di quelle previste dalla suddetta formula. Questo risultato, che concorda con quelli ottenuti da altri autori, si spiega, ammettendo che il lavoro compiuto dagli elettroni nel distaccarsi dal filamento diminuisce al crescere della temperatura. Inoltre il confronto dell'energia perduta per radiazione dal filamento, con quella sottratta al filamento dall'emissione elettronica, dimostra, che per temperature comprese fra 1900° e 2000°, la seconda non è che una piccola aliquota della prima.

La fig. 3 dà, per i due diversi schemi, la variazione di temperatura, che si ha durante l'emissione elettronica in cinque punti successivi del filamento, dall'estremo negativo a quello positivo di esso, per sei differenti temperature iniziali del filamento stesso, prima dell'emissione elettronica, e relative ai punti del filamento, nei quali le curve medesime tagliano la linea dello zero.

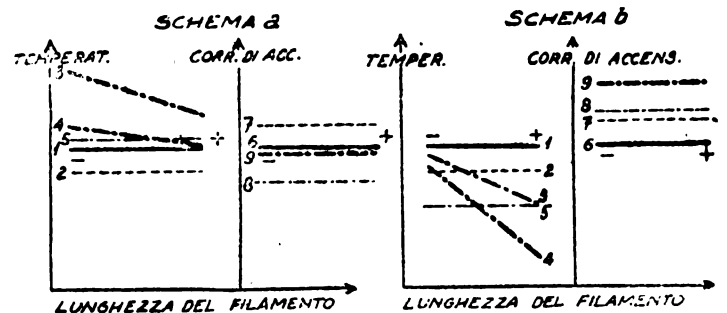


Fig. 4.

Infine il diagramma conclusivo della fig. 4 dà per ciascuno dei due schemi di inserimento a) e b) i seguenti elementi:

- 1) la temperatura uniforme, che prima dell'emissione il filamento dovrebbe assumere, indipendentemente dal tipo di schema impiegato;
- 2) la temperatura uniforme, che durante l'emissione il filamento dovrebbe assumere, indipendentemente dallo schema impiegato;
- 3) la distribuzione della temperatura, che si avrebbe nel filamento durante l'emissione, per effetto del tipo di schema impiegato, se l'emissione non portasse ad un raffreddamento del filamento;
- 4) la distribuzione della temperatura, che si ha effettivamente sul filamento, in conseguenza dei due effetti concomitanti;
- 5) la temperatura media effettiva del filamento;
- 6) la corrente di accensione, che si avrebbe prima dell'emissione, indipendentemente dal tipo di schema impiegato;
- 7) la corrente di accensione che il filamento dovrebbe assorbire per conservare durante l'emissione la sua temperatura iniziale, indipendentemente dal tipo di schema impiegato;
- 8) la corrente di accensione, che si avrebbe durante l'emissione, a seconda dello schema impiegato, se l'emissione elettronica non portasse, a pari temperatura del filamento, a un maggiore assorbimento di corrente;
- 9) la corrente di accensione effettivamente assorbita a pari temperatura in conseguenza dei due effetti concomitanti.

Fe. Vi.

* *

IMPIANTI.

H. CARPENTIER — Il motore sincrono, per regolare il fattore di potenza e regolare la tensione di una linea. (R. G. E., 18 agosto 1923, pag. 220).

L'A. accenna alle ragioni per cui il motore sincrono sovraccaricato migliora il $\cos \varphi$, alleggerendo in parte il carico del generatore e tenendo costante la tensione sulla linea. Le forme della sua applicazione, a quest'uopo, sono due: 1) funzionamento a vuoto (condensatore sincrono); 2) con carico meccanico.

Incremento del fattore di potenza. — 1) Si presentano due problemi: a) Dato un sistema di potenza apparente P e $\cos \varphi_0 < 1$, quale potenza apparente S deve avere il condensatore sincrono per portare il fattore di potenza ad un dato maggior valore $\cos \varphi_1$? b) Quale sarà il miglioramento del $\cos \varphi$, prodotto da un condensatore sincrono di data potenza apparente? Nel primo caso, l'A. ricava facilmente la relazione

$$S = P (\sin \varphi_0 - \cos \varphi_0 \operatorname{tg} \varphi).$$

mediante la quale tracciate le curve in fig. 1, da cui si ottiene S in percentuale di P . Per es., per $P = 2000$ kVA, volendo passare da $\cos \varphi_0 = 0,70$ a $\cos \varphi_1 = 0,90$, dal punto A si conduce la verticale che taglia in B la curva $\cos \varphi_1 = 0,90$; l'orizzontale per B taglia in C, cioè a 37,25, l'asse delle ordinate; quindi la potenza apparente del motore deve essere il 37,25 % di quella della linea. Invece, se in una linea di 2000 kVA, con $\cos \varphi_0 = 0,70$ si installa un motore da 600 kVA (cioè il 30 % della potenza della linea), per avere il $\cos \varphi_1$ risultante, si traccia l'orizzontale per il punto $y = 30$, che incontra la verticale innalzata da $\cos \varphi_0 = 0,70$ in un punto della curva corrispondente a $\cos \varphi_1 = 0,85$, che è il valore cercato.

Dal grafico fig. 2 si può ricavare il valore della potenza apparente risparmiata installando un dato motore. Se la potenza di questo

è di 1000 kVA, e quella della linea di 2500 kVA, con $\cos \varphi_0 = 0,70$, dalla fig. 1 ricaviamo $\cos \varphi_1 = 0,91$ e nella fig. 2, l'intersezione della verticale per 0,70 con la curva per 0,91, ha per ordinata 23 cioè la potenza risparmiata è il 23 %.

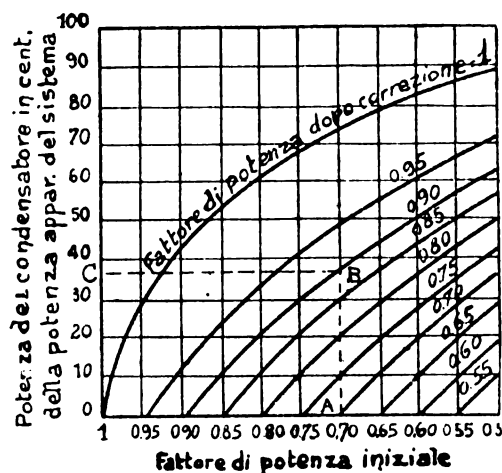


Fig. 1.

2) L'A. dimostra come varia la differenza di fase φ_1 secondo il carico del motore, quale è la posizione del punto (che, collegato alla origine delle coordinate, dà la risultante delle potenze apparenti del sistema e del motore) nel quale $\cos \varphi_1$, in relazione ad un dato

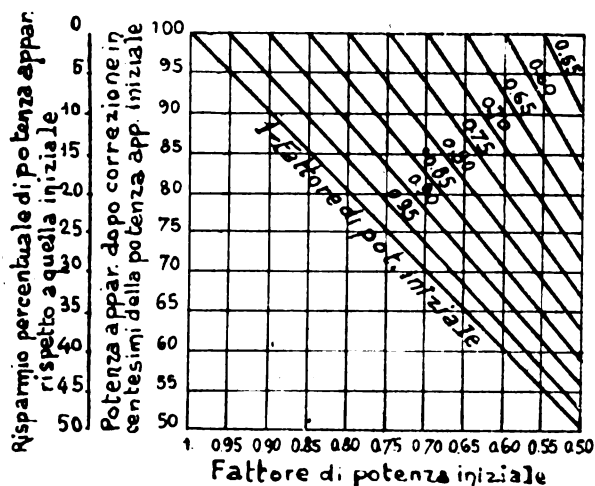


Fig. 2.

carico meccanico, è massimo, e come il luogo di questo punto è un semicerchio, il cui diametro è uguale al vettore potenza apparente del sistema. La correzione sarà massima quando il segmento che unisce quel punto all'estremo del vettore carico del motore, sarà tangente al semicerchio.

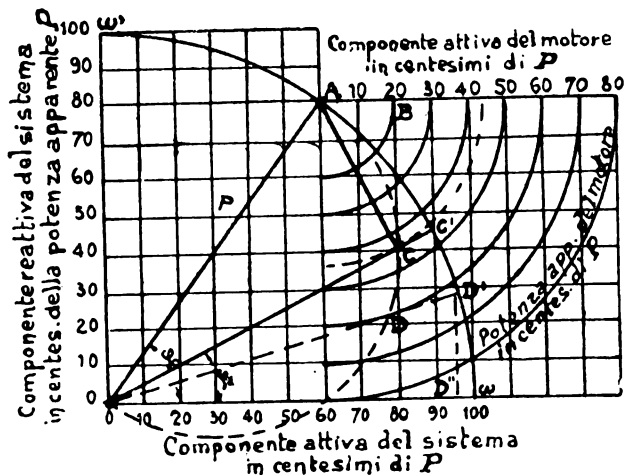


Fig. 3.

Si dimostra il teorema: «Se ad un dato sistema si aggiunge un motore sincrono atto a portare la massima correzione al fattore di potenza per il carico meccanico massimo, il nuovo angolo di fase è metà di quello iniziale».

I problemi che scaturiscono sono:

1) Aggiungendo un motore di potenza S ad un sistema di potenza P e $\cos \varphi$ determinati, quali saranno il massimo fattore di potenza ottenibile e la corrispondente potenza meccanica massima?

2) Dato un sistema di potenza P e $\cos \varphi$ determinati, quale potenza S dovrà avere il motore sincrono atto ad assicurare il massimo fattore di potenza col corrispondente carico meccanico?

Alla loro soluzione giova il diagramma in fig. 3:

1) Espressa la potenza S in centesimi di quella P , si unisce con l'origine l'intersezione D , tra il cerchio corrispondente di centro A e il semicerchio OCA , l'ascissa del punto D' dà in D'' il valore di $\cos \varphi$ corretto;

2) Condotta la tangente verticale al semicerchio OC , per il punto di contatto C si traccia il cerchio di centro A : esso individua la potenza apparente del motore mentre che la potenza meccanica si otterrà proiettando C sulla scala delle componenti attive del motore.

Tracciato questo grafico per tutti i valori di $\cos \varphi$, si possono ricavare le curve caratteristiche della fig. 4:

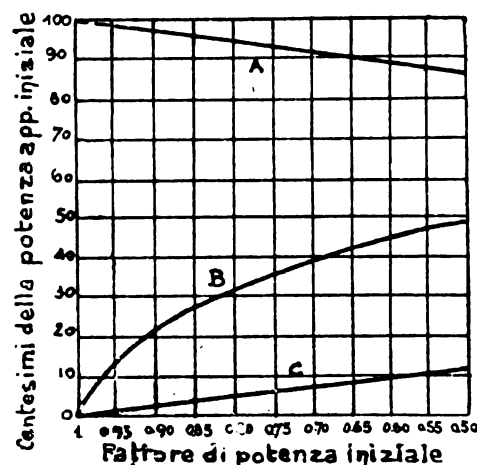


Fig. 4.

A) $\cos \varphi$ corretto e relativa potenza apparente del sistema in funzione del $\cos \varphi$ iniziale;

B) potenza apparente del motore;

C) carico meccanico massimo di esso;

che permettono di risolvere senz'altro il secondo problema.

Se, per es., $P = 4000$ kVA, con $\cos \varphi_0 = 0,60$, vediamo che $S = 0,45 \times 4000 = 1800$ kVA, $\cos \varphi_1 = 0,895$, il carico meccanico del motore è di $0,20 \times 4000 = 800$ kW e la potenza apparente risultante del sistema è $0,895 \times 4000 = 3580$; cioè la potenza attiva aumenta del 33 % e la potenza apparente della rete diminuisce del 10 per cento.

Nel caso del condensatore sincrono, questo avrebbe dovuto avere il 50 % di P , per dare lo stesso $\cos \varphi_1$.

Regolazione della tensione. — Mentre nelle linee di trasmissione, generalmente fornite di grande capacità, il fenomeno Ferranti costringe, a vuoto, a tener la tensione più bassa alla partenza che all'arrivo, sotto carico, con $\cos \varphi$ tra 0,70 e 0,80, si hanno invece forti cadute di tensione. Essendosi rilevato che il funzionamento più economico corrisponde a una caduta del 10 %, la tensione di partenza E_1 deve essere eguale a 1,1 E (essendo E la tensione di arrivo), tra marcia a vuoto e pieno carico. Ma, perciò, bisognerebbe introdurre, nel primo periodo, una selfinduzione, e, nel secondo, una capacità, mentre che invece lo scopo può ottenersi automaticamente col motore sincrono con regolatore della tensione di eccitazione.

L'A., che cita vari metodi in proposito, descrive quello da lui studiato, per calcolare le correnti reattive da fornire ad una data linea per mantenere agli estremi le tensioni prefisse, E ed E_1 .

Riferendosi alle coordinate $I_a = I_0 \cos \varphi$ (essendo I_0 la corrente di linea) e $I_r = I_0 \sin \varphi$, l'A. dimostra che il luogo dei punti tali che le tensioni agli estremi siano E ed E_1 , è un cerchio, siavi o non corrente di capacità, e sia la fase ritardata o anticipata.

Egli applica ciò alla regolazione delle linee, in cui, essendo generalmente la differenza di fase in ritardo, converrà sovrareccitare il motore sincrono così da dare corrente in anticipo di fase, salvo che

in marcia a carico debole o nullo. Poichè $\frac{E_1}{E}$ è in generale maggiore

di 1, si vede che il raggio supera la distanza del centro dall'origine, e quindi il cerchio taglia l'asse ascisse in un punto che corrisponde a carico diverso da zero. Dunque ci sarà sempre un carico, in generale basso, per cui si possono avere le tensioni E ed E_1 senza bisogno di regolazione, cioè la linea è autoregolatrice, ciò che non si ha a vuoto.

Sempre riferendosi alle coordinate I_a e I_r , l'A. ottiene in breve la potenza dei motori sincroni necessari per diversi carichi. Il motore deve fornire una corrente reattiva atta ad annullare l'effetto della corrente reattiva di linea, I_Δ , e ad assicurare una corrente reattiva eguale a quella che risulta dal cerchio suddetto, cioè deve aversi $I_a = I_\Delta + I_c$ (essendo I_c la corrente di capacità). Si ricavano facil-

mente i punti della curva I_a , che l'A. dimostra essere iperbolica.

Si possono anche rilevare i punti di marcia a vuoto e quelli del carico limite per cui la linea si può regolare per le tensioni E ed E_1 ; in caso di carichi superiori, bisognerà adottare tensioni maggiori.

La tensione E_1 deve poter realizzare un giusto equilibrio compatibile con le possibilità di funzionamento del motore sincrono nei due sensi a partire dal minimo della curva a V. Le macchine normali sono calcolate per dare una corrente ritardata di fase, pari al 50 % della corrente normale in anticipo.

Nella scelta della tensione conveniente, elevandone il valore, si diminuisce, a pari percentuale di caduta di tensione, l'intensità di corrente da richiedere al motore sincrono. In ogni caso, tracciando i cerchi e le curve I_a , relativi a vari valori di $\frac{E_1}{E}$, si può dedurre

quale regime conviene adottare per impiegare il motore di minima potenza. Circa la frequenza, la sua influenza è praticamente minima sui valori di I_a .

e. m. a.

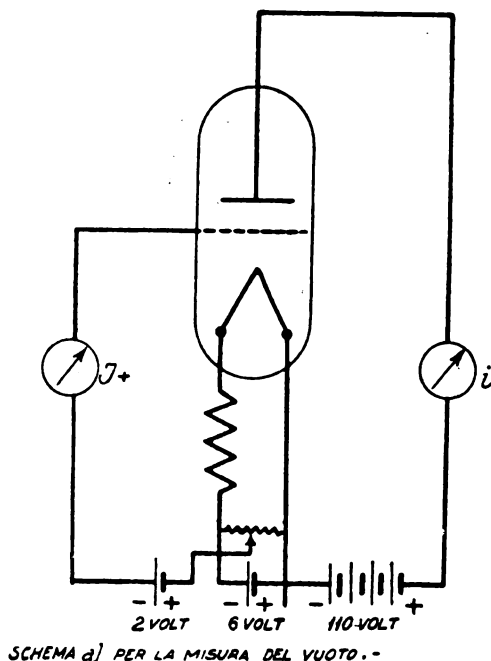
* *

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

S. HELLMUT — Misure di vuoto mediante tubi elettronici usati come manometri a ionizzazione. (Telefunken Zeitung, 23 settembre 1923, N. 32-33, pag. 56).

È noto che la maggior parte dei tipi di triodi attualmente adoperati nella tecnica radiotelegrafica e radiotelefonica sono a vuoto molto spinto: e che regna tuttora alquanto incertezza circa i metodi più convenienti per controllare, durante la fabbricazione, i risultati dei vari processi di vuotatura.

È anche noto ⁽¹⁾ che i metodi in uso per la misura del vuoto nei triodi, aventi la griglia in posizione intermedia fra l'anodo e il catodo, sono due. Un primo metodo consiste nell'applicare alla griglia una debole tensione negativa e all'anodo una elevata tensione posi-



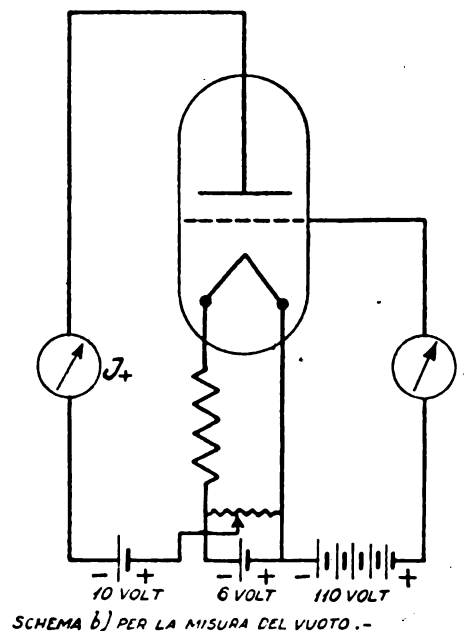
SCHEMA a) PER LA MISURA DEL VUOTO.-

Fig. 1.

tiva (schema a), fig. 1) e nel rilevare, come mezzo per stabilire un indice del vuoto, la corrente negativa di griglia: un secondo metodo si basa invece sulla misura della corrente negativa di placca, quando alla griglia si applichi una elevata tensione positiva e alla placca una debole tensione negativa (schema b), fig. 2). L'A. si è prefisso di trarre da un'ampia serie di prove sperimentali norme precise per dedurre dalla misura delle correnti di ionizzazione il grado di vuoto esistente in un triodo.

I triodi, su cui l'A. ha sperimentato, sono quelli messi in commercio dalla Telefunken con caratteristica RE 11, e cioè triodi ad involucro cilindrico alto cm 5 e del diametro di 15 mm, con anodo e griglia di nickel, e triodi con caratteristica 91 a, ad involucro cilindrico del diametro di 22 mm. Essi, prima di iniziare le misure, sono stati sottoposti sul banco di prova schematicamente indicato in fig. 3, ad un accurato processo di vuotatura, per il quale sono state impiegate una pompa preliminare del tipo rotativo Siemens, in serie con una pompa molecolare del tipo Gaede a diffusione di vapori di mercurio.

Fra la pompa di diffusione ed i triodi l'A. ha sistemato un manometro tipo Mc.Leod, atto alla misura di pressioni dell'ordine fino a $5 \cdot 10^{-6}$ mm di mercurio ed una valvola atta ad intercettare la comunicazione fra i triodi col relativo manometro e la pompa. I triodi sono stati quindi tenuti per un'ora in una stufa a 400° , allo scopo di liberare l'involucro di vetro dalle tracce del vapor acqueo residuo, e poscia ancora le parti metalliche sono state liberate dai gas occlusi mediante il noto processo di bombardamento dell'anodo; infine, dopo una seconda permanenza nella stufa, sono state immerse nei bulbi dosi opportune di gas inerti, la cui purezza era stata preventivamente controllata allo spettroscopio.



SCHEMA b) PER LA MISURA DEL VUOTO.-

Fig. 2.

L'A. ha compiuto una prima serie di esperienze basate sull'applicazione del primo metodo di misura del vuoto su triodi contenenti azoto ed ha rilevato: a) le caratteristiche della corrente anodica e della corrente di griglia in funzione della tensione anodica e di griglia, per una determinata pressione interna di gas (fig. 4); b) le caratteristiche della corrente anodica e della corrente di griglia in funzione della tensione di griglia per tre diverse pressioni interne di gas e per una determinata tensione anodica (fig. 5). Dall'esame delle curve, con indice c, le cui ordinate sono in ciascun punto proporzionali al rapporto fra la corrente ionica positiva (corrente negativa di griglia) e la corrente elettronica (corrente positiva dell'anodo), risulta che, eccezion fatta per la zona del diagramma, compresa fra le tensioni di griglia zero e $-2V$, la corrente ionica positiva è direttamente proporzionale alla corrente elettronica.

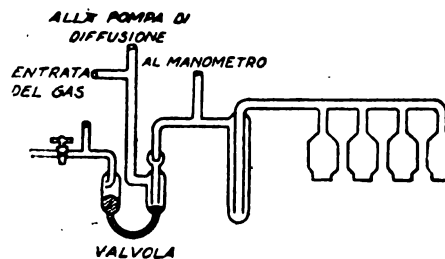


Fig. 3.

L'A. ha quindi ripetuto le stesse esperienze, attenendosi al secondo metodo di misura del vuoto. La prima constatazione, che emerge dall'esame dei risultati, è che, a pari pressione interna di gas e a pari corrente elettronica, il secondo metodo consente di rilevare una più abbondante ionizzazione del gas contenuto nell'interno del triodo, che non il primo metodo. La ragione di ciò è da ricercare nel fatto che, applicando alla griglia una tensione positiva elevata e all'anodo una debole tensione negativa, gli elettroni, invece di percorrere una volta sola l'intervallo fra catodo e anodo, compiono tutta una serie di oscillazioni al di qua e al di là della griglia. Ne deriva verosimilmente che essi urtano un maggior numero di molecole gassose, e la differenza di ionizzazione, che si rileva coi due metodi, si esalta, al crescere della pressione interna del gas. Questa considerazione renderebbe preferibile, per la misura del vuoto, il secondo dei due metodi anzidetti, in ragione della sua maggior sensibilità, se esso non presentasse qualche maggior difficoltà nella deduzione di conclusioni teoriche dai risultati sperimentali, perchè il numero di

⁽¹⁾ L'Elettrotecnica, Vol. X, 5 luglio 1923, N. 19, pag. 426 e Pubblicazione N. 21 dell'Istituto E. e R. T. della R. Marina.

elettroni, che attraversano la griglia, è incognito; ed inoltre le variazioni della tensione anodica non solo hanno per effetto di far variare la velocità degli elettroni, ma anche l'estensione della zona interna del triodo, nella quale avvengono i fenomeni di ionizzazione.

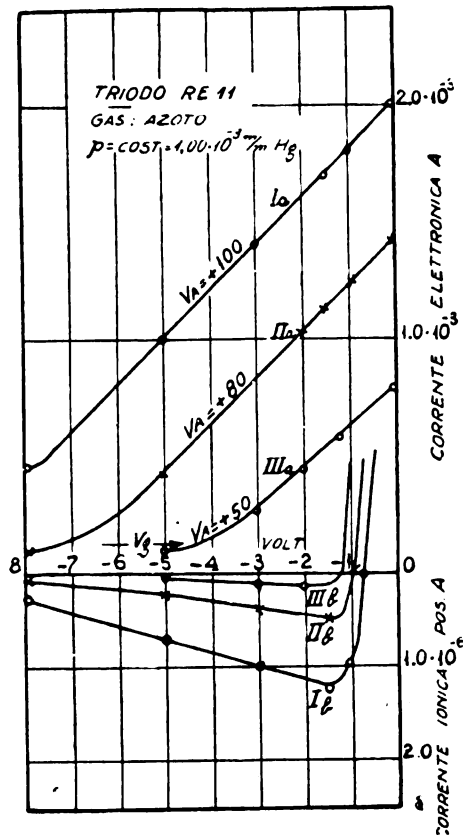


Fig. 4.

L'esame della fig. 6, che dà il modo di variare della corrente ionica positiva in funzione della corrente elettronica, per tre diverse pressioni interne di gas, conferma la legge di proporzionalità, già evidente nella prima serie di esperienze, fra corrente ionica ed emis-

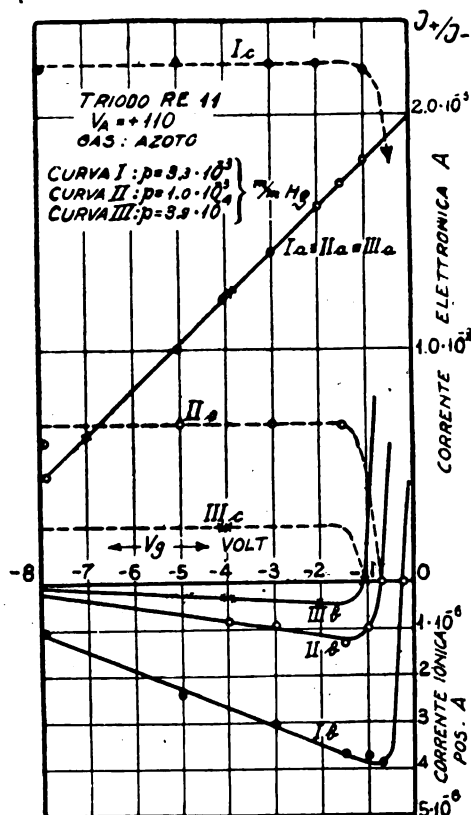


Fig. 5.

sione elettronica. È bensì vero che tale legge non risponde più alla realtà, se la pressione interna del gas cresce al di là di 1.10^{-3} mm di mercurio, condizione nella quale si producono nell'interno del triodo bagliori azzurri (fig. 7); o se detta pressione scende al di sotto

di 1.10^{-4} mm di mercurio, caso nel quale la maggior parte delle molecole gassose fra anodo e catodo è già ionizzata da una non grande corrente elettronica (fig. 8): tuttavia, all'infuori di queste particolari

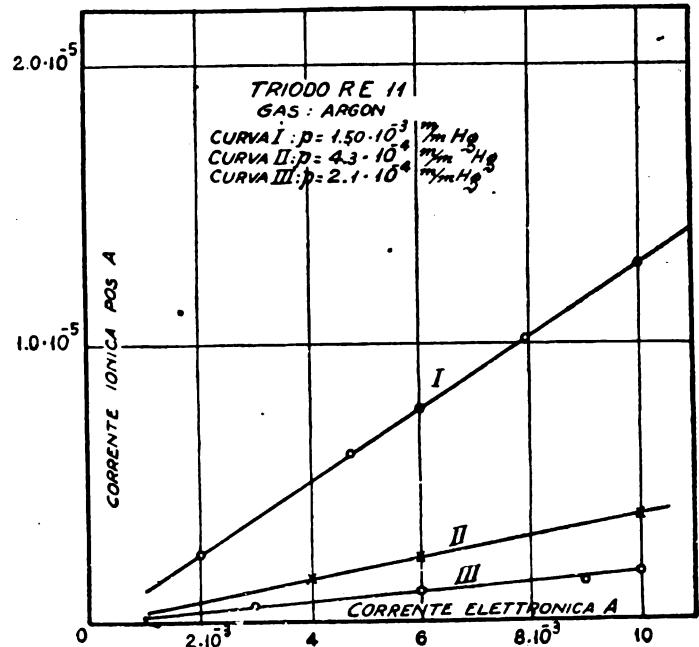


Fig. 6.

condizioni, tale legge di proporzionalità si può considerare sufficientemente approssimata. Si può allora scrivere

$$\frac{I}{i} = c \cdot f(p)$$

ove I è la corrente ionica positiva, i la corrente elettronica, c una costante ed $f(p)$ una funzione da determinarsi della pressione del gas.

Basandosi su questa relazione, l'A ha tracciato le curve dei valori di I in funzione della pressione interna per tre diversi gas;

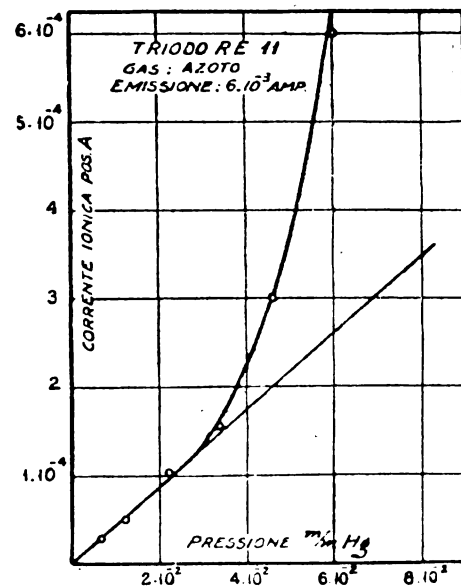


Fig. 7.

azoto, idrogeno e argon: e poichè tali curve si riducono praticamente ad altrettante rette, ha calcolato coi due metodi i valori della costante C , che soddisfa la relazione $\frac{I}{i} = C \cdot p$. Tali valori risultano dalla tabella seguente:

| Metodo | Tipo del triodo | Valore della costante C | | | $\frac{C_{H_2}}{C_{N_2}}$ | $\frac{C_{H_2}}{C_{arg}}$ |
|--------------|-----------------|-------------------------|-------|-------|---------------------------|---------------------------|
| | | H_2 | N_2 | A_2 | | |
| 1° | R E II . . . | 3,12 | 1,36 | 1,10 | 2,30 | 2,84 |
| 2° | | 1,70 | 0,74 | 0,58 | 2,30 | 2,93 |
| 1° | N 91 a . . . | 2,60 | 1,15 | 1,15 | 2,26 | 2,80 |
| 2° | | 0,70 | 0,32 | 0,32 | 2,19 | 2,80 |
| Valore medio | | | | | 2,26 | 2,84 |

L'esame della tabella fa rilevare che, per i triodi del tipo *RE II*, l'ionizzazione che si ha col secondo metodo è circa 1,85 volte quella che si realizza col primo metodo; e pei triodi del tipo 91 *a* la differenza è ancora maggiore.

Ad ogni modo, per un dato tipo di triodo, per un dato gas e per un dato metodo di misura, il rilievo della corrente ionica positiva permette di calcolare immediatamente la pressione ossia il grado di vuoto esistente nel triodo quando si conosca la costante *C*: il triodo costituisce quindi in tal modo un manometro di impiego semplice e sicuro. Volendo ad esempio misurare la velocità relativa del processo

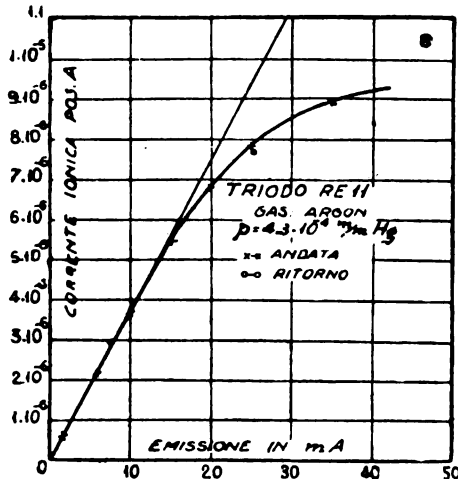


Fig. 8.

di vuotatura con pompe di tipo differente, basta frapporre fra la pompa e lo spazio da vuotare, un triodo che funzioni da manometro e del quale basterà misurare a intervalli regolari di tempo la corrente positiva di ionizzazione, tostochè l'emissione elettronica sia a regime. Analogamente si potrebbe misurare la velocità relativa del processo di vuotatura, che si realizza con una determinata pompa per gas differenti. La fig. 9 rappresenta appunto l'andamento del processo di vuoto-

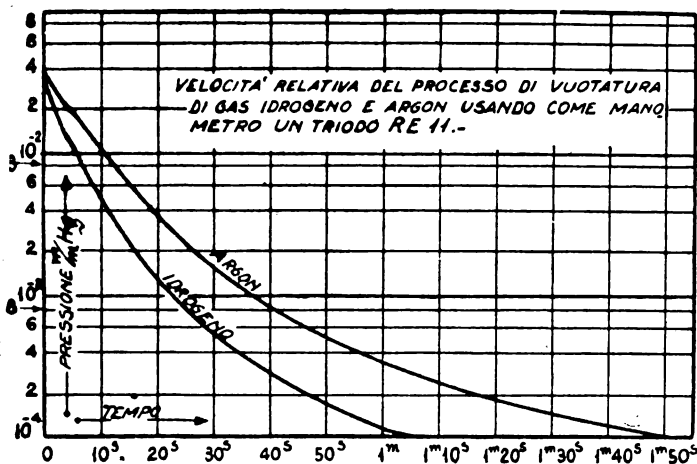


Fig. 9.

tatura, effettuato con una pompa a diffusione, usando come manometro un triodo del tipo *RE II*, ed aspirando una volta idrogeno, l'altra volta argon a partire da una pressione di $4 \cdot 10^{-2}$ mm di mercurio.

L'A ha anche potuto sperimentalmente verificare che, come era già noto nei riguardi delle lampade ad incandescenza, l'emissione elettronica di un filamento di tungsteno, portato ad una determinata temperatura, cresce quando nell'interno del bulbo si ha una debole pressione di gas, anziché un vuoto estremamente spinto.

Fe. Vi.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

R. MESNY — Le onde cortissime. (*L'Onde Électrique*, N. 25 e 26 gennaio e febbraio 1924, Vol. III, pag. 25 e 99).

Le speciali proprietà delle onde corte, che divengono ogni giorno meglio note, ed i promettenti risultati già conseguiti sperimentando su frequenze dell'ordine di $1 \div 3$ milioni di periodi, hanno indotto l'A. a cercare di produrre, irradiare e ricevere con regolarità onde cortissime, dell'ordine di alcuni metri.

Il tipo di generatore adottato è schematicamente riprodotto nella fig. 1. Due induttanze *A* e *B*, avvolte in senso contrario, riuniscono rispettivamente le griglie e le placche di due triodi; un condensatore è derivato in parallelo su ciascuna delle due induttanze. I punti di

mezzo di *A* e di *B* sono connessi mediante i conduttori *g* e *p*: il primo con uno degli estremi della batteria di accensione attraverso una resistenza, il secondo con l'altro estremo attraverso il generatore di tensione anodica. Con tale dispositivo, gli elementi omologhi dei

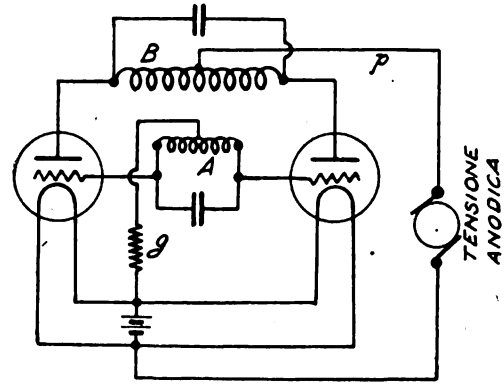


Fig. 1.

due triodi sono in ogni istante a potenziali uguali e contrari, di modo che, mentre la resistenza dello spazio anodo filamento in un triodo diminuisce, nell'altro aumenta, e viceversa. Il circuito oscillante riceve un impulso ogni mezzo periodo, nessuna corrente variabile per-

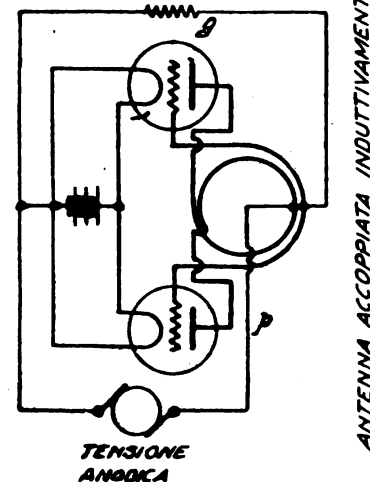


Fig. 2.

corre i tratti comuni *p* e *g* e le oscillazioni sono localizzate nelle induttanze di griglia e di placca e nei conduttori che collegano in parallelo i filamenti. E' questo il vantaggio maggiore del dispositivo, poichè quando invece le oscillazioni debbono necessariamente pro-

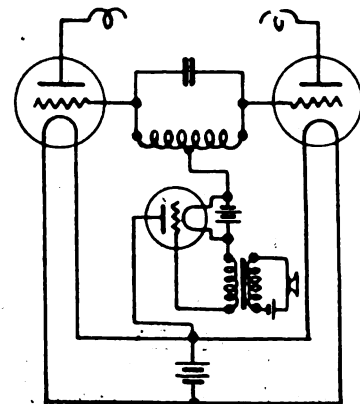


Fig. 3.

pagarsi, come nei generatori ad un solo triodo, nei conduttori che connettono la griglia e l'anodo col filamento, si manifestano sempre negli organi ausiliari oscillazioni parassite, che rendono difficilissima, se non impossibile, una emissione regolare di onde molto corte. Per ottenere onde di $1 \div 2$ metri di lunghezza l'A. ha adottato lo schema della fig. 2.

L'antenna è costituita da un conduttore rettilineo isolato e vibra perciò su mezza onda. L'accoppiamento induttivo col circuito oscillante è ottenuto per semplice effetto di vicinanza. Per un dato tipo di triodo esiste una lunghezza d'onda minima, sulla quale esso è capace di generare stabilmente oscillazioni. Tale lunghezza è probabilmente determinata dalle dimensioni degli elementi del triodo e dalle loro distanze relative; aumentando la tensione anodica ed avvicinando la placca al filamento, diminuendo cioè la durata del tragitto degli elettroni, la lunghezza dell'onda limite decresce. La fig. 3 rappresenta lo schema già adottato con successo per le comunicazioni radiotelefoniche. L'apparato ricevente è del tipo a super-reatore con un gruppo simmetrico (analogo a quello trasmettente) al posto del primo triodo.

Con onde di $1 \div 2$ m, adoperando specchi piani e parabolici, l'A. ha potuto mettere in evidenza, a scopo didattico, la polarizzazione del campo; operando su conduttori ha potuto riprodurre le classiche esperienze sulla propagazione. Attualmente sta organizzando una serie di trasmissioni con onde dell'ordine del 10 m allo scopo di raccogliere dati sperimentali per lo studio più completo delle loro proprietà. Alcune interessanti esperienze con onde di 45 m già sono state effettuate dal comandante Chaulard.

E' noto che le onde corte, di fronte ad un migliore rendimento alla trasmissione, presentano, in confronto con le lunghe, l'inconveniente di essere molto più facilmente assorbite, soprattutto dai terreni mediocri conduttori. Si è cercato allora di sottrarre, almeno entro certi limiti, queste onde alla azione assorbente del terreno, emettendole obliquamente verso l'alto. Se l'ipotesi dell'esistenza dello strato di Heaviside corrisponde, almeno in parte, a realtà, o scorrendo lungo detto strato, o per successivi rimbalzi fra esso e la superficie terrestre, le onde lanciate obliquamente dovrebbero propagarsi a distanza maggiore di quelle emesse parallelamente al suolo. Per la emissione obliqua basta impiegare una antenna vibrante sopra una intera onda. Il diagramma di radiazione di tale antenna è rappresen-

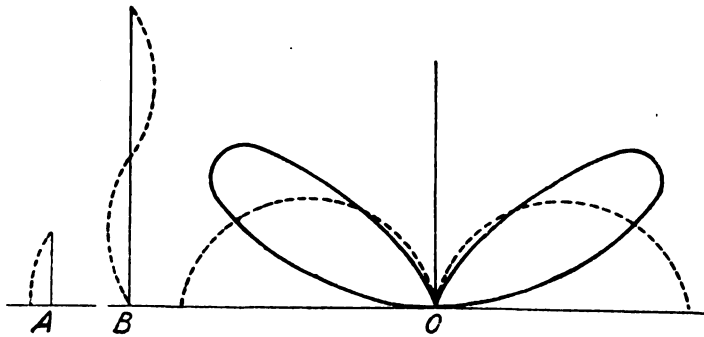


Fig. 4.

tato (a tratto pieno) nella fig. 4 insieme con quello (tratteggiato) di una antenna vibrante su di un quarto di lunghezza d'onda. L'antenna speciale impiegata dallo Chaulard nelle sue esperienze, era costituita da un filo verticale AB, di 45 m di lunghezza (fig. 5), terminante alla base con un tratto orizzontale BC, molto vicino alla terra.

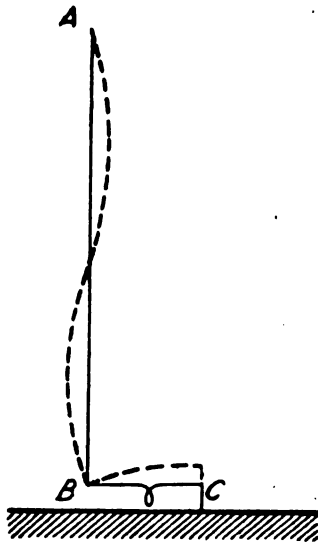


Fig. 5.

Mentre quest'ultimo vibra su di un quarto d'onda, il tratto AB vibra allora su l'onda intera. Con questa antenna e con un'altra del tipo ordinario (costituita da un filo verticale di 9 m) furono effettuate due serie di trasmissioni affidando a numerosi dilettanti, preventivamente messi al corrente delle modalità e degli scopi delle prove, l'incarico di ricevere i segnali e di compararne la forza.

I risultati ottenuti non possono, per ovvie ragioni, considerarsi definitivi, tanto più che non sono mancate le osservazioni contraddittorie; si può tuttavia ritenere constatato che, trasmettendo da Parigi, a Lilla (km 200) le emissioni con antenna normale erano più forti delle altre, a Strasburgo (km 400) la differenza fra le due era debole ed a Nizza (700 km) la emissione verso l'alto era quella ricevuta con maggiore intensità. Il vantaggio della emissione con antenna speciale era pure constatato lungo la costa del Mediterraneo e ai piedi dei Pirenei, località tutte a circa 700 km da Parigi.

E' stato inoltre osservato che i fenomeni di indebolimento accidentale e capriccioso o, come taluni dicono, di oscuramento dei segnali, non sarebbero poi sulle onde corte così frequenti come è stato spesso affermato. Più volte si è osservata la sparizione repentina di una emissione, ma ciò è quasi sempre stato causato da brusche variazioni di lunghezza d'onda dovute ad irregolarità di funzionamento del generatore.

U. Ru.

*

E. ALBERTI e G. LEITHÄUSER — Un nuovo metodo per la misura della lunghezza delle onde di servizio nelle stazioni radiotelegrafiche trasmettenti. (E. T. Z., 29 novembre 1923, N. 47-48, pag. 1027).

La misura della lunghezza delle onde in arrivo sopra un'antenna ricevente presenta ordinariamente qualche difficoltà in ragione della limitata energia in giuoco, specialmente se la stazione trasmettente è assai lontana; ed è spesso affetta da errori, inerenti ai metodi di misura, cui si ricorre. Se le oscillazioni in arrivo sono smorzate, e si adopera per confronto come generatore locale il cimometro eccitato con una cicala, non è detto che la frequenza delle oscillazioni del cimometro così adoperato sia identica a quella che si è verificata nella taratura. Se le oscillazioni in arrivo sono persistenti e si fanno interferire con quelle di un'eterodina, la misura della lunghezza di onda in base alla media di due letture eseguite dall'eterodina, con una medesima nota acustica di interferenza risulta talvolta incerta.

Gli AA. hanno studiato un metodo assai sensibile per la misura della lunghezza delle onde in arrivo, così smorzate come persistenti, che non richiede da parte della stazione trasmettente l'emissione di linee particolarmente lunghe, e consente quindi di effettuare la misura durante i periodi di effettivo servizio. Il principio del metodo e lo schema dei circuiti di misura sono i seguenti. A è l'antenna ricevente (fig. 1) avente in serie il sintonizzatore C, P; E è un'ete-

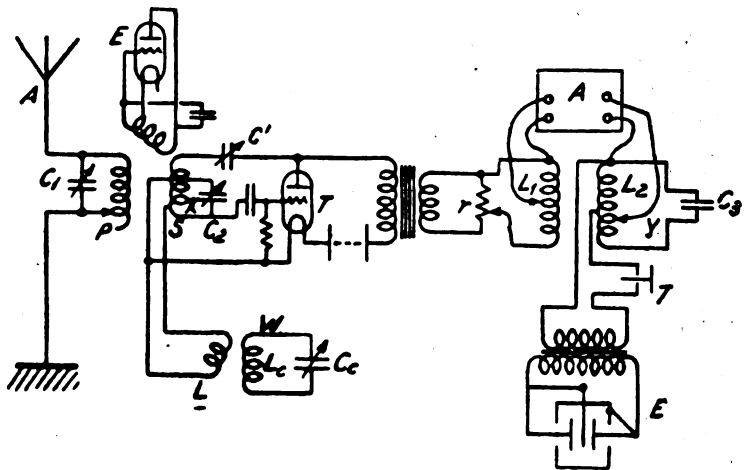


Fig. 1.

rodina accuratamente tarata: T un triodo amplificatore e raddrizzatore, con reazione fra circuito di griglia e circuito anodico, nel quale è compreso il circuito oscillante K, il cui accoppiamento coll'antenna e coll'eterodina è variabile entro ampi limiti; e che per mezzo di una bobina L può eccitare l'ondametro W. La corrente di frequenza telefonica, che circola nel circuito anodico del triodo T determina agli estremi della resistenza r una tensione alternativa, che dopo esser stata amplificata dall'amplificatore a bassa frequenza A viene ad agire, tramite il circuito sintonizzabile Y, sul telefono T o sull'elettrometro E.

Per misurare la lunghezza di un'onda in arrivo si sintonizzano per tale frequenza l'antenna e il circuito K: indi messa in oscillazione l'eterodina E su di un'onda poco diversa, si regola l'accoppiamento fra circuito di griglia e circuito anodico del triodo T per modo che, pur non innescandosi ancora nel circuito K le oscillazioni, si realizza una buona amplificazione. Si rettifica quindi la frequenza delle oscillazioni prodotte dall'eterodina E fino ad ottenere la nota, per la quale il circuito Y è in risonanza e si fa una lettura all'elettrometro. Si accoppia quindi il cimometro alla bobina L e se ne varia la capacità fino ad avere all'elettrometro la lettura minima, ciò che accade quando il cimometro è in risonanza per la frequenza delle oscillazioni in arrivo: ovvero si fanno all'elettrometro due letture uguali, a cavallo della lettura minima, assumendo come lunghezza delle onde in arrivo la media di quelle relative alle due posizioni del condensatore del cimometro.

Gli AA. hanno controllato la precisione del metodo misurando la lunghezza delle onde irradiate da un apparato trasmettente a triodi prossimo alla stazione ricevente: gli scarti rilevati nella misura della lunghezza d'onda durante la trasmissione di linee sono stati del 0.34 per cento, e durante la trasmissione ordinaria di punti e di linee sono stati del 0.44 %. Il metodo è stato quindi esteso alla misura della lunghezza delle onde di servizio fra 2900 e 23000 m di alcune stazioni trasmettenti europee ed americane, che sono state osservate per vari giorni consecutivi.

Dall'esame dei risultati delle misure, compiute dagli AA. si deduce che le due stazioni Marconi di Ongar e di Berna con generatori a triodi, cambiano giornalmente di pochissimo e cioè del 0.3 e del 1.0 %, la loro lunghezza d'onda di servizio, rispettivamente di 2925.9 e 3404.7 m; e che anche le grandi stazioni transcontinentali europee presentano fra la media delle lunghezze d'onda relative ad una giornata di servizio e la media relativa ad un'altra giornata piccoli scarti, che per la stazione ad arco Poulsen di Roma ($\lambda = 10727$ m) sono dell'ordine del 1.8 %: per la stazione con macchina Goldschmidt di Eilvese ($\lambda = 14729$ m) del 1.0 %: per le stazioni ad alternatore Alexanderson di Rocky Point ($\lambda = 16491$ m) e di Carnarvon ($\lambda = 14058$ m) rispettivamente del 1.5 e 1.4 %. Meno soddisfacente è la costanza della lunghezza d'onda di servizio della stazione di Nauen con alternatore e raddoppiatori di frequenza ($\lambda = 12916.6$ m), e della stazione di S. Assise con alternatore Latour ($\lambda = 14373$ m); per le quali gli scarti raggiungono il 3.1 e il 3.9 per cento.

L'antenna ricevente, che è stata adoperata nel corso delle misure è un'antenna ad L rovesciata, sospesa a due alberi alti 12 m, e composta di 4 fili della lunghezza di 40 m; il cimmometro, accuratamente tarato, presentava tutti i particolari costruttivi, già noti, intesi ad assicurare la costanza della capacità dei conduttori e dell'induttanza delle bobine di accoppiamento. I valori delle capacità e delle induttanze usate nei circuiti dello schema indicato in fig. 1: sono i seguenti:

| | |
|--|-------------------------------------|
| Capacità massima del condensatore d'antenna | $C_1 = 0.004 \mu F$ |
| induttanza del circuito K | $S = 25 mH$ |
| induttanza del cimmometro | $L_c = 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3} H$ |
| Capacità minima dei condensatori del cimmometro alla risonanza | $C_c = 0.001 \mu F$ |
| induttanza del circuito intermedio | $L_1 = 1 H$ |
| induttanza del circuito V | $L_2 = 1 H$ |
| capacità del circuito Y | $C_2 = 0.003 \mu F$ |
| Rapporto di amplificazione dell'amplificatore A 20 | |

Fe. Vi.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Nuovi locomotori elettrici. (E. R. J., 8 dicembre 1923, pag. 968).

Nel dicembre u. s. hanno avuto luogo le prove di due nuovi tipi di locomotori costruiti dalla G. E. Co. per le elettrificazioni della Paris-Orleans e delle Ferrovie messicane.

Il locomotore per la Compagnia Paris-Orleans è costruito per servizio passeggeri a grande velocità. Il capitolato di fornitura richiedeva una velocità massima di 130 km-ora e prescriveva un peso aderente di 80 tonn. Nelle corse sul binario di prova, il locomotore sviluppò una velocità fra i 100 ed i 130 km-ora raggiungendo il massimo di 169 km-ora senza che si manifestasse un tormento dannoso nell'armamento.

Il locomotore ha le seguenti caratteristiche:

| | | |
|--|---------------|---------|
| Tensione normale alla linea di contatto | volt | 1 500 |
| Sforzo di trazione orario con tensione di 1350 volt | kg | 6 630 |
| Sforzo di trazione continuo con tensione di 1350 volt | " | 5 700 |
| Sforzo di trazione con coefficiente di aderenza del 30 % | " | 21 800 |
| Velocità alla potenza oraria ed a 1350 volt | km-ora | 96 5 |
| Velocità alla potenza continua ed a 1350 volt | " | 101 |
| Numero dei motori | | 6 |
| Potenza oraria complessiva | HP | 2 370 |
| Potenza continua complessiva | " | 2 130 |
| Scartamento | normale | |
| Rodiggio | 2 — C + C — 2 | |
| Diametro delle ruote motrici | mm | 1 200 |
| Diametro delle ruote portanti | " | 915 |
| Distanza fra gli assi estremi | m | 16 32 |
| Interasse rigido | " | 2 85 |
| Altezza sul piano del ferro | " | 2 93 |
| Lunghezza fra i respingenti | " | 19 02 |
| Peso aderente | kg | 72 600 |
| Carico per asse motore | " | 12 100 |
| Carico complessivo sugli assi portanti | " | 35 800 |
| Carico per asse | " | 8 950 |
| Peso della parte elettrica (compreso il freno ad aria) | " | 46 400 |
| Peso della parte meccanica | " | 62 000 |
| Peso totale | " | 108 400 |

I motori agiscono per comando diretto, senza ingranaggi. Su ciascuno degli assi motori è montato un indotto ed i motori, costruiti per 750 volt, sono collegati a due a due in serie. I poli induttori,

cogli avvolgimenti di campo, ed i portaspazzole sono fissati alle traverse del telaio e la piattaforma del carrello, coll'intelaiatura della cassa, fa parte del circuito magnetico. La potenza oraria dei motori è di 395 HP a 675 volt e di 408 HP a 750 volt; la potenza continua, di 355 HP a 675 volt. Sul locomotore è previsto lo spazio per il montaggio dell'equipaggiamento di frenatura a ricupero, il quale nell'unità in prova, non era stato ancora messo in opera.

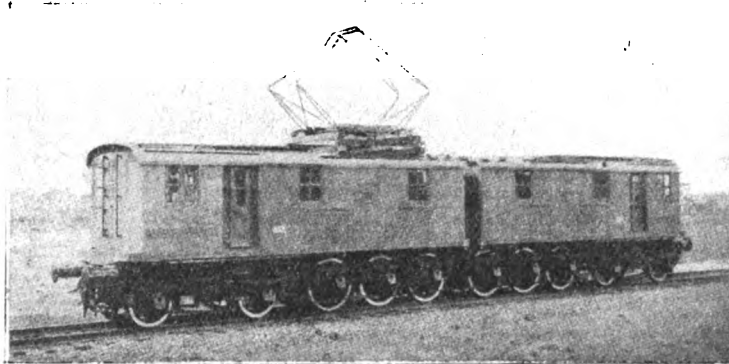


Fig. 1.

I comandi sono elettro pneumatici, non automatici; il controller ha 23 posizioni di accelerazione ed 8 di corsa corrispondenti alle diverse combinazioni dei motori; vi ha in più la possibilità di indebolire il campo con 2 gradazioni nelle posizioni di serie o serie-parallelo dei motori e con una sola gradazione nella posizione di parallelo.

Le due terne di motori si possono rendere indipendenti così che tre di essi si possono staccare continuando la marcia cogli altri tre in serie.

La cassa è in due parti staccate; ciascuna con una cabina di manovra all'estremità esterna e collo spazio rimanente riservato al macchinario ed alle apparecchiature. Come protezione contro i sovraccarichi ed i corti circuiti, sono disposti sul circuito principale interruttori rapidi combinati con resistenze che vengono inserite nel circuito prima dell'apertura.

I servizi ausiliari comprendono: i compressori d'aria, i ventilatori, le stufe per il riscaldamento inserite su di un circuito speciale alimentato direttamente a 1500 volt dalla linea di contatto, ed il freno ad aria.

I locomotori per le ferrovie Messicane (fig. 2) sono destinati al servizio merci e sono del tipo a ingranaggi.

Dovranno prestare servizio su linee molto accidentate con forti pendenze; uno dei tronchi in corso di elettrificazione supera un dislivello di 1300 metri con un percorso di 50 km e su di esso dovranno potersi rimorchiare treni da 700 tonn in doppia trazione con un locomotore in testa ed uno in coda. Nella discesa, gli stessi treni dovranno potersi comandare con un solo locomotore funzionante a ricupero. È prevista una velocità media di 24 km-ora tanto sulle salite quanto sulle discese. Lo stesso locomotore potrà rimorchiare i treni passeggeri, in semplice trazione anche sulle salite, alla velocità di 32 km-ora che è la massima compatibile col tracciato e coll'armamento. La velocità massima del locomotore sarebbe di 53 km-ora. Diamo qui di seguito le caratteristiche complete di questa unità.

| | | |
|--|-----------|---------|
| Tensione normale alla linea di contatto | volt | 3 000 |
| Sforzo di trazione orario a 3000 volt e con ventilazione forzata | kg | 24 600 |
| Sforzo di trazione continuo | " | 20 900 |
| Sforzo di trazione con coefficiente di aderenza del 30 per cento | " | 41 800 |
| Velocità in corrispondenza alla potenza oraria | km-ora | 32 |
| Velocità in corrispondenza alla potenza continua | " | 33 |
| Potenza oraria complessiva dei motori | HP | 2 700 |
| Potenza continua complessiva dei motori | " | 2 500 |
| Numero dei motori | | 6 |
| Scartamento | normale | |
| Rodiggio | B — B — B | |
| Diametro delle ruote motrici | mm | 1 170 |
| Distanza fra gli assi estremi | " | 12,35 |
| Interasse rigido | " | 2,80 |
| Altezza sul piano del ferro | " | 2,05 |
| Lunghezza fra i respingenti | m | 16,12 |
| Peso totale (tutto aderente) | kg | 139 000 |
| Carico per asse | " | 23 180 |
| Peso della parte elettrica (compreso il freno ad aria) | " | 61 000 |
| Peso della parte meccanica | " | 78 000 |

La cassa, unica, è montata su un doppio telaio sostenuto da tre carrelli a due assi: ciascun asse è comandato da un motore per mezzo di ingranaggi elastici disposti simmetricamente alle due estremità dell'albero. I motori sono collegati a due a due in serie su 3000 volt. Il macchinario ausiliario comprende: un gruppo convertitore 3000/1500 volt; una dinamo a 65 volt; un gruppo per l'eccitazione dei motori nel funzionamento a ricupero, due ventilatori e due gruppi

compressori. La dinamo a 65 volt, serve per l'illuminazione, per i fanali, per gli scaldapiedi, per i circuiti di comando e per la carica della batteria. Il freno ad aria è provvisto di dispositivo di blocco per impedirne l'azione sul locomotore quando i motori funzionano a ricupero, pur potendosi sempre frenare il resto del treno. I comandi sono elettro-pneumatici, non automatici, e consentono la marcia in trazione multipla. Il controller ha 31 posizioni di accelerazione e 9 di corsa: a ciascuna di queste ultime corrisponde una posizione di pieno campo e due di campo indebolito.

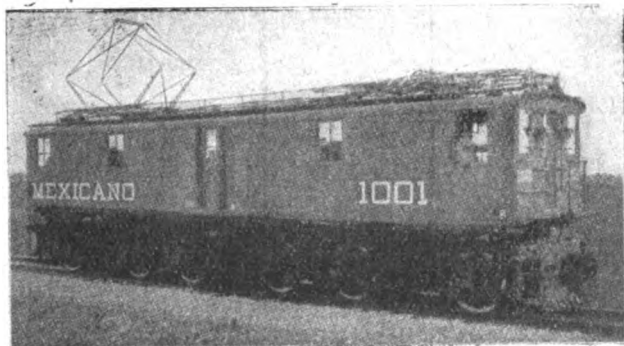


Fig. 2.

La frenatura sulle discese è ottenuta come s'è detto, facendo funzionare i motori a ricupero eccitandone il campo separatamente a mezzo dell'apposita dinamo eccitatrice. Sul circuito principale dei motori è inserito un interruttore rapido di protezione. I pantografi sono comandati ad aria compressa e si abbassano per il semplice effetto del loro peso quando questa venisse a mancare. *g. a. r.*

*

Presa di correnti intense (5400 amp.) per locomotori a 95 km l'ora. (E. R. J., 28 luglio 1923).

La General Electric Company ha fatto esperimenti per stabilire la massima corrente che può essere presa in corsa mediante pantografi. Allo scopo vennero costruiti e provati svariati tipi di linee di contatto e di sospensioni e si finì per scegliere il sistema a catenaria composta col filo di contatto e quello alimentatore sospesi ad una unica linea di sostegno.

Per avere una buona presa di corrente è necessario che il contatto fra la linea ed il pattino del pantografo sia continuo, se ciò non è si producono frequenti scintillamenti ciò che è grave causa di deterioramento, più che non lo stesso attrito meccanico. Ciò venne tenuto in gran conto nelle costruzioni e nelle prove sopracennate.

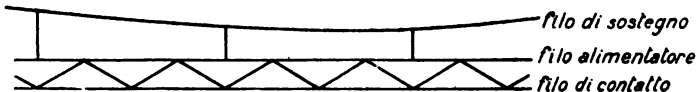
Prove con treni ad alta velocità. — Per la prova dei locomotori la G. E. Co. ha fatto uso di una linea lunga circa km 4,5. Di questi circa 1,6 sono in piano, seguiti da tratti in leggera salita e con curve. Il complesso dell'armamento è in ottime condizioni.

Varie furono le strutture adottate per i sostegni della linea aerea. Detti sostegni distano reciprocamente di 91 m. Il sistema aereo è, come si disse sopra, a catenaria composta.

Vi è una corda portante d'acciaio e ad essa sono appese le linee, alimentatrice e di contatto. Il filo alimentatore è sospeso alla corda di sostegno mediante tirantini di lunghezze opportune, tali cioè da mantenere il filo alimentatore in posizione orizzontale. I tirantini possono avere sezione piatta oppure tubolare appiattita alle estremità.

La linea alimentatrice, per i primi 1500 metri dalla sottostazione è della sezione complessiva di 500 millimetri quadrati e per il rimanente tratto è di 375 millimetri quadrati.

La conduttura di contatto si trova a m. 6,70 dal piano delle rotaie e, salvo un breve tratto, consiste in due fili di rame scanalato, affiancati e collegati alla linea alimentatrice mediante un filo a zig-zag.



I nodi di detto filo con quelli, di contatto e di alimentazione distano, in linea orizzontale, di m. 1,53 e i tiranti verticali fra filo portante e filo alimentatore distano reciprocamente di m. 6,09 e quest'ultimo dista di circa 15 centimetri dal filo di contatto.

Per le prove di presa di corrente il treno era composto di un locomotore di 110 tonnellate attrezzato per una tensione di 750 o 1500 volt, equipaggiato con quattro motori bipolari e capace di una velocità massima di 145 m all'ora. Di seguito al locomotore era un carro con reostato ed apparecchi allo scopo di regolare la corrente necessaria per ogni prova; seguiva un veicolo con apparecchi di misurazione di velocità e della corrente assorbita.

Normalmente la corrente veniva presa da un pantografo tipo G. E. C. n. 50. Durante le prove i pantografi erano due. L'asta di contatto era mantenuta contro il filo mediante apparecchi ad aria compressa colla pressione di 2,3 kg/cm².

A causa della grande quantità di corrente da trasmettere i bracci del pantografo erano rinforzati con tiranti di rame e connessioni flessibili erano collocati ad ogni giuntura. Le aste di contatto erano costituite da strisce di rame poste trasversalmente alla direzione del treno. Fra le strisce eravi uno spazio pieno di grasso per l'opportuna lubrificazione.

Esecuzione delle prove. — Una serie di prove venne eseguita in quell'occasione per varie velocità del treno e quantità di corrente.

La prima prova venne fatta prendendo 4000 ampere di corrente a 1500 volt alla velocità di 80-95 km/ora. L'avviamento del treno avveniva nel modo più rapido possibile così da raggiungere ben presto la velocità massima che era da 85 a 92 km/ora.

La seconda prova avvenne in condizioni analoghe: soltanto la tensione venne ridotta a 850 volt circa. Lo scopo di questa prova era quello di dimostrare che la differenza di potenziale nelle linee di contatto non influiva sulla presa di corrente.

La terza e quarta prova vennero eseguite con 5000 ampere e, rispettivamente, a 48 e 95 km l'ora. Data la velocità ridotta la tensione era limitata a 850 volt.

Venne infine eseguita una quinta prova a 5000 ampere circa ed alla velocità di 96 km/ora. La corrente variò effettivamente da 5200 a 5400 amp. e la velocità massima raggiunta fu di 93 km/ora.

In tutte le prove apparve la facilità della presa di corrente e l'assenza assoluta di scintillamenti al punto di contatto. Solo furono notati in tutta la serie delle prove due o tre piccoli archi. Anche il funzionamento del pantografo apparve normale. 1500 amp. e 3000 volt corrispondono alla potenza richiesta da un treno merci di 7000 tonnellate alla velocità di 64 km/ora su linea pianeggiante.

Un treno viaggiatori di 1500 tonnellate a 112 km/ora assorbe una corrente da 1200 a 4000 amp.

Venne riconosciuta la sufficienza di un solo pantografo quando la corrente assorbita non oltrepassa i 4000 amp. mentre due di essi possono dar passaggio ad un massimo di 6000 amp. La proporzione relativamente bassa della maggiore quantità di corrente assorbibile con due pantografi in confronto di un solo sta nel fatto che la distribuzione della corrente stessa non avviene sempre uniformemente nei due pantografi collettori.

Il sistema di sospensione sopra descritto serve bene tanto per corrente alternata quanto per continua. *g. ve.*

:: :: :: **CRONACA** :: :: ::

ELETTROFISICA.

Aurora boreale e radiocomunicazioni. — Nel n. 5 (febbraio 1924) del volume XI di «The Wireless Age» G. Arnold Edward dà alcuni cenni sulle numerose osservazioni da lui fatte durante l'ultima stagione delle aurore boreali, allo scopo di stabilire l'azione che codeste meteore esercitano sulle comunicazioni radio. Egli ha constatato che quando l'aurora raggiunge intensità apprezzabili, sia essa visibile o no, la sua presenza viene immediatamente rivelata da un rapido affievolimento dei segnali, come se questi fossero soffocati dalle oscillazioni dovute all'aurora. Se la meteora persiste senza interruzione, si ha ogni sera l'impressione che un velo di silenzio venga a distendersi sulle segnalazioni radio. L'effetto è più sensibile sulle comunicazioni a onde persistenti a grandi distanze, ma anche i segnali delle stazioni commerciali, che lavorano sull'onda di 600 m risultano considerevolmente indeboliti.

L'Arnold ha osservato incidentalmente che egli aveva lo speciale incarico di determinare l'influenza dell'aurora sui cavi sottomarini e sulle linee telegrafiche terrestri, di misurare le intensità delle correnti, alle quali esse danno origine, e di notare inoltre l'intensità di visibilità della meteora, dovendo codeste osservazioni essere eventualmente coordinate a scopo di indagine con quelle di altri sperimentatori.

L'Arnold ricorda in particolare che le f. e. m. indotte dall'aurora raggiunsero tensioni superiori ai 300 V in un cavo di 180 miglia e che, per tutta la sua durata, non una sola onda convogliata potè essere udita da nessuna stazione radiofonica, e le armoniche di emissione della stazione di Glace Bay (30 kW a onde continue) che sono di solito assai moleste, non poterono essere individuate nemmeno ad una distanza inferiore anche a 40 km da codesta stazione.

A. Me.

IMPIANTI.

Diga ad archi multipli sul fiume Hudson. — (Ann. d. Lav. Pubbl. marzo 1923, pag. 255). — Nella «General Electric Review» del dicembre scorso viene descritta una derivazione eseguita sul fiume Hudson, presso l'isola di Sherman (Stato di N. York) con lo scopo di generare energia elettrica. La quantità derivata è di mc 230 al l'; la caduta che si utilizza di m 20, e la Centrale idroelettrica può fornire fino a 50 000 HP.

La rivista fa una descrizione interessante di tutto l'impianto, e specialmente della parte elettrica. Ma la particolarità più notevole di questo lavoro è forse rappresentata dalla diga di sbarramento che attraversa il fiume. Essa è del tipo ad archi multipli, e venne fondata sul letto di ghiaia e ciottoli del fiume stesso. Nel luogo ove fu progettato lo sbarramento, il fiume scorre fra sponde di granito a si-

nistra e di arenaria a destra presentando un letto di ghiaia e ciottoli largo 170 metri. La potenza dello strato di ghiaia è sconosciuta, ma apparisce assai considerevole.

Dato questo stato di cose, si è approfittato della sicura fondazione offerta dalle sponde rocciose per impiantare in riva destra lo sfioratore, e in riva sinistra l'opera di presa: il tratto di sbarramento attraverso l'alveo ghiaioso del fiume, per una lunghezza di m 170, è formato dalla speciale diga ad archi multipli. Lo sfioratore è costituito da una diga di muratura a gravità: la cresta sfiorante ha uno sviluppo di m 360, e, data la limitata estensione della sponda rocciosa, è stato necessario adottare una forma planimetrica a ferro di cavallo, con 50 m di apertura. Questo sfioratore può erogare la portata di piena di oltre 2000 m³ al 1'' con una lama stramazante di m 2,8; in questo tratto dello sbarramento sono praticati anche diversi potenti scarichi di fondo, capaci di erogare fino a circa 1000 m³ al minuto secondo.

Alla sfioratore fa seguito la diga ad archi multipli, che attraversa il letto del fiume. Essa ha andamento planimetrico rettilineo, è lunga m 166 e la sua altezza è di m 17 sulla platea di fondazione.

I contrafforti, dello spessore di 1 m, sono alla distanza di metri 5,60 misurata fra gli assi. Per i due terzi inferiori della diga le volte presentano l'inclinazione di 5 di altezza su 12 di base ed hanno lo spessore di cm 60; per il terzo superiore l'inclinazione è di 1:1 e lo spessore di cm 45. La platea, larga m 30, ha spessore di cm 90 ed è rinforzata inferiormente da tre nervature longitudinali alte m 2,70; m 3 e m 1,80 rispettivamente. Queste nervature hanno non solo lo scopo di irrobustire la platea, ma altresì quello di assicurare meglio il collegamento col terreno, e di opporsi allo scorrimento. Alla platea segue, per 15 m a valle, un rivestimento del fondo con calcestruzzo, dello spessore di cm 60. Tanto la platea, quanto il rivestimento suddetto restano coperti da uno strato di sabbia dell'altezza di m. 6, il quale costituisce un potente zavorramento dell'opera.

A ridurre al minimo le infiltrazioni sotto la diga, in corrispondenza della faccia a monte della platea sono state eseguite due paratie composte di travi metalliche accostate e fatte penetrare fino alla profondità di m 16. Le testate di queste travi sono immerse nel calcestruzzo della platea. La diga presenta un franco di m. 0,60 sul massimo livello di piena.

Sulla riva sinistra si ha l'opera di presa: essa è essenzialmente costituita da un tipo di diga a contrafforti, capace della ritenuta di m 10 e impiantata sulla roccia granitica della sponda: i contrafforti hanno lo spessore di m 3 e la lunghezza di m 112 alla base. Le otto aperture della presa sono regolate da altrettante porte a paratoia di cemento armato alte m 6,60, larghe m 3 e di spessore 45 cm. Ciascuna porta pesa 20 tonnellate ed è suddivisa in 3 sezioni. Una passerella metallica porta la gru elettrica di 25 HP che serve alla manovra delle porte.

Progettista della diga è l'ing. H. B. Parsons.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Il metodo stroboscopico per la determinazione delle curve di decremento di velocità. — Com'è noto, riesce in molti casi assai utile la determinazione delle curve di decremento (o di aumento di velocità) di una macchina nel periodo di arresto (o di avviamento). La determinazione si fa di solito col tachimetro e col contasecondi, ma riesce spesso assai imprecisa.

Il Sig. Obermauser nell'E. T. Z. del 1° maggio 1924, a pag. 428, descrive l'applicazione del metodo stroboscopico allo stesso scopo.

Sull'asse della macchina in prova si fissa un disco su cui è tracciato un diametro; osservando tale disco in movimento attraverso fessure praticate in un altro disco rotante ad una velocità angolare costante (n giri al 1') il diametro apparirà immobile ogni qualvolta il numero dei giri N della macchina rotante renda intere una delle espressioni

$$\frac{m}{N - k} \quad \text{o} \quad \frac{m}{k + 1 - N}$$

nelle quali m intero non nullo, e k nullo o intero.

Pertanto, se la macchina è in periodo di rallentamento, si vedrà il diametro immobile in posizioni diverse, a determinati intervalli di tempo.

Fra l'una e l'altra posizione di apparente immobilità si vedrà il diametro rotare all'indietro con velocità prima crescente e poi decrescente. L'Autore mostra come, misurando l'intervallo di tempo che intercorre fra gli istanti in cui successivamente il diametro appare immobile, si possano tracciare le curve di decremento di velocità.

Com'è intuitivo, siccome la fissità apparente del diametro dipende dalla persistenza delle immagini sulla retina, il fenomeno sarà tanto più chiaro quanto maggiore sarà il numero delle immagini in ogni primo; cioè oltre un certo limite l'osservazione non riesce molto facile.

L'Autore dice che le migliori condizioni si ottengono quando il prodotto $s \times n$ è compreso fra 1600 e 2000.

Per determinare gli intervalli di tempo fra le successive apparenti immobilità del disco, si usano due contasecondi che sono fatti funzionare alternativamente.

L'Autore stesso però riconosce che il metodo richiede molta perizia da parte degli operatori ed è applicabile con successo solo quando il decremento di velocità non sia troppo rapido.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Diodi e triodi a consumo ridotto. — In un recente articolo pubblicato dalla rivista «Radio News» e riprodotto dal «Radio Giornale» (15 marzo 1924) J. A. Fleming accenna, fra l'altro, ad uno dei progressi interessanti verificatisi negli ultimi tempi, nel campo della costruzione dei tubi elettronici.

È noto, che quando un filo — per esempio un filo di tungsteno — viene riscaldato a una alta temperatura facendo passare una corrente elettrica attraverso ad esso, gli elettroni liberi nel metallo vengono sollecitati a muoversi prevalentemente in una direzione determinata. Le collisioni risultanti di questi elettroni mobili cogli atomi accrescono i loro movimenti irregolari e in tal modo originano il calore prodotto dalla corrente. Se l'agitazione degli elettroni liberi viene accresciuta oltre un certo limite, alcuni di essi possono venire scagliati fuori dalla superficie del filo. Ciò produce la emissione elettronica o termoionica, così chiamata perchè è prodotta dal calore.

D'altra parte vi sono anche metalli come il rubidio, il potassio, il sodio, che emettono elettroni senza riscaldamento, quando si faccia cadere su di essi la luce e specialmente la luce della estremità violetta dello spettro. E vi sono altri metalli, quali il radio, l'uranio e il torio, che emettono elettroni liberamente senza essere scaldati o illuminati.

È stato osservato, che, se si forma una lega di qualcuno di questi materiali radioattivi con altri che abbiano un elevato punto di fusione, si ha come risultato un materiale che ha un gran potere di emissione termoionica. In particolare una lega formata di tungsteno e torio ha un rimarchevole potere di emissione elettronica, quando viene scaldata nel vuoto (*).

Questa lega è preparata mescolando ossido e nitrato di torio col triossido di tungsteno, prima della riduzione allo stato metallico per mezzo dell'idrogeno. Dopo di ciò, essa viene trafilata per mezzo di matrici di diamante. Il filo è in seguito sottoposto a un trattamento termico, per il quale viene portato a una temperatura assoluta tra 2200° e 2300°. Il torio affiora in tal modo alla superficie e forma una specie di pellicola di atomi di torio sul filo di tungsteno. Un brevetto fondamentale U. S. A. (N. 1.244.216) relativo a questi fili «torati» venne concesso a Irving Langmuir e fu richiesto il 15 luglio 1914.

I filamenti torati emettono elettroni in gran copia a temperature molto inferiori a quelle alle quali il tungsteno puro dà una uguale emissione misurata in ampere per centimetro quadrato di superficie. Funzionando invece alla stessa temperatura, essi darebbero una emissione enormemente maggiore. È bene ricordare che l'emissione di una corrente di un ampere equivale all'emissione di $6,28 \times 10^{18}$, ossia di circa sei milioni di milioni di milioni di elettroni per secondo.

I filamenti torati danno il migliore rendimento a una temperatura tra 1000° e 1100° C, ossia al disopra del calore rosso oscuro. Perciò i tubi elettronici costruiti con questi filamenti si chiamano «dull emitters» ossia emettitori scuri. È conveniente non farli lavorare a temperature più elevate, perchè in tal caso il rivestimento di torio si evapora e il filamento perde le sue preziose proprietà. Il gran vantaggio di questi filamenti è che essi possono venire adoperati sotto una tensione inferiore e sopra tutto richiedono molto più deboli intensità di corrente e molto minori potenze che le comuni valvole riceventi con filamento di tungsteno. Uno dei tipi più usati di triodo ricevente richiede una tensione di accensione di 4 volt e assorbe 0,7 ampere consumando quindi 2,8 watt. Un filamento toriato avente le stesse dimensioni dà la stessa emissione con 1,6 volt e richiede soltanto 0,36 ampere e 0,58 watt di potenza. Quindi, in luogo di una coppia di accumulatori, si può usare per l'accensione una grande pila Leclanché come per i campanelli elettrici.

I triodi a filamento toriato si prestano perciò ad essere largamente usati in quei luoghi dove non è facile, per mancanza di mezzi, ricaricare le batterie di accumulatori.

L'unico svantaggio è dato dal costo, che è per ora doppio di quello di un comune triodo con filamento di tungsteno. Ma il tempo e la concorrenza sapranno senza dubbio attenuare questa differenza.

La Marconi Osram Valve Co. ha recentemente prodotto un triodo scuro denominato D. E. 3, da alimentarsi con tensione tra 2,4 e 3 V, che richiede solo 0,06 A per l'accensione. Esso può perciò essere alimentato con due pile a secco in serie, le quali bastano per 800 ore di uso. La tensione anodica per questo triodo, usato come amplificatore ad alta frequenza varia da 30 a 35 V. Come amplificatore a bassa frequenza richiede da 60 a 80 V. La lunghezza del bulbo di vetro è 75 mm ed il diametro 25 mm.

Un altro metodo per ottenere una grande emissione elettronica da un filamento incandescente non scaldato al disopra del calore rosso scuro è quello sviluppato dalla Western Electric Co. che è riuscita recentemente a costruire un triodo chiamato «Veco valve», che ha un consumo di potenza assai piccolo per l'accensione. La Western si è infatti specializzata nella produzione di un tipo di filamento basato sulla scoperta del potere di emissione elettronica degli ossidi di certi metalli, fatta dal Wehnelt. Per preparare il filamento gli ossidi di bario e di stronzio vengono mescolati con un mordente combustibile, come resina o cera di paraffina, e il materiale viene steso con un pennello su strisce di lega di platino iridio. Dopo ogni copertura il mordente organico viene bruciato. Vengono fatte sedici passate e come risultato si ottiene un filo metallico ricoperto con uno strato denso e aderentissimo di ossido di bario e di stronzio. Anche questi filamenti, riscaldati assai modestamente, danno emissione elet-

(*) L'Elettrotecnica, 5 luglio 1923, Vol. X, N. 19, pag. 438, e Bollettino R. T., Vol. II, N. 23, pag. 346.

tronica abbondantissima con debole consumo. Un tipo di triodo della Western assorbe per l'accensione 0,25 A sotto 0,8 ÷ 1,1 V e richiede come tensione anodica 17 ÷ 22 V nel funzionamento come rivelatore e 22 ÷ 45 V in quello come amplificatore. Il suo filamento può essere alimentato da una sola pila a secco per parecchie centinaia di ore.

SOCIETÀ SCIENTIFICHE, CONCORSI, ECC.

Unione Italiana Inventori. — Si è costituita, con sede in Roma (Via Quattro Novembre 154) l'Unione Italiana Inventori le cui finalità sono di proteggere la proprietà intellettuale, difendere gli interessi degli inventori italiani e di ogni concessionario, promuovere lo studio di leggi per la tutela della proprietà industriale, curare la istituzione di una biblioteca che raccolga tutto quanto, relativamente alla interessante materia, è stato proposto od attuato presso le altre Nazioni, assegnare premi di incoraggiamento a quelle invenzioni che saranno riconosciute di singolare importanza ecc.

Per essere ammessi all'Unione Italiana Inventori occorre essere titolare almeno di un brevetto d'invenzione o avere in esercizio un brevetto o essere occupati in ricerche scientifiche suscettibili di applicazione o, comunque, interessati nella protezione della proprietà industriale.

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

I progressi della telefonia in Germania - Il Catodofono e lo Statofono. — I. Lynn riferisce in «Radio électricité» (vol. 5, n. 55-10, marzo 1924, pag. 128), alcune notizie interessanti sui progressi, compiuti dall'industria tedesca nella radiotelegrafia.

Come microfono per la modulazione delle correnti radiotelegrafiche di supporto è usato il «catodofono», nella forma datagli da I. Massole, H. Vogt e I. Engl, il cui principio di funzionamento ricorda apparecchi già noti ⁽¹⁾. Sia K il catodo (fig. 1) reso incande-

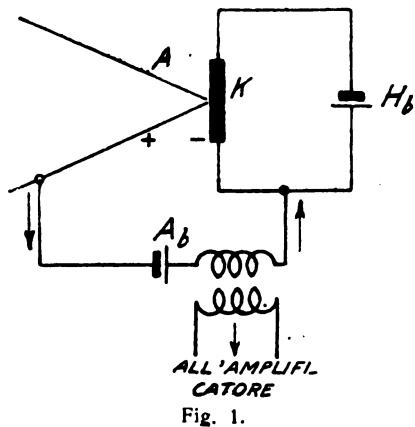


Fig. 1.

scente dalla batteria di accensione H_0 : e di fronte ad esso sia disposto l'anodo A, a forma di imbuto tronco conico, collegato col polo positivo della batteria A_0 da 200 a 300 V. Gli elettroni emessi dal catodo (che è analogo al corpo incandescente in una lampada Nerst) ionizzano l'aria interposta fra il catodo e l'estremità anulare dell'anodo: quando si parla davanti all'imbuto, per effetto delle variazioni di pressione del mezzo ionizzato, si ha una modulazione della corrente di ionizzazione analoga a quella, che si realizza con un ordinario microfono; col vantaggio che, trattandosi di un mezzo praticamente privo di inerzia, si ha una più esatta dipendenza fra le vibrazioni sonore e le variazioni di corrente.

La corrente catodofonica, prima di esser sovrapposta alla corrente di supporto a frequenza radiotelegrafica, è amplificata mediante un amplificatore a tre valvole, studiato in modo da ridurre quasi completamente gli effetti di distorsione. Sembra che lo scopo sia stato raggiunto, costituendo alle induttanze di accoppiamento opportuni condensatori a mica, cosicché con una corrente di entrata dell'ordine di 0.000.000.1 A la potenza vibratoria è elevata a 10 W senza che le diverse note corrispondenti alle frequenze comprese fra 50 e 25.000 subiscano alterazione alcuna.

Come altoparlante è poi adoperato uno «statofono», dispositivo che deriva dal telefono elettrostatico, e nel quale la membrana è suddivisa in vari anelli concentrici, il cui insieme non ha un periodo proprio di vibrazione: si evita così la deformazione dei suoni ricevuti, prodotta dagli effetti di risonanza, che si hanno in quasi tutti i dispositivi del genere esistenti. L'inventore sostiene che questo telefono elettrostatico con dielettrico di mica ha un rendimento superiore a quello dei telefoni magnetici, nei quali si hanno perdite sensibili nel ferro e nel rame: tali soddisfacenti risultati sarebbero stati anche confermati da recenti riusciti esperimenti di cinematografia parlante.

Con una potenza di 3 W, comunicata allo statofono, ossia con una potenza dell'ordine di quella messa in giuoco in un'ordinaria lampada elettrica tascabile, si è giunti nella più grande sala di Berlino a dare ottimi concerti e a riprodurre recitazioni, che sono state sentite da tutti i punti della sala, senza che alcuno degli ascoltatori avesse l'impressione che la voce umana fosse comunque alterata.

Fe. Vi.

:: Note Politiche, Economiche e Finanziarie ::

Rassegna delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Società Anonima Orobica — Lecco. — Capitale L. 18.000.000.

Nell'esercizio chiusosi al 29 febbraio u. s. ha avuto attuazione l'aumento di capitale da 12 a 18 milioni. Il bilancio ora approvato presenta un utile netto di L. 2.004.397 sul quale si distribuiscono L. 20 per ogni azione vecchia e L. 17 alle azioni nuove.

Società Anonima Elettrica Interregionale — Milano. — Capitale Lire 16.000.000.

Il bilancio dell'esercizio chiuso al 31 marzo 1924 si presenta in pareggio bilanciandosi attività e passività nella somma di L. 28.418.582.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Società Generale Italiana Edison di Elettricità — Milano.

E' stato deliberato di aumentare il capitale sociale da 180 a 450 milioni. La Relazione del Consiglio mette in evidenza la grandiosità dei lavori in corso e i relevantissimi investimenti di capitale che essi richiedono; la Relazione prevede un bisogno in investimenti per 270 milioni entro il 1926. Il Consiglio ha rinunciato a contrarre prestiti all'estero sia per il troppo elevato saggio d'interesse sia perchè si richiedeva un prestito ipotecario. Il Consiglio conta molto sull'opera del nuovo Istituto di Credito per le Imprese di pubblica utilità.

Il Consiglio ha però ritenuto necessario, per mantenere una certa proporzione fra debito e capitale di procedere a un forte aumento di questo. L'aumento viene compiuto in un primo tempo da 180 a 360 milioni con l'emissione di 600.000 azioni da L. 300 e in un secondo tempo da 360 a 450 milioni con altre 300.000 azioni pure da L. 300. Queste nuove azioni saranno postergate per il dividendo nel senso che dagli utili verrà prima prelevata la somma necessaria per assegnare il 6% alle vecchie azioni, mentre la rimanente parte degli utili verrà divisa egualmente fra azioni vecchie e nuove.

Soc. Italiana di Elettrochimica — Roma.

E' stato approvato l'aumento del capitale Sociale da L. 21.000.000 a L. 42.000.000 emettendo 300.000 nuove azioni da L. 70.

Società Anonima Ferrovie Elettriche Biellesi — Biella.

Aumenta il capitale da L. 6.000.000 a L. 8.000.000.

Società Agradina di Elettricità — Agordo.

E' stato approvato l'aumento del capitale da Lire 297.000 a Lire 594.000.

Società Bergamasca dei Telefoni Privati — Bergamo.

Venne deliberato di aumentare il capitale da Lire 550.000 a Lire 1.100.000 mediante 22.000 nuove azioni da L. 25.

Società Elettrica Saronnese — Saronno.

Aumenta il capitale da L. 500.000 a L. 1.250.000.

Società Anonima Elettrica Toscana — Pisa.

E' stata approvata l'emissione di 4000 nuove azioni da L. 500 per portare il capitale sociale da L. 4.000.000 a L. 6.000.000.

Società Elettrica della Valtorta — Bergamo.

Aumenta il capitale da L. 50.000 a L. 600.000 e trasporta la sede da Bergamo a Milano.

Società Anonima Idroelettrica Comacina — Como.

Venne deliberato di aumentare il capitale sociale da L. 16.000.000 a L. 20.000.000 mediante emissione di 40.000 azioni da L. 100.

Società Anonima Dott. Scaini — Milano.

Venne deliberato di svalutare il capitale da L. 875.000 a L. 700.000.

COSTITUZIONI E SCIoglimenti DI SOCIETÀ.

Società Idroelettrica Alto Tanaro — Genova.

Si è costituita con capitale di L. 1.000.000 diviso in azioni da L. 1000 per la costruzione e l'esercizio di impianti di produzione di energia elettrica.

Società Telefonica Piemontese — Torino.

Si è costituita con capitale di L. 50.000 elevabili a L. 1.000.000 questa Società per il riscatto di linee e impianti telefonici e telegrafici di Stato.

Società Anonima Radio Araldo — Roma.

Si è costituita con capitale di L. 1.000.000 per impianti ed esercizio di apparati telegrafici e telefonici con o senza filo.

Società Forze Idrauliche Basso Brembo — Bergamo.

Si è costituita questa Società Anonima con capitale di L. 5.000.000 distribuito in 10.000 azioni da L. 500.

Società Anonima Azienda Elettrica di Ierzu — Ierzu (Lanusei).

Si è costituita questa Società con capitale di L. 120.000 diviso in 60 azioni da L. 2.000 ciascuna.

Società Imprese Telefoniche Italiane — I. T. I. — Roma.

E' stata costituita in Roma questa Società con capitale di 100.000 lire in 200 azioni da L. 500.

Soc. An. Impresa Elettrica Mulino Venere — Orio Litta.

Si è costituita questa Società per costruzione di impianti di produzione e distribuzione di energia elettrica, col capitale di L. 300.000 in 3000 azioni da L. 100.

Società Anonima Cesenate di Elettricità — Milano.

E' stato deliberato lo scioglimento e la messa in liquidazione della Società.

⁽¹⁾ L'Elettrotecnica, 5 agosto 1923, Vol. X, N. 22, pag. 518 e Bollettino R. T., Vol. II, N. 24, pag. 365.

* *

In Assemblee tenute rispettivamente il 29 giugno ed il 2 luglio è stata deliberata la fusione della Società Anonima Elettrica Interregionale colla Società Idroelettrica Cisalpina. Le ragioni della fusione sono enunciate nella possibilità di trarre migliori risultati dalla riunione in esercizio unico degli impianti della Cisalpina colle reti di linee della Interregionale. La fusione è avvenuta mediante incorporazione della Interregionale nella Cisalpina la quale provvede a tale scopo ad aumentare il proprio capitale da L. 45.000.000 a L. 61.000.000 mediante emissione di 32.000 nuove azioni da L. 500 da offrire in cambio, alla pari, ai proprietari delle azioni della Interregionale.

Il nuovo ente costituito assume il nome di Società Elettrica Interregionale Cisalpina. A Presidente venne eletto il Marchese On. Cornaggia e a Vice Presidente l'Ing. On. Giacinto Motta.

* *

Il solito giuoco di subdoli interessi, il permanere della mentalità di coercizione, la sfiducia reciproca fra Alleati e Germania, hanno impedito che la favorevole situazione delineatasi nello scorso mese, avesse tutto il suo promettente sviluppo.

Vi fu anzi un momento in cui parve che il progetto stesso della Conferenza interalleata dovesse naufragare per un nuovo malinteso sorto fra Francia e Inghilterra. La causa dell'incidente va ricercata, come già è avvenuto in parecchi casi ultimamente, in una certa inesperienza ed ingenuità del primo ministro Inglese il quale sembra male adattarsi alle tortuosità inevitabili del vivere politico. Sono noti i lunghi colloqui di Mac Donald con Herriot, avvenuti alla fine del mese di giugno e che avevano appunto lo scopo di preparare il terreno alla conferenza interalleata. Il primo ministro inglese, evidentemente desideroso di guadagnare tempo, si credette autorizzato a diramare alle Potenze interessate l'invito per partecipare alla Conferenza di Londra e da bravo uomo d'affari, precisò nel documento ufficiale i punti fondamentali delle direttive inglesi.

Queste direttive esposte in un documento ufficiale a così piccola distanza dai colloqui con Herriot non potevano a meno di essere, nell'ambiente politico, interpretate come frutto dei colloqui stessi ed implicitamente quindi approvate da Herriot. Poiché esse non erano certamente risondenti all'umore dominante nell'ambiente dell'opposizione parlamentare francese si scatenò una bufera politica che per poco non travolse il ministro Herriot. Il capo del Governo fu accusato di avere ceduto le armi di fronte all'Inghilterra, di avere impeginato a fondo la Nazione senza il consenso della Camera, di essersi lasciato prendere la mano da Mac Donald. Le cose erano giunte al punto che le dimissioni di Herriot erano attese da un momento all'altro.

Fortunatamente fu risparmiato all'Europa questo nuovo incidente che avrebbe potuto far naufragare definitivamente l'iniziativa così promettente. Herriot non esitò a smentire risolutamente i presunti impegni dichiarando che la Francia aveva conservato piena libertà di azione; Mac Donald evidentemente sorpreso dalla suscettibilità francese non solo accolse placidamente l'implicita smentita, ma per sostenere il Ministero Herriot a cui lo legano naturali affinità politiche, si recò personalmente a Parigi per chiarire che quanto esposto nel suo messaggio rispecchiava solamente le vedute del Governo inglese senza impegnare la Francia.

Risolto così l'incidente che poteva essere gravissimo, e che dimostra come perduri negli animi uno stato di allarme e di inquietudine che non è molto promettente nei riguardi della vera e sincera pacificazione, si addivenne alla convocazione della Conferenza, la quale fu inaugurata il 16 luglio.

Contrariamente all'idea primitiva, la Germania non fu subito invitata ad aderire. Si è pensato, e forse ragionevolmente, che era bene risparmiare alla Germania lo spettacolo delle troppo ardenti dispute e dei troppo chiari dissidi esistenti fra gli alleati; essa sarà chiamata a Londra soltanto dopo che gli alleati saranno riusciti a raggiungere un soddisfacente accordo e a concretare una formula di comune gradimento.

I prodromi della Conferenza non sono invero troppo felici. Ad esso partecipano come è noto, il Belgio, la Francia, l'Inghilterra e l'Italia. L'America è rappresentata. Fra le minori potenze, partecipano la Grecia, il Portogallo, la Rumenia e la Grecia. Fin dal principio si manifestarono le divergenti tendenze, gli Inglesi tendono a limitare i lavori della Conferenza strettamente all'applicazione delle proposte dei Periti; la Francia tende a inserirvi il tema delle garanzie militari e Francia e Italia insieme giudicano inscindibile dai lavori della Conferenza l'argomento della sistemazione dei debiti interalleati.

Sui meno gravi argomenti l'accordo sembra raggiunto o prossimo a raggiungersi su tutti i punti. Interessa in particolare l'Italia il fatto che venne da tutti riconosciuta la necessità che le consegne in natura da parte della Germania debbano continuare anche durante l'anno di moratoria previsto dal piano dei Periti; su questo punto l'attività dei delegati italiani fu grandissima e coronata da successo.

Ma le difficoltà vere e gravi sorsero quando si trattò di concretare il prestito di 800 milioni di marchi oro previsto dai Periti. A questo punto la cosa esula dalla sola competenza dei ministri e degli uomini politici ed entrano in scena i banchieri. Ora questi hanno troppo imparato negli anni decorsi a diffidare delle sorprese della politica per accontentarsi di formule vage e di garanzie generiche. Gli Americani specialmente hanno molto chiaramente precisato le condizioni indispensabili perchè i risparmiatori del loro Paese si possano decidere ad investire i loro dollari in titoli del prestito: essi esigono la sicurezza

che l'economia generale della Germania non venga turbata da interventi stranieri e che nessuna somma inerente alle rendite che il prestito contempla possa comunque essere in qualsiasi momento distolta o sequestrata da una potenza estera: inoltre è indispensabile che la Germania accetti volontariamente il prestito e le condizioni che esso comporta.

Quale accoglienza possano trovare presso i Francesi queste condizioni che suonano aperta condanna della politica fino ad ora seguita dalla Francia nei riguardi della Germania, è facile immaginare. Si tratta sostanzialmente di rinunciare ad ogni possibilità di intervento armato in Germania. Ora siccome la sfiducia della Francia verso la Germania è anche maggiore di quella dei banchieri verso la Francia, è chiaro che ci troviamo davanti ad un conflitto sostanziale assai difficile da dirimere.

Così la Conferenza si è andata isterilendo nella affannosa e sempre rinnovata ricerca di una formula per conciliare l'inconciliabile, per risolvere questioni di sostanza con mutazioni di forma. Tale lavoro non può che essere sterile ed inconcludente; non è possibile eludere il chiaro senso pratico degli uomini di banca i quali considerano il prestito come operazione finanziaria senza aspetti sentimentali. La Francia si trova in una dura situazione e ad essa sola spetta di superare, con un atto di energia e di buona volontà l'ultimo ostacolo. Se questo sarà superato, sarà forse lecito finalmente bene sperare per la ricostruzione Europea.

Le cose sono a questo punto e intorno a questo scoglio da rimuovere si affaticano specialmente gli osservatori americani e i delegati italiani l'opera dei quali è sempre più apprezzata e valutata negli ambienti della Conferenza.

L'interesse del mondo politico Europeo è stato così concentrato sul punto della Conferenza di Londra, che poco altro vi è da segnalare. Tuttavia sintomi non confortanti e poco rassicuranti si vanno aggravando nei Balcani dove va gradatamente maturando una situazione che merita di essere sorvegliata colla più grande attenzione.

La propaganda comunista in Bulgaria continua incessante sboccando di quando in quando in episodi sanguinosi: si ha l'impressione che il Governo fronteggi a stento la situazione. In Rumania la situazione è solo apparentemente tranquilla ma continuano a giungere notizie di prossimi movimenti e di prossime crisi. In Grecia le cose pubbliche continuano ad essere più confuse che mai, fra sedizioni militari, crisi di governo e malcontento di popolo.

In Jugoslavia il Gabinetto Pasic ha dovuto dimettersi e dopo laboriose trattative fu sostituito da un gabinetto d'opposizione. Si dice sia prossimo il ritorno di Radic, il noto agitatore autonomista croato. Si annunciano prossime le elezioni generali. Evidentemente il giovane Paese che esce così ingrandito dalla grande guerra, e che raccoglie intorno al ceppo serbo tante stirpi affini ma non omogenee, dai croati al montenegrini e ai musulmani di Bosnia e Erzegovina senza contare i gruppi allogeni, italiani, albanesi, ungheresi, macedoni, attraversa un periodo travaglioso di assestamento che non sarà né facile né breve. In questo complesso di malcontenti, di inquietudini e di agitazioni, qualunque scintilla gettata nella perenne polveriera dei Balcani può suscitare le più aspre sorprese.

* *

La vita politica italiana stagna in un periodo greve di incertezza e di inquietudine.

Le ripercussioni del delitto Matteotti non si spengono e dominano tuttora la nostra vita pubblica.

L'assoluta obbiettività che ci è imposta dalla natura stessa di questa Rivista non ci permette di entrare in una analisi dettagliata degli avvenimenti politici di questi giorni, nei quali spesso i lati più interessanti sono quelli meno apparenti. Ci è lecito però deplorare come intorno alla situazione delineatasi e che tanto gravemente si può ripercuotere sulla vita della nostra Nazione, si sia impostata una lotta squisitamente politica la quale continua a tutto danno del Paese: questo fra tanta copia di ferventi normalizzatori, da una parte e dall'altra, una sola cosa attende: che la si faccia finita indistintamente con tutto ciò che non sia rettitudine politica, attività di governo, e suprema e disinteressata cura degli interessi nazionali. Chi saprà realizzare questo programma avrà con sé quella massa di 39 milioni di cittadini non tesserati, che sono appunto italiani del tutto e soltanto, e dei quali nelle nolemiche di questi giorni pare finalmente che anche i partiti comincino ad accorgersi!

La voce di questa folla innominata, che è l'Italia, ha trovato la sua naturale, genuina interpretazione, presso coloro che più e meglio hanno amato la patria, che nel sacrificio e nel dolore d'ogni minuto prolungato per anni, hanno acquistato la capacità di salire al disopra delle vicissitudini che passano e delle questioni personali. L'ordine del giorno votato al Congresso dei Combattenti rispecchia e riassume infatti il sentimento di tutti quei cittadini, i quali appuntavano le loro aspirazioni e le loro volontà verso quel Governo che ha saputo dare all'Italia un senso di dignità e di forza che pareva dimenticato; ma attendono da questo Governo in nome della Patria che esso si givi di quella autorità e di quella forza di cui è rivestito e che esso solo oggi può impersonare, per ristabilire in modo inequivocabile, assoluto, l'impero della legge e dell'ordine.

L'On. Mussolini non ha abbandonato Roma nemmeno per la Conferenza di Londra. Il compito che gli si presenta e che egli deve eseguire in Italia è così grave da assorbire tutte le risorse del più infaticabile uomo politico. Fino ad oggi non si hanno da repli-

strare manifestazioni nuove notevoli da parte del Consiglio dei Ministri, ma ciò non vuol dire che a Roma non si lavori.

Commenti infiniti e naturalmente non benevoli ha suscitato nella stampa il richiamo in vigore del Decreto sui giornali. Il Governo lo giustifica con la necessità di impedire il divulgarsi di notizie false, impressionanti o tendenziose e con l'opportunità di infrenare l'opera deleteria della stampa sovversiva. I giornali d'opposizione vedono nel Decreto un tentativo di soffocare la libertà di discussione, di creare il silenzio intorno ad argomenti delicati. Come spesso accade, non è possibile tagliare netto il campo fra la ragione e il torto; la giustificazione e la riprovazione del Decreto non possono esser cercate nella natura del Decreto stesso ma potranno con ragione scaturire soltanto dall'uso che di esso l'Autorità vorrà e saprà fare e dalla imparzialità o meno della sua applicazione.

La questione della Milizia Nazionale è sempre ampiamente discussa, ma da parte ufficiale si conserva sull'argomento un completo silenzio. Il giuramento al Re è ormai differito all'ottobre; sulle modalità di ingranamento coll'esercito le indiscrezioni ufficiose sono parecchie, più o meno attendibili; ma di certo si sa soltanto che gli studi in proposito continuano.

I nuovi Ministri e i nuovi Sottosegretari hanno preso possesso dei loro dicasteri. Uno dei primi atti dell'On. Sarocchi, nuovo Ministro dei Lavori Pubblici, è stato il disciplinamento dei metodi di esecuzione delle opere pubbliche. Vennero infatti emanate rigorose disposizioni perchè per gli appalti di tali opere si ricorra sempre al sistema delle pubbliche gare onde dar modo a tutte le imprese di concorrere. Verranno così soppressi molti inconvenienti da tempo lamentati.

Il nuovo Ministro degli Interni ha chiamato a Roma per conferire un gran numero di Prefetti i quali hanno riferito sulle condizioni politiche delle rispettive Provincie. In seguito a tali colloqui è stato disposto un largo movimento di Prefetti; le sedi principali non vennero però toccate.

Al gran Rapporto dei Comandanti della Milizia, e poi al Consiglio del Partito Fascista, e in altre manifestazioni orali e scritte l'On. Mussolini ha ripetuto e chiarito le direttive della sua politica consistenti nell'assicurare l'impero della legge e dell'ordine e il ristabilimento delle condizioni normali di convivenza nel Paese; il Presidente dei Ministri ha però ribadito il concetto che questa azione sarà compiuta senza debolezze, senza concessione alle opposizioni, senza permettere lo sfruttamento della situazione creatasi, da parte dei partiti avversari. E' questione evidentemente non di sostanza ma di misura e in questo senso il Paese attende ansioso l'opera del Governo.

Interessanti accenni ha avuto l'On. Mussolini sul compito riservato in avvenire al Sindacalismo fascista. Questa manifestazione del Presidente verso la valutazione delle forze democratiche e lavoratrici ha dato luogo a moltissimi commenti ed apre il campo a molte possibilità. Tuttavia si tratta fino ad ora di una semplice direttiva che potrà avere maggiore o minore sviluppo.

Grandi commenti, quasi sempre non favorevoli anche nella stampa fascista, ha suscitato l'atto dell'On. Farinacci nel riassumere la difesa del Duminì. L'On. Farinacci dichiara di voler con ciò difendere il fascismo come partito ed asserisce anche di essere in possesso di prove su un preteso tradimento compiuto dal Cesare Rossi ai danni del fascismo a personalità dell'estrema sinistra. Le straordinarie rivelazioni del bollente deputato di Cremona hanno urtato però contro l'incredulità generale e non sono state fino ad oggi suffragate da dati di fatti convincenti.

*

All'estero, dove ora si guarda alle cose nostre con assai maggiore serenità, l'azione dell'Italia si è svolta attiva ed efficace.

Abbiamo già accennato alla partecipazione dell'Italia alla Conferenza di Londra, dove è rappresentata dai Ministri, De Stefani e Nava, dall'ambasciatore Della Torretta e dal Dott. Alberto Pirelli. Già in molte occasioni il contributo di lavoro dei delegati italiani ebbe modo di venire apprezzato e in parecchi momenti difficili il loro intervento pronto ed efficace riuscì a superare crisi pericolose. Ma l'attività della Missione italiana non si è limitata ai lavori della Conferenza.

In particolare il Ministro De Stefani spiega a Londra un'opera varia e complessa. Egli ha avuto parecchi e lunghi contatti con molte personalità del mondo finanziario inglese ai quali ha illustrato l'opera paziente, eroica ed efficace spiegata dall'Italia per la propria ricostruzione. Gli ambienti finanziari inglesi si sono mostrati ammirati dal cammino percorso dal nostro Paese e numerose voci si sono levate ad esprimere la fiducia nel nostro ristabilimento. Commentati sono stati anche i colloqui dell'On. De Stefani col Ministro delle Finanze americano e col Segretario di Stato Hughes. I delegati italiani vennero poi separatamente ricevuti a lungo da Lord Parmoor, Lord presidente del Consiglio, e successivamente da Mac Donald. Si attribuisce grande importanza a questi colloqui nei quali sarebbero stati trattati argomenti che esulano dal compito della Conferenza o che trascendono il suo programma immediato, come la questione della sistemazione dei debiti interalleati.

Pure a Londra l'On. De Stefani ebbe colloqui con personalità Rumene colle quali vennero definiti gli ultimi particolari delle questioni ancora pendenti. Ogni malinteso sembra così eliminato fra l'Italia e la Rumenia e tutti certamente desiderano che nessun incidente venga più a turbare una cordialità di rapporti tradizionale e che trova una base così naturale e così sentita nell'affinità di razza.

Anche colla Jugoslavia i rapporti permangono sinceramente cordiali. Gli incidenti di frontiera vennero eliminati con reciproco buon volere senza lasciare strascico alcuno. Con soddisfazione si registra l'atto del nuovo Ministro degli Esteri di Belgrado il quale volle ricevere, primi fra tutti i diplomatici, i rappresentanti dell'Italia ai quali assicurò che il suo Governo farà ogni sforzo per rendere anche più stretti ed amichevoli i rapporti coll'Italia.

Colla Jugoslavia venne finalmente definito il nuovo Trattato di Commercio, le cui pratiche si trascinavano da tanto tempo. La conclusione delle trattative sarà accolta con soddisfazione da ambo le parti ed è dovuta specialmente all'opera paziente e tenace dei nostri delegati e dei rappresentanti diplomatici italiani a Belgrado che riuscirono a superare tutte le difficoltà d'ordine politico e finanziario, le ostilità e le diffidenze da parte Jugoslava; anche le travagliate vicende politiche del vicino Reame contribuirono a ritardare l'accordo.

La caduta del Ministero Pasic fece rimanere sospese le trattative già spinte a buon punto per la conclusione di un prestito italiano alla Jugoslavia. Sembra però che la iniziativa sarà raccolta dal nuovo Ministero di Belgrado e sarà presto condotta a termine. Secondo notizie ufficiose il prestito sarebbe di 600 a 1000 milioni di lire italiane (2160 a 3600 milioni di dinari) e verrebbe emesso all'interesse del 7% con ammortamento in 20 anni. Esso sarebbe assunto da un Sindacato Bancario a cui parteciperebbero la Banca Commerciale, il Credito Italiano, il Banco di Roma, la Banca Popolare di Milano e la Banca Adriatica di Trieste. Il prestito dovrebbe servire specialmente a costruire ferrovie con impiego di tecnici italiani e collocamento di prodotti nazionali. L'Italia otterrebbe anche condizioni di favore nello sfruttamento delle grandi concessioni di boschi.

Si parla anche nuovamente di un viaggio dei nostri Reali a Belgrado e dei Reali Serbi a Roma. I rapporti italo-jugoslavi sono dunque avviati verso una reciproca fiducia e cordialità che non si sarebbe osato sperare pochissimi anni or sono.

Importanti colloqui di indole commerciale si sono tenuti a Roma colla presenza del nostro ambasciatore a Mosca, conte Manzoni, e dell'addetto commerciale Comm. Mariani. Ad essi si attribuisce grande importanza nei riguardi dell'intensificazione dei nostri rapporti commerciali colla Russia, già avviati in modo promettente.

Si parla di imminenti stipulazioni di altri trattati commerciali. Dall'ottobre 1922 a oggi se ne sono conclusi quindici; i prossimi sembra debbano essere quelli col Giappone e con l'Afganistan. Entrambi questi Paesi offrono promettenti prospettive alle nostre industrie; la nostra esportazione ha, dopo la guerra troppo trascurato i mercati d'estremo oriente; nell'Afganistan godiamo simpatie profonde e provate.

*

L'On. De Stefani alla vigilia di partire per la Conferenza di Londra ha precisato in una lettera al Presidente del Consiglio la situazione del bilancio statale per la chiusura dell'esercizio 1923-24. Le cifre esposte potranno essere leggermente migliorate in sede di compilazione di rendiconto ma non potranno subire mutamenti notevoli.

L'On. De Stefani ricorda che il primo preventivo per l'esercizio ora chiuso, quale era stato compilato dall'On. Tangorra, contemplava un deficit di 3586 milioni; successivamente tale somma veniva ridotta in 2616 milioni. L'andamento dell'esercizio ha permesso di superare ogni più rosea previsione. Infatti il disavanzo effettivo dell'esercizio non supererà i 623 milioni pur avendosi aumentata la somma imposta in bilancio per risarcimento dei danni di guerra, di ben 750 milioni per l'emissione delle Obbligazioni per la Venezia.

Nel corso dell'esercizio, le entrate effettive ordinarie che erano state previste in 14.332 milioni risultarono al 30 giugno u. s. di 17.702; le spese effettive ordinarie previste in 12.492 milioni furono di 13.176 milioni. Si ebbe così un avanzo effettivo ordinario di 4526 milioni mentre se ne erano previsti solamente 1840.

Per la parte straordinaria del bilancio si erano previste entrate effettive per 1233 milioni mentre esse aumentarono a 1389 milioni; le spese effettive straordinarie, previste in 5689 milioni salirono invece a 6538. Si ebbe cioè un disavanzo per la parte straordinaria di 5149 milioni; esso era stato preventivato in 4456 milioni.

Complessivamente si ebbe così il disavanzo accennato di 623 milioni.

Si hanno anche le cifre, pressochè definitive della diminuzione del debito interno dello Stato nel corso dell'intero esercizio 1923-24. Tali cifre si possono così riassumere.

Diminuzione dei Buoni ordinari del Tesoro: 2710 milioni; Buoni triennali e quinquennali 1706 milioni; circolazione bancaria per conto dello Stato 316 milioni; regolazione della questione della Südbahn 761 milioni; rimborsi redimibili 24 milioni. Complessivamente dunque 5517 milioni.

Ma di fronte ad essi stanno degli aumenti che il Ministro enumera nel modo seguente: Buoni novennali 2472 milioni; Obbligazioni Venezia 455 milioni; Cassa Depositi e Prestiti (conto corrente) 204 milioni; cambio titoli del debito pubblico Austriaco 3 milioni. Complessivamente 3134 milioni di aumenti.

La differenza fra questi due totali presenta quindi una diminuzione netta di 2383 milioni nel debito pubblico interno. Tale risultato è senza dubbio assai confortante perchè segna una costante graduale riduzione nel debito interno complessivo che aveva raggiunto cifre elevatissime. Mentre dalla Commissione di Finanza del Tesoro nel

giugno 1922 era stato affermato che al 30 giugno 1923 il debito complessivo sarebbe stato non inferiore a 102 miliardi, esso fu a quella data di 95.544 milioni ed è sceso presentemente a 93.171 milioni.

Non senza legittima soddisfazione osserviamo come nella stampa finanziaria estera si segnali con ammirazione e con fiducia il miglioramento continuo della finanza italiana. Tali voci di riconoscimento, isolate da prima, sono ora divenute generali e calorose.

La sana politica finanziaria del Governo, e specialmente la cessazione nella emissione di Buoni del Tesoro, ha avuto una favorevole ripercussione nell'ambiente industriale. Nè sono sintomo significativo gli investimenti di capitali in titoli industriali; nel primo semestre del corrente anno il capitale azionario complessivo è aumentato di 2300 milioni, raggiungendo il valore totale di 26.100 milioni. Queste cifre conservano tutto il loro valore significativo anche se si vuol tener conto dello svilimento della moneta. Infatti valutando oggi la lira carta a circa 23 centesimi di lira oro, i 2300 milioni attuali corrispondono a 530 milioni di ante guerra. Ora si ricordi che nel primo semestre 1914, prima dello scoppio della conflagrazione europea, l'aumento del capitale investito in azioni industriali fu di soli 114 milioni. L'aumento è dunque reale e notevolissimo e testimonia della sempre maggiore importanza della attività industriale e commerciale del nostro Paese.

La alleggerita pressione francese nelle regioni Renane occupate ed il conseguente affievolirsi della resistenza passiva e il più pacifico e proficuo svolgersi dei lavori minerari, hanno permesso che le spedizioni di carbone all'Italia in conto riparazioni si svolgessero in condizioni migliori che per gli anni trascorsi. Si apprende infatti che nel primo semestre del corrente anno pervennero in Italia, in conto riparazioni circa due milioni di tonnellate di carbone tedesco; ciò corrisponde ad una media di circa 335.000 tonnellate al mese, media mai mantenuta per lo addietro. Gli arrivi furono specialmente intensificati nei mesi di marzo, aprile e maggio, giungendo fino a 825.000 tonnellate mensili, ma in giugno diminuirono nuovamente per ripercussioni dei nuovi torbidi e delle nuove agitazioni delle quali abbiamo fatto altra volta cenno.

Anche dalle Colonie giungono notizie di migliorate condizioni finanziarie. Per la Tripolitania si può dire che la colonia sia ormai avviata alla sua definitiva sistemazione. Nell'esercizio 1923-24 le entrate fiscali hanno superato le previsioni di circa 18 milioni, e sono state sufficienti a coprire non solo le spese di amministrazione civile, ma anche parte delle spese militari ed a far fronte a spese di opere edilizie di carattere straordinario. L'Ufficio fondiario ha reso di proprietà demaniale 43.000 ettari di terreno; 20.000 ettari di terre produttive sono state consegnate a coloni italiani e sono in corso domande per la concessione di altri 100.000 ettari. L'attività edilizia a Tripoli è in un periodo di grande fervore. Sono state eseguite opere stradali che comportano movimenti di terra per oltre un milione di metri cubi, e altre opere pubbliche per 32.000 metri cubi. Il gettito delle dogane nell'esercizio 1923-24 ha superato di 3.570.000 lire quello dell'esercizio precedente. Il movimento di merci e di forestieri è aumentato del 30 per cento.

*

Nel quadro economico europeo non si hanno notevoli avvenimenti da segnalare.

La Russia è sempre al primo piano dell'interessamento generale, dopo il conflitto franco-germanico. Secondo l'esposizione di Rykoff al Congresso Internazionale Comunista di Mosca, la situazione dell'industria russa sarebbe anche migliore di quella che segnalavamo nelle note del mese di giugno. Infatti alcune industrie, come quelle elettrotecniche e tessili si sarebbero già portate al livello di ante guerra, mentre altre, come in generale quelle manifatturiere, avrebbero raggiunto il 50 per cento della potenzialità di ante guerra. Anche la situazione finanziaria dell'industria sarebbe migliorata avendosi raggiunti 40 milioni di rubli oro di entrate.

Quanto all'agricoltura Rykoff ha affermato che le zone coltivate attualmente hanno una estensione pari all'80 per cento di quella di prima della guerra. Per l'esportazione sarebbero disponibili anche per il prossimo anno circa 200 milioni di pud; queste cifre vanno però accolte col massimo riserbo poichè tutti ricordano la ridda fantastica di notizie contraddittorie che hanno continuato a circolare intorno al grano russo!

I negoziati anglo-russi continuano a trascinarsi senza alcun risultato. A quattro mesi di distanza da quando Mac Donald invitò a Londra i rappresentanti russi non si è ancora mosso un passo significativo in avanti. Rokowski, capo della Delegazione russa a Londra, si è recato a Mosca per conferire personalmente coi capi dei Soviet ma si prevede che lo scopo a cui maggiormente tendeva la Russia ossia l'ottenimento del prestito può ormai considerarsi fallito. I banchieri inglesi non vogliono concedere capitali fino a quando il Governo russo non acconsenta a far onore alle obbligazioni dei suoi predecessori e fin quando non dia garanzie di una politica interna che garantisca le proprietà degli stranieri.

Poichè il Governo dei Soviet non cede assolutamente su questi punti non è difficile prevedere il fallimento delle trattative per prestito. Del resto anche la compilazione del trattato di commercio anglo-russo sembra proceda col più grande stento.

Coll'avvento al potere di Herriot anche i rapporti franco-russi sembrano avviarsi verso una meno rigida ostilità. Troppi interessi sono in giuoco fra la Francia e la Russia, troppi capitali francesi sono stati coinvolti nella rovina economica bolscevica perchè le difficoltà

pratiche che si interpongono ad impedire un riavvicinamento possano venire superate di slancio. Tuttavia si hanno delle manifestazioni inequivocabili in questo senso.

Herriot ha inviato un messaggio a Cicerin, nel quale, riconfermando concetti già esposti nelle dichiarazioni ministeriali alla Camera francese, dichiara essere intenzione del Governo francese di addivenire al riconoscimento formale del Governo dei Soviet, e di aprire trattative dirette per la risoluzione delle questioni pendenti fra i due Paesi. Per ora tuttavia l'attività della Francia è troppo presa dalla Conferenza di Londra nella quale si dibattono argomenti di interesse vitale; d'altra parte l'insuccesso delle trattative anglo-russe ammonisce sulla difficoltà di concretare qualche cosa colla Russia quando vi siano di mezzo questioni finanziarie inerenti al cessato Governo.

Mentre la Russia rifiuta tenacemente di riconoscere i suoi debiti, essa continua a spendere somme enormi per armamenti. Oltre alla riorganizzazione attivissima dell'aviazione che costituisce già ora una entità militare notevolissima, si annuncia ora che il Governo di Mosca intende ricostituire anche la flotta. Si parla di un programma di costruzioni vastissimo, pel quale sarebbero già ordinate quattro dreadnought, sei incrociatori, 24 torpediniere e molti sottomarini. Lieti eventi maturano nell'Oriente europeo!...

L'Austria torna a destare qualche apprensione nel mondo economico europeo. Il Commissario delle Società delle Nazioni, Dott. Zimmermann ha dovuto liberare 46 miliardi di corone carta del prestito per la ricostruzione austriaca, allo scopo di coprire le spese del bilancio dell'Austria. Il Governo di Vienna sarebbe stato ammonito della necessità di mantenere un freno rigoroso alle spese per non ostacolare la rinascita finanziaria del Paese.

Il prestito ungherese ha incontrato il favore dei risparmiatori europei. Le quote assegnate alle diverse Nazioni vennero facilmente sottoscritte. Come è noto l'Italia partecipa al prestito internazionale per 170 milioni di lire; questa somma venne coperta più di tre volte dalle prenotazioni. Gli italiani hanno ora evidentemente simpatia per prestiti ad altri Paesi, e da questo fatto non è forse estraneo un certo sentimento di orgoglio nazionale. Buone notizie si hanno intanto sul prestito concesso alla Polonia; esso, come è noto, è garantito coi redditi del monopolio dei tabacchi: gli introiti di tale monopolio sono in continua ascesa: mentre nel 1923 rese 284 milioni (in lire italiane) netti, il primo semestre dell'anno in corso ha fruttato 400 milioni; il capitale italiano e il servizio del prestito sono quindi ampiamente garantiti.

La crisi che travaglia le industrie inglesi si rispecchia in una notevole diminuzione del commercio coll'estero. Nel mese di giugno u. s. l'Inghilterra ha importato merci per 88.501.425 sterline con una diminuzione di 858.072 sterline in confronto al mese di giugno dello scorso anno. Anche le esportazioni sono in contrazione: da 62.883.773 sterline nel giugno 1923 si è scesi a 62.024.452 con una diminuzione di 859.321 sterline.

Il Direttorio spagnolo ha pubblicato il bilancio preventivo per l'esercizio 1924-25. Le entrate sono previste in 2.767 milioni di pesetas di contro a 2941 milioni di uscite. Il deficit sarebbe così di 174 milioni di pesetas, notevolmente inferiore a quello esistente al principio dell'ultimo anno finanziario e che ammontava a 430 milioni; le spese al Marocco assorbono sempre somme ingenti, tuttavia anche nel bilancio della Guerra si è prevista una riduzione di spese di oltre 30 milioni di pesetas.

*

La consueta riduzione nel volume degli affari che si verifica nella stagione estiva rende meno interessante di analizzare l'andamento generale della quota nel mese. Si può dire in generale che attraversiamo un periodo di sospensione e di attesa dovuto a varie cause concomitanti. L'impressione di incertezza nella situazione politica interna si ripercuote in una certa inquietudine nel corso dei titoli, ma è sempre dominata da una fondamentale fiducia e da un senso di sicurezza che permette di superare senza notevoli difficoltà i momenti di panico suscitati da qualche più timido speculatore. La eternamente sospesa questione delle riparazioni tedesche e dei debiti interalleati preoccupa come sempre il mercato il quale segue con attenzione l'andamento della Conferenza di Londra, e ne rispecchia con accentuato nervosismo le alterne vicende. Nella rarefazione degli affari, anche le piccole cause di inquietudine acquistano una importanza relativa e imprimono al mercato una fisionomia che non rispecchia le sue reali condizioni.

Non deve quindi far meraviglia se le oscillazioni nella quota sono state frequenti e sensibili, mentre nel complesso le variazioni risultanti non sono molto ampie. La caratteristica generale resta quella del mese precedente. Pesantezza generale con tendenza a resistere e a reagire.

I titoli di Stato indietreggiano lentamente, reagendo con prontezza ad ogni accenno di svalutazione eccessiva. Fu così che il Consolidato precipitò in una sola riunione da 97 a 94,80 rimbalzava a 98,25 per ridiscendere sotto il 97 e chiudere a 97,30. Analoghe variazioni subiva la Rendita.

I titoli bancari seguono il diagramma generale del mercato. Le Banche d'Italia passano da 1720 a 1670 dopo aver toccato anche 1600; le Commerciali da 1470 a 1330 con ampie oscillazioni; le Credito scendono da 935 a 854.

Come sempre, il comportamento dei titoli tessili è più resistente

che per gli altri titoli; tuttavia anch'essi hanno ceduto per un momento al pessimismo generale subendo falcidie notevoli dalle quali si risollevano prontamente. Nel complesso però anche questo comparto indietreggiò di parecchi punti.

I comparti dei Trasporti e dei titoli minerari e metallurgici non si sottraggono all'andamento generale. Molto manovrati specialmente i titoli automobilistici.

Lo specchietto che facciamo seguire delle variazioni dei titoli elettrici, rispecchia appunto il diagramma generale del mercato borsistico nel mese decorso.

RENATO SAN NICOLÒ.

Variazioni dei Titoli Elettrici nel luglio 1924.

| | Valore nominale | I decade | II decade | III decade |
|--|--------------------|-------------|--------------|---------------|
| Edison | 300 | 805 | 750 | 718 |
| Conti | 250 | 448 | 448 | 446 |
| Vizzola | 500 | 1530 | 1450 | 1440 |
| Bresciana | 100 | 203 | 215 | 217 |
| Adamello | 200 | 274 | 265 | 257 |
| Unione Esercizi Elettrici | 50 | 116 | 113,50 | 115 |
| Elettrica Alta Italia | 250 | 284 | 281,50 | 278,50 |
| Officine Elettr. Genovesi | 250 | 378 | 379 | 381 |
| Adriatica | 100 | 204 | 193 | 191,50 |
| Negri | 100 | 151 | 152 | 155 |
| Ligure Toscana | 200 | 336 | 332 | 332 |
| Generale Elettr. della Sicilia | 100 | 136 | 130 | 129 |
| Elettrica Briosci | 250 | 380 | 360 | 360 |
| Emiliana Esercizi Elettrici | 35 | 53,50 | 53 | 51 |
| Idroelettrica Trezzo | 250 | 410 | 420 | 420 |
| Elettrica Valdarno | 100 | 130 | 133 | 136 |
| Tecnomasio | 100 | 140 | 138 | 139 |
| Terni | 400 | 615 | 615 | 620 |

DECRETI, LEGGI E REGOLAMENTI

Aumento delle entrate demaniali.

R. Decreto-legge 25 febbraio 1924 n. 456 della Raccolta ufficiale delle leggi del Regno (Gazz. Uff. N. 91 del 16 aprile 1924).

Visto l'art. 2 del R. decreto 21 ottobre 1923, n. 2367, e l'art. 1 del R. decreto 30 dicembre 1923, n. 2836;

Udito il Consiglio dei Ministri;

Sulla proposta del Nostro Ministro Segretario di Stato per le finanze, di concerto col Presidente del Consiglio dei Ministri, Ministro Segretario di Stato per l'interno, *ad interim* per gli affari esteri, coi Ministri Segretari di Stato per la giustizia e gli affari di culto, i lavori pubblici, l'economia nazionale, la guerra e la marina, e col Commissario per la marina mercantile, Ministro Segretario di Stato per le poste ed i telegrafi:

Abbiamo decretato e decretiamo:

Art. 1. — Entro il 30 giugno 1924, e con effetto dal 1° luglio successivo, il Ministero delle finanze procederà alla revisione di tutti i canoni di affitto e concessione, precaria o perpetua, ed in genere di ogni provento che lo Stato ritrae a qualsiasi titolo, anche se di contributo in spese di manutenzione od altro, dai beni e diritti immobiliari di demanio pubblico e patrimoniale delle seguenti categorie:

1° Spiagge marittime e superfici di mare, salvo per le nuove concessioni il disposto del seguente art. 2;

2° Spiagge lacuali, superfici e pertinenze di laghi;

3° Fortificazioni militari e beni demaniali soggetti alle relative servitù;

4° Strade e pertinenze stradali;

5° Tratturi e trazzere;

6° Corsi di acqua pubblici, per le utilizzazioni delle pertinenze idrauliche, per le concessioni di pesca ed acquicoltura, e per le concessioni, licenze, ed autorizzazioni varie, salvo per le derivazioni e le utilizzazioni in genere delle acque il disposto dei seguenti art. 3 e 6;

7° Acque e pertinenze di canali demaniali di proprietà dello Stato (canali Cavour e canali dell'antico Demanio, compresi quelli di provenienza dell'Asse ecclesiastico, canali navigabili), salvo anche il disposto dei seguenti articoli 4 e 7;

8° Pertinenze di bonifica di prima categoria, escluse quelle consegnate per essere utilizzate a proprio profitto dai concessionari delle opere;

9° Molini ed opifici;

10° Miniere e stabilimenti minerari;

11° Riserve erariali di pesca e di caccia

Sono compresi nella revisione i prezzi, i canoni e le corrispondenze di qualunque natura, che risultino da contratti stipulati e da atti emanati dai Principi e dai Governi degli Stati anteriori all'unificazione del Regno d'Italia, anche se questi atti possano aver forza di legge.

Saranno pure assoggettati a revisione i canoni delle concessioni ed utenze cosiddette enfiteutiche di acque derivate da canali di proprietà dello Stato. I detti canoni, al pari di quelli relativi alle conces-

sioni riguardanti il pubblico demanio, non sono affrancabili, nè prima nè dopo l'aumento.

La revisione potrà essere ugualmente fatta nel caso di contratti, decreti, sentenze, ordinanze governative ed in genere di atti ancora in corso di esecuzione, quando i canoni ivi stabiliti siano dall'Amministrazione ritenuti non più congrui, in relazione alle attuali condizioni economiche e monetarie del mercato generale, ai prezzi correnti per simili concessioni, al beneficio che ne deriva all'interessato od alle speciali condizioni dei beni cui i canoni si riferiscono. Sorgendo disaccordo tra l'Amministrazione e il conduttore concessionario od utente, nella determinazione del nuovo canone, deciderà insindacabilmente il Ministro per le finanze.

Il decorso del termine del 30 giugno 1924 sopra stabilito non importa decadenza del diritto dell'Amministrazione a variare i canoni e corrispettivi dopo quella data. In tal caso i prezzi andranno in vigore dal giorno in cui l'Amministrazione farà la richiesta dell'aumento, anche se nella misura definitiva essi vengano concordati od imposti successivamente.

Restano salvi ed impregiudicati i diritti che già competono alla Amministrazione, compresi per il tempo anteriore, gli aumenti che sono stati richiesti. Inoltre le nuove facoltà conferite all'Amministrazione non si esauriscono con la prima domanda di aumento, potendo questo essere gradualmente richiesto in più volte.

Art. 2. — Il canone per le concessioni di demanio pubblico marittimo ad uso di cantieri navali, stabilito dall'art. 755 del regolamento approvato con R. decreto 20 novembre 1879, n. 5166, per la esecuzione del Codice della marina mercantile, e dall'art. 44 della legge 23 luglio 1896, n. 318, è elevato a centesimi 20 per metro quadrato e per anno. Il canone in questa misura si applica solo ai cantieri in quanto destinati alla costruzione degli scafi, restando in facoltà dell'Amministrazione di estenderlo, a seconda delle circostanze, a quelle parti di cantiere destinate ad industrie e lavorazioni sussidiarie, ovvero di imporre un maggior canone in conformità del comma seguente.

Il limite minimo normale del canone per le concessioni ad uso diverso da cantiere navale, stabilito nell'art. 779 del precitato regolamento, è elevato a centesimi 40 per metro quadrato e per anno.

Art. 3. — I canoni per le concessioni di derivazione di acque pubbliche, stabiliti dagli art. 26 e 27 del R. decreto-legge 9 ottobre 1919, n. 2161, sono quadruplicati ed estesi alle concessioni che verranno fatte nei territori annessi al Regno in virtù delle leggi 26 settembre 1920, n. 1322, e 10 dicembre 1920, n. 1778.

Gli stessi canoni decorreranno di diritto, dal 1° gennaio 1924, anche sulle concessioni esistenti, ferme le esenzioni come al seguente art. 6.

In vista di gravi ed eccezionali circostanze, il Ministro per le finanze può, tuttavia, consentire per le concessioni esistenti una riduzione del canone come sopra fissato.

Le imprese produttrici-distributrici di energia elettrica potranno rivalersi sui consumatori, fino alla concorrenza, complessivamente, dei due terzi dell'aumento del canone di concessione d'acqua, mediante adeguato aumento del prezzo di vendita dell'energia, anche in deroga ai vigenti contratti ed alle limitazioni legislative sulla materia.

Art. 4. — Per le dispense d'acqua dai canali demaniali dello Stato, le disposizioni del precedente art. 1 sostituiscono interamente quelle contenute nel R. decreto-legge 16 agosto 1922, n. 1166, con effetto dal giorno in cui decorrerà l'aumento concordato od imposto in applicazione del medesimo art. 1.

Art. 5. — Per ogni specie di concessione riguardante beni dello Stato, comprese quelle accordate come provvedimenti di polizia, in caso di disaccordo fra i vari uffici interessati riguardo alla misura del canone da imporsi, la decisione spetta al Ministero delle finanze.

Per le concessioni di demanio pubblico marittimo l'articolo 769 del regolamento approvato con R. Decreto 20 novembre 1879, n. 5166 per l'esecuzione del Codice della marina mercantile, resta modificato nel senso che le risoluzioni del Commissariato della marina mercantile, quando si riferiscono al canone, debbono essere prese d'accordo col Ministero delle finanze.

Art. 6. — Ferme restando per le concessioni di acque pubbliche le esenzioni dal canone autorizzate o stabilite dalle leggi vigenti, la applicazione del canone nella misura e con le eventuali riduzioni come al precedente art. 3, sarà fatta anche sui diritti di derivazione ed utilizzazione riconosciuti e da riconoscersi ai sensi degli articoli 2 e 125 del R. decreto-legge 9 ottobre 1919, n. 2161. L'obbligo del pagamento del canone decorrerà dal 1° luglio 1924, qualunque sia il tempo in cui i diritti stessi siano stati o verranno dichiarati e riconosciuti.

Alle derivazioni ed utilizzazioni di acque pubbliche nei territori annessi in forza delle leggi 26 settembre 1920, numero 1322 e 10 dicembre 1920, n. 1778, competeranno, nei riguardi del canone, le stesse esenzioni od agevolazioni di carattere generale stabilite dalla legislazione vigente nel Regno, soppressa ogni altra esenzione. Le concessioni finora accordate nei detti territori in esenzione a tutte le utilizzazioni ivi comunque in atto senza pagamento di canone, saranno, dal 1° luglio 1924, assoggettate alla corrispondenza del canone normale, riducibile dal Ministro per le finanze, come al precedente art. 3.

Art. 7. — Senza pregiudizio della revisione dei canoni in quanto esistano, ai sensi dei precedenti articoli 1 e 4, e fermo il disposto

dell'art. 29 del R. decreto-legge 9 ottobre 1919, n. 2161, ai diritti perpetui di derivazione e d'uso costituiti da oltre 30 anni sui canali demaniali dello Stato e sulle acque che vi fluiscono, anche sotto forma di concessioni cosiddette enfiteutiche o comunque di diritti reali di acqua accessori a fondi od opifici — sia pur riconosciuti, regolati, modificati, trasferiti con atti più recenti — sono estese, in quanto applicabili, le disposizioni degli articoli 2 e 125 dello stesso R. decreto-legge 9 ottobre 1919, n. 2161, e delle altre che ad esse si riferiscono, con le modificazioni indicate nei seguenti due capoversi.

Il termine di un anno entro il quale deve essere fatta, sotto pena di decadenza, la domanda di riconoscimento del diritto di derivazione e d'uso dell'acqua, decorrerà dalla pubblicazione nella *Gazzetta Ufficiale* di un nuovo elenco dei canali e delle acque di proprietà demaniale, che sarà emanato con R. decreto promosso dal Ministro per le finanze.

Sulla domanda di riconoscimento sarà provveduto a spese dell'interessato con decreto del Ministro per le finanze, previo parere conforme del Consiglio superiore dei lavori pubblici.

I suddetti usi e derivazioni, che oggi si esercitano gratuitamente, compresi i diritti enfiteutici o reali, quando originano da atti dei cessati Stati anteriori all'unificazione del Regno — anche se più recentemente divenuti oggetto di atto ricognitorio, regolatore, modificativo, traslativo — ovvero quando furono costituiti col possesso trentennale, verranno senz'altra indagine assoggettati, con decorrenza dal 1° luglio 1924, al normale canone da stabilirsi dall'Amministrazione, salvo il ricorso degli utenti al Ministro per le finanze, le cui decisioni non sono suscettibili di gravame.

Quando invece tali diritti traggano origine da atti del Governo italiano, posteriori all'unificazione del Regno, ovvero quando il Governo italiano abbia accettato l'affrancazione dei canoni che gli utenti pagavano, l'applicazione del nuovo canone resta subordinata alla restituzione, a titolo di indennità di esproprio, di quanto l'Erario abbia introitato, senza interessi, rapportato al valore attuale della moneta, d'accordo o su insindacabile decisione del Ministro per le finanze, ed il nuovo canone decorrerà soltanto dal giorno in cui l'Amministrazione emetterà il mandato di pagamento.

Art. 8. — L'imposizione dei nuovi canoni sulle concessioni e sugli affitti esistenti alla entrata in vigore del presente decreto verrà eseguita:

1. possibilmente d'accordo con gli interessati, quando trattasi di revisione dei canoni riguardanti singoli individui, a norma dell'art. 1 ovvero d'ufficio, previa notificazione personale, nella forma che la Amministrazione reputerà di adottare, in caso di disaccordo, o previa pubblicazione di pubblici manifesti, allorché il provvedimento sia applicabile ad una intera categoria di concessionari od utenti, i quali, anche se associati paghino separatamente il rispettivo canone;

2. d'ufficio, senza comunicazione agli interessati, per le concessioni di acque pubbliche già gravate di un canone, che debba essere aumentato giusta il primo capoverso dell'art. 3;

3. d'ufficio, con la comunicazione ad ogni singolo interessato, nelle forme che l'Amministrazione crederà di adottare, quando si debba imporre per la prima volta un corrispettivo su concessioni, utilizzazioni e diritti d'acqua gratuiti, in esecuzione degli articoli 6 e 7.

Art. 9. — Senza pregiudizio dell'esito dei ricorsi al Ministro per diminuzione del canone, e salvo pertanto l'eventuale rimborso di indebito percepito, le rettifiche dei canoni operate nei casi previsti dai commi 1 e 2 del precedente articolo impegnano ciascun debitore a soddisfare il rispettivo debito nella nuova misura, alle scadenze stabilite per i canoni anteriori.

I debitori che verranno iscritti per la prima volta, come al comma 3 dello stesso articolo, avranno l'obbligo di pagare il rispettivo debito in unica soluzione anticipata al 1° luglio di ogni anno. La prima o le prime annualità saranno pagate immediatamente dopo la notifica della imposizione del canone, se la notifica stessa non abbia avuto luogo alla data del 1° luglio 1924.

Art. 10. — Il Ministro per le finanze ha facoltà di adottare tutti i provvedimenti necessari per l'esecuzione del presente decreto, che sarà presentato al Parlamento per essere convertito in legge.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserito nella raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 25 febbraio 1924.

VITTORIO EMANUELE

MUSSOLINI — DE' STEFANI — OVIGLIO
— CARNAZZA — CORBINO — DIAZ —
THAON DI REVEL — CIANO.

Visto, il Guardasigilli: OVIGLIO.

Registrato alla Corte dei conti, con riserva, addì 14 aprile 1924.

Atti del Governo, registro 223, foglio 63. — GRANATA.

*

Testo del voto deliberato dall'Associazione per le Acque Pubbliche d'Italia nella seduta del 3 giugno 1924.

L'Associazione per le Acque Pubbliche d'Italia, visto il decreto legge 25 Febbraio 1924 N. 456 e preso atto con vivo compiacimento della notizia della sospensione ad esso applicata, fa voti:

perchè da tale decreto sia in modo definitivo stralciato tutto quanto tocca l'uso delle acque pubbliche e private rinviandone ed abbinandone la discussione a quella che dovrà farsi davanti al Parlamento per la conversione in legge del decreto 9 Ottobre 1919 numero 2161 ed afferma sino ad ora la necessità che in tale discussione in omaggio a quei fondamenti di giustizia che sono particolare vanto del Diritto Italiano e che ora ed in ogni tempo dovranno essere anteposti sempre a qualunque esigenza di carattere finanziario, si abbiano a tenere presenti, come verità ormai acquisite alla coscienza del popolo italiano per la sua secolare esperienza nell'uso delle acque i seguenti principi fondamentali:

1° - Il possesso privato delle acque sino ad oggi esercitato non differisce giuridicamente ed economicamente da qualunque altro possesso di beni materiali e quindi non è possibile convertire in pubblico tale possesso se non applicando le norme fondamentali del codice italiano in materia di espropriazioni.

2° - Alla tregua della sola scienza idrologica non è possibile rinvenire nella natura delle acque un carattere essenziale che valga a giustificarne la distinzione in acque pubbliche e private, in quanto il complesso sistema di circolazione delle acque sia superficiali che sotterranee deve considerarsi come un tutto organico ed inscindibile, nel quale come le acque superficiali alimentano quelle sotterranee così sovente quelle del sottosuolo alimentano quelle superficiali.

Per questo mentre la distinzione tra acque pubbliche e private non ha ragione di essere se non quando sieno accertati e riconosciuti quei diritti privati risultanti da preesistenti rapporti economici o giuridici, debbesi ormai ammettere che la migliore tutela degli interessi generali onde conseguire il migliore godimento di un elemento così indispensabile alla vita animale e vegetale si otterrà quando il possesso di tutte le acque sia pervenuto allo Stato per modo che la distinzione di acque pubbliche e private acquisti un valore ben circoscritto e particolare.

3° - Pur riconoscendosi la convenienza che lo Stato diventi l'unico ed il supremo regolatore e distributore delle acque, debbesi anche sino da ora riconoscere che lo Stato stesso non potrà disporre del godimento di esse in modo assoluto ed arbitrario, ma tale godimento dovrà essere sempre concesso in dipendenza delle situazioni naturali dei luoghi ed in particolare per quanto riguarda l'irrigazione, in dipendenza stessa delle necessità dei fondi essendo del massimo interesse generale che per tale uso, essenziale per l'agricoltura, debba aversi il massimo rispetto alle condizioni di fatto esistenti che sono il risultato di opere complesse e dispendiose eseguite dalla pubblica e privata economia nel periodo di parecchi secoli.

4° - Che in particolare per quanto riguarda la concessione delle acque i relativi provvedimenti legislativi debbano offrire la maggiore garanzia di stabilità per modo che gli utenti possano con piena fiducia accingersi, all'immobilizzo dei cospicui capitali che sono necessari per conseguire la reale messa in valore dell'acqua. In particolare non essere ammissibile la facoltà nello Stato di variare il canone fissato in un decreto di concessione dovendosi riconoscere che allorché l'utente sottoscriveva il disciplinare di concessione, veniva in sostanza a contrarre un impegno valutato in rapporto alla prospettive economiche offertegli dalla progettata utilizzazione e quindi in definitivo la concessione fatta dallo Stato viene ad avere il carattere di un vero e proprio contratto bilaterale nella preparazione del quale le parti contraenti hanno dovuto misurare gli oneri ed i vantaggi a loro spettanti.

5° - Che in ogni modo gli effetti della determinazione dei canoni debba farsi sempre una precisa distinzione tra le concessioni che lo Stato fa di acque dei canali demaniali da lui costruiti e mantenuti, da quelle che si derivano da corsi d'acqua naturali, perchè nel primo caso lo Stato deve tenere conto del carico finanziario che gli ha portato la costruzione del canale e la sua manutenzione ed esercizio, mentre nel secondo caso il canone non può che rappresentare per lo Stato, più che una fonte di lucro, il riconoscimento della sua giurisdizione sulle acque, in quanto la reale valorizzazione di esse sarà fatta coi capitali ingenti che il privato dovrà anticipare e dei quali una parte saranno anche a fondo perduto per le disposizioni contenute nella legge 9 Ottobre 1919 n. 2161.

6° - Pur dovendosi riconoscere che il passaggio della totalità delle acque nella suprema giurisdizione dello Stato abbia a ridurre notevolmente le ragioni di liti e controversie in materia di acque, pur tuttavia debba essere in ogni tempo possibile al cittadino di ricorrere ai tribunali per la tutela di ogni suo diritto ed interesse in materia di acque ed a tal fine debbesi mantenere attivi i Tribunali delle Acque i quali attesa la natura specialissima della materia e l'intimo legame che per essa deve mantenersi tra la tecnica e la legge hanno ormai dimostrato la possibilità di svolgere più rapidamente e più facilmente la sua alta funzione.

Elenco dei Fabbricanti in Italia di macchinario e materiale elettrico

L'Ufficio Centrale sta preparando la 3ª edizione dell'elenco, del quale pervengono continue richieste da parte di Ministeri, Enti pubblici, Camere di Commercio, Consolati, ecc. E' quindi interesse di tutte le Ditte Costruttrici in Italia di essere incluse in questa vera Guida dell'industria elettrotecnica nazionale.

Gli interessati sono pregati di rivolgersi direttamente all'Ufficio Centrale - Via S. Paolo, 10 - Milano (3)

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

Ing. GINO RÉBORA. — *Tavole di costruzioni elettromeccaniche*. - Album di 60 tavole di 46×62 cm. - Libreria Editrice Politecnica, Milano - Prezzo L. 120.

Più di una volta ci è occorso in queste note di far rilevare lo spirito di abnegazione necessario, specialmente nel nostro Paese, a chiunque si accinge a scrivere un libro tecnico che voglia essere veramente un'opera originale e non un semplice rafazzonamento — come pur troppo avviene sovente — fatto lavorando colle forbici e colla gomma su libri e pubblicazioni preesistenti. Se, tuttavia, gli esempi di tale spirito di abnegazione sono per fortuna abbastanza frequenti, lo si deve senza dubbio all'intima soddisfazione che l'autore ritrae dal suo lavoro amorevolmente curato e nel cui testo egli sente di poter lasciare qualche durevole traccia della sua personalità. Ma quando, per il carattere particolare dell'opera, anche questa intima soddisfazione manca o viene ridotta ai minimi termini, perchè manca il continuo contatto spirituale fra autore e lettore, non si può che ammirare incondizionatamente l'altruismo dell'autore.

E' questo il caso della pubblicazione di cui stiamo occupandoci. Si tratta di una cartella contenente sessanta grandi tavole che illustrano costruttivamente altrettante macchine elettriche dei tipi più disparati: alternatori, motori sincroni ed asincroni, macchine a corrente continua, trasformatori, convertitori, regolatori, ecc. Si tratta di macchine tutte relativamente recenti, che vanno dal mezzo kW ai 6500 kVA, costruite da una quindicina di diverse case italiane e straniere, europee ed americane. In una simile opera, senza una sola riga di testo (ogni tavola porta semplicemente i dati costruttivi della macchina a cui si riferisce) l'A. praticamente scompare e probabilmente ben pochi fra gli innumerevoli allievi delle scuole tecniche superiori e professionali i quali ricorreranno con grande utilità a queste tavole, avranno un pensiero di riconoscenza per l'A. E pure non è difficile immaginare quale ingente somma di tempo, di lavoro, di pazienza l'opera debba essere costata, per raccogliere, scegliere e coordinare la materia prima, per far rifare con criteri di omogeneità tutti i disegni raccolti, per rivedere, correggere, ritoccare; per dare infine a tutte le tavole quell'aspetto organico ed ordinato ch'esse presentano, e che ne aumenta di tanto l'utilità.

Ma non vogliamo insistere negli elogi. Anzi, per non perdere l'abitudine del critico, vogliamo trovare un neo nella bell'opera del Rébora ed esprimere il rincrescimento che l'A. non abbia coraggiosamente bandito tutti gli «HP» dalle sue tavole, per coerenza a quelle direttive che egli stesso ha così validamente sostenute con la penna e coll'esempio, anche sulle colonne del nostro giornale.

Si tratta, l'abbiamo detto, di un neo, che non menoma fortunatamente la grande utilità della nuova pubblicazione.

In un simile genere di opera sarebbe ingiusto non ricordare qui ed elogio anche la casa editrice che, secondando l'A., ha curato tutti i particolari della pubblicazione ed ha presentato un album che fa veramente onore all'industria editoriale italiana.

*

P. STRANEO. — *Teoria della Relatività* (Saggio di una esposizione secondo il senso fisico). Roma, Libr. di scienze e lettere Bardi, 1924. - Un volume di 162 pagine; formato cm. 24×17, formato del testo cm. 19×12; con 13 figure. Numero medio di parole per pagina, circa 500 - L. 16,50.

Le esposizioni riassuntive della *teoria della relatività* sono ora innumerevoli. Ciò è dovuto all'interesse che questa teoria desta in tutte le categorie di persone colte specialmente perchè, forse esagerandone la portata, la si è fatta generalmente apparire, piuttosto che una teoria fisica, una nuova e rivoluzionaria teoria della nostra conoscenza.

Tali esposizioni riassuntive possono dividersi in due categorie: quelle che si propongono di essere assolutamente popolari e perciò evitano qualsiasi impiego di matematiche superiori; e quelle che si fondano essenzialmente sull'impiego delle matematiche.

Le prime non possono evidentemente dare un'idea completa ed esatta della teoria nel suo stato attuale.

Le seconde sottraggono in generale alla parte fisica la parte che assegnano alle matematiche e vengono così a costituire un sistema di ragionamenti logici, ma prevalentemente formali, anzichè fisici.

Questa nuova esposizione, invece, tenta di mantenere un giusto equilibrio fra le due parti che sono indispensabili alla costituzione della teoria, quella *essenziale* fisica e quella *ausiliaria* matematica. Essa è perciò dedicata a quelle persone che, pur possedendo una certa cultura matematica, non vogliono accontentarsi di vuote formule, ma desiderano di comprenderne specialmente il significato fisico.

Perciò si considera dapprima, con insolita ampiezza, il *periodo pre-relativista*, eminentemente fisico, che preparò la grande evoluzione. Poi viene studiato il periodo detto della *relatività ristretta* che, per quanto superato dal successivo della *relatività generale*, conviene ancora, oggi almeno, trattare preventivamente, onde affrontare

separatamente le due difficoltà concettuali maggiori; quella della correlazione einsteiniana fra tempo e spazio, comune alle due teorie e quella dello spazio fisico non euclideo propria della relatività generale.

Caratteristiche di questa esposizione della relatività ristretta sono: 1) non solo si evitano, ma si dimostrano assurde tutte quelle conseguenze paradossali di cui si compiacciono molti autori; 2) che si dimostra chiaramente ed insistentemente che anche la correlazione einsteiniana fra il tempo e lo spazio, che per taluni è tanto ostica, non si presenta affatto col *carattere di necessità* che in generale le si attribuisce, ma solamente con un *carattere di opportunità*.

Premessa una breve parentesi matematica si passa poi alla relatività generale, ove si cerca di porre in evidenza il carattere *fisico* della teoria. Perchè se era ancor possibile, ponendosi da un certo punto di vista, considerare la teoria della relatività ristretta come una teoria puramente cinematica o anche, se si vuole, puramente filosofica, non è possibile fare altrettanto per la teoria della relatività generale, a causa del conglobamento in essa del problema, eminentemente fisico, della gravitazione.

Questo importante problema, che in generale giunge improvvisamente in mezzo alle considerazioni relativiste, è largamente considerato anche nelle sue varie fasi precedenti, il passo fondamentale di Einstein.

Finalmente, in questa trattazione viene abbastanza largamente esposto il punto che forse costituisce il risultato più interessante e profondo della teoria della relatività generale e che invece è quasi sempre trattato solo di sfuggita. La teoria einsteiniana costituisce, in fondo, un legame fra l'ammissione della relatività generale (indipendenza assoluta da qualsiasi sistema di riferimento spaziale e temporale), l'ammissione delle leggi fondamentali della meccanica e quella di una speciale legge di gravitazione. Nella teoria classica, la legge di gravitazione era completamente indipendente dalle leggi fondamentali della meccanica che, per es., sarebbero sussistite anche se le masse si fossero attratte in ragione inversa della distanza. Qui invece si dimostra che, fatte due qualunque di quelle ammissioni, la terza si presenta *quasi* come una necessità; cioè come una vera necessità se non si è disposti ad ammettere leggi di una inaudita complicazione.

La teoria della relatività è quasi sempre esposta o da entusiasti o da avversari dichiarati, quindi, in genere, poco serenamente. In questa esposizione invece l'autore ha cercato di essere equanime. Persuaso che non si imponga affatto il dilemma di *dovere o adorare, o respingere* questa teoria, come afferma un illustre fisico francese, l'autore sostiene che essa può e deve venir studiata e giudicata come qualsiasi altra teoria fisica, alla stregua cioè della sua utilità non solo per la rappresentazione dei fenomeni fisici, ma anche per la costruzione sintetica dello schema fisico generale.

*

Ing. PIER CARLO BARBERIS. — *Sulle unità di misura* (un volumetto di pag. 14; formato cm. 16,5×22,5, formato testo cm. 11×16; numero medio di parole per pagina, circa 300). - Arti Grafiche Moderne Giorio e Vallauri. Torino, 1924.

E' doppiamente doveroso per noi segnalare ai Soci dell'A.E.I. il pregevole scritto di questo studioso quanto modesto ingegnere, dolorosamente mancato alla nostra grande famiglia poche settimane or sono, ancora giovanissimo, in conseguenza delle ferite riportate facendo valorosamente il proprio dovere — anzi, più del proprio dovere — sui campi di battaglia.

La scuola, per Lui, non aveva rappresentato che una prima serie di studi; laureatosi con onore, aveva continuato ad approfondire la sua cultura elettrotecnica nei momenti che la professione — era addetto all'Ufficio Elettificazione FF. SS. di Torino — gli lasciava liberi.

Il suo desiderio di rendersi perfettamente conto di tutto l'aveva indotto a fermarsi sopra uno dei punti più delicati, quello della unità di misura; e questo volumetto rappresenta il riassunto delle riflessioni a cui era stato portato e contiene alcune notevoli proposte di modificazione del consueto modo di prospettare il problema dei sistemi assoluti di unità, dando particolare rilievo al concetto di energia che si ritrova in tutti i campi della fisica. Se la fatalità non glielo avesse impedito, Egli avrebbe dovuto preparare per il nostro Giornale, in forma un po' diversa da quella adottata nel volumetto, un riassunto delle sue proposte.

Ora, non è facile dare un giudizio definitivo sopra lavori trattati argomenti così complessi e così difficili, tanto più che molte delle ragioni che si possono addurre pro o contro determinate soluzioni hanno carattere parzialmente soggettivo, come l'esperienza del passato ha mostrato chiaramente; ma ci sembra che non possa farsi alcuna riserva nei riguardi della salda cultura di cui il nostro giovane Collega dava prova in questo Suo primo lavoro, della Sua attitudine alla sana operosità scientifica, della coscienziosa diligenza con la quale tendeva nobilmente allo scopo di perfezionarsi nei rami più ardui della scienza che ci unisce e nella quale avrebbe anche potuto lasciare qualche traccia di sé.

I Soci vitalizi o perpetui sono i più benemeriti della Associazione.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

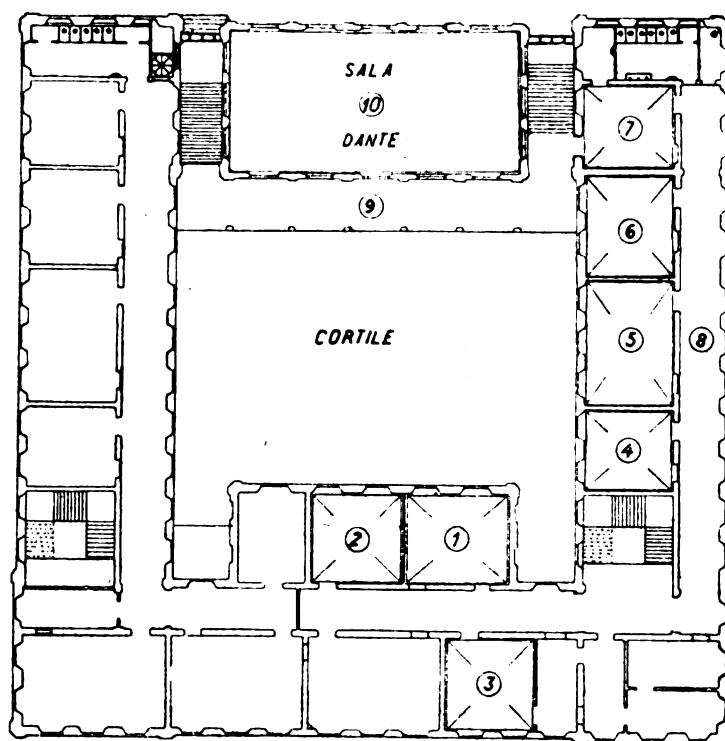
XXIX RIUNIONE DELL'A. E. I.

SPEZIA - Palazzo delle Scuole Secondarie - Via V. Veneto

25-30 Settembre 1924



FACCIATA PRINCIPALE.



PIANO SECONDO (Piano della Riunione)

- Locale N. 1 - Segreteria del Congresso
 " " 2 - Presidenza
 " " 3 - Sala scrittura
 " " 4
 " " 5
 " " 6 - Salette di esposizioni, impianti illuminazione. ecc.
 " " 7
 " " 8
 " " 9 - Corridoi di esposizione quadri, diagrammi, ecc.
 " " 10 - Sala Dante della Riunione.

PIANO TERRENO RIALZATO

Locali dall'1 al 9 a disposizione per mostra apparecchi.
 Le 4 strade e cortile a disposizione per impianti all'esterno.

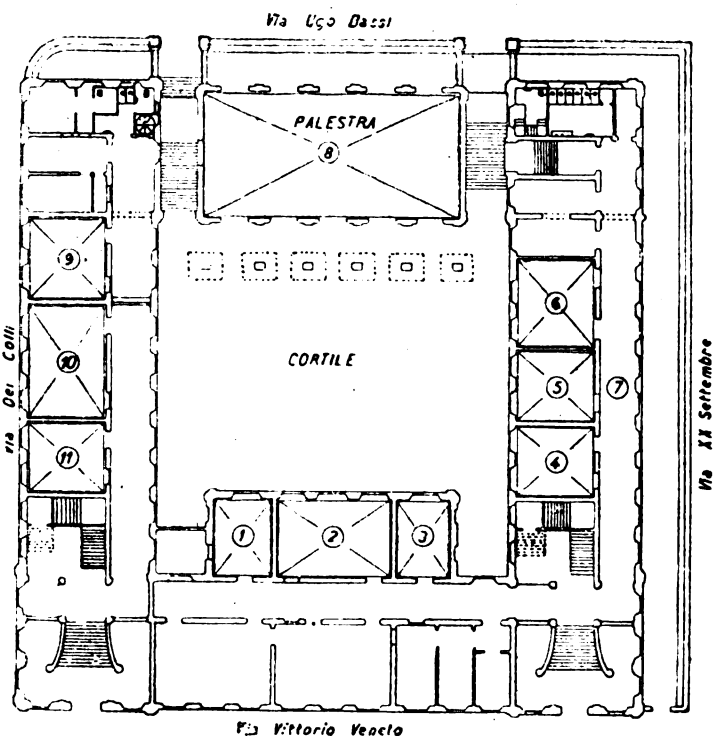
Elenco delle pubblicazioni destinate alla Riunione.

Memorie pubblicate:

| Data pubblicazione | | |
|--------------------|-------------------|--|
| 15 Luglio | — | Vocabolario dell'illuminazione. |
| 25 " — | C. CLERICI : | L'illuminazione nell'industria elettrica (pubblicato come articolo). |
| 5 Agosto | — VENTURINI : | Servizio di vendita dell'energia a piccoli utenti. |
| 5 " — | E. PUGNO VANONI : | Su di un moderno impianto di Roentgenerapia. |
| 25 " — | C. CLERICI : | Problemi di illuminazione |
| 25 " — | C. CLERICI : | Stato attuale della fabbricazione delle lampade. |
| 25 " — | L. PELLO' : | L'occhio umano e l'illuminazione. |
| 25 " — | L. PELLO' : | Effetto del colore delle pareti e dei soffitti sulla illuminazione. |
| 25 " — | G. STORCHI : | Sui sistemi di distribuzione per pubblica illuminazione. |
| 25 " — | (PERI) : | Alcuni rilievi sperimentali sulla illuminazione degli interni. (Comunicazione alla Sezione di Torino). |

In preparazione (in ordine d'arrivo):

| Data d'arrivo del manoscritto | | |
|-------------------------------|-----------------|---|
| 10 Agosto | — C. CLERICI : | Di un codice dell'illuminazione. |
| 13 " — | — MONTEFINALE : | Tecnica degli alti vuoti. |
| 13 " — | — MATTEINI : | Progetto di tubi elettronici. |
| 14 " — | — A. ASTA : | Le variazioni di tensione e la loro influenza, ecc. |
| 15 " — | — U. BORDONI : | Alcune ricerche sui fenomeni di abbagliamento. |
| 15 " — | — G. ZEVI : | Classifichiamo le lampade in lumen. |
| 15 " — | — D'ANGELO : | Cavi conduttori per distribuzione, ecc. |
| 16 " — | — G. PERI : | La nostra situazione in illuminazione. |
| 18 " — | — G. CIAMPI : | Sull'influenza dell'illuminazione sulla produttività. |



PIANO PRIMO (Terreno rialzato)

- Locale N. 1
 " " 2 Sedute di Commissioni
 " " 3
 " " 4
 " " 5
 " " 6 Destinati agli espositori di Spezia e dintorni
 " " 7
 " " 8 Palestra a pianterreno: deposito materiali da esporre
 " " 9
 " " 10 A disposizione eventuali mostre.
 " " 11

- 20 Agosto — E. PIAZZOLI: L'impianto di illuminazione di Milano.
 20 " — G. REVESSI: In tema di lampade e di scarto di tensione.
 20 " — G. SOMEDA: Alcuni dati sperimentali sulla illuminazione di ambienti interni.
 20 " — G. PICKER: La regolazione automatica delle tensioni nella piccola centrale.
 20 " — S. MARIETTI: Note sui Getters usati nella fabbricazione delle lampadine.

Comitato ordinatore della Partecipazione Italiana alla Terza Conferenza Internazionale di Parigi sulle reti ad altissima tensione (Giugno 1925).

Con riferimento al comunicato della «Elettrotecnica» 15 Giugno u. s., si rende noto che il Segretario Generale della Conferenza Internazionale di Parigi ha diretto a tutte le Associazioni ed a tutti coloro che parteciparono alle precedenti sessioni della Conferenza una circolare con cui prega di far conoscere agli amici e colleghi l'esistenza della Conferenza, segnalandone loro l'importanza e procurando la loro iscrizione per la riunione del 1925. Prega inoltre di produrre delle relazioni, ricordando come queste debbano preventivamente essere sottoposte al Comitato ordinatore della propria Nazione e presentate da questo a Parigi entro i termini già noti: 1° Febbraio o 1° Aprile 1925, secondo che esse saranno redatte in una sola lingua (Francese o Inglese) o in entrambe.

Le Memorie dovranno pervenire al nostro Comitato ordinatore entro il prossimo Dicembre al più tardi, come già detto nel citato Comunicato della «Elettrotecnica».

Si ritiene infine utile di richiamare l'attenzione su quanto leggesi sulla «Revue Générale de l'Electricité» del 21 Giugno u. s. a proposito della Conferenza in parola.

La nota è rivolta dal Segretario Generale agli Elettrotecnici francesi, per preparare appunto in modo degno la partecipazione francese, e vi è esposto nelle grandi linee il programma generale della Conferenza.

1° *Produzione e trasformazione dell'energia*: alternatori e gruppi turbo-alternatori di grande potenza; isolanti; protezioni; impianto di grandi Officine generatrici termiche ed idrauliche; costruzioni di sotto-stazioni aeree.

2° *Costruzione delle linee*: impianto di sostegni; blocchi di fondazione; costruzione dei sostegni; isolatori; conduttori; fenomeni elettrici delle linee, ecc.

3° *Esercizio delle linee*: marcia in parallelo delle Officine generatrici, protezioni delle reti contro gli accidenti: modi di sorveglianza delle linee e ricerca dei guasti; esercizio simultaneo di parecchie reti con «dispatcher», ecc.

Il Segretario del Comitato ordinatore
 Ing. FRANCESCO MANFREDI

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI BARI

Verbale dell'Assemblea straordinaria del 6 luglio 1924.

L'anno millenovecentoventiquattro, addì 6 Luglio nella Sede sociale in Via Sparano 153 si sono riuniti in Assemblea straordinaria i Soci della Sezione per procedere alla discussione e alla votazione dello schema di Regolamento interno compilato dalla Segreteria della Sezione stessa.

Assenti per impegni professionali, il Presidente ed il Vice-Presidente, assume la Presidenza il Consigliere Ing. Prof. G. Scotto Di Fasano, il quale, constatata la presenza di 31 tra soci individuali e delegati, dichiara aperta la seduta.

Il Prof. Scotto dà quindi svolgimento alla prima parte dell'Ordine del Giorno, che ha per oggetto la discussione e la votazione sullo schema di Regolamento interno compilato dalla Segreteria della Sezione.

Fatta la lettura e la votazione dei singoli articoli, questi risultano tutti integralmente approvati all'unanimità.

Il Segretario Ing. N. Cafaro propone quindi che quanto prima sia provveduto alla pubblicazione del Regolamento testè approvato, in modo che se ne possa curare la distribuzione a tutti i soci.

L'Assemblea dà mandato al Segretario di vedere quale sarà la spesa relativa alla pubblicazione suddetta, rimandando ogni decisione ad una prossima riunione.

* *

Esaurita la prima parte dell'Ordine del Giorno prende la parola il Socio Ing. Federico Montedoro, il quale intrattiene i Soci sul tema:

«L'Elettricità nelle industrie chimiche»

Egli parla di importanti processi elettrochimici che vengono sfruttati nell'industrie chimiche, soffermandosi più diffusamente su quelle

applicazioni dell'elettricità, che da noi più meritano di essere incoraggiate per le condizioni particolari delle industrie chimiche della nostra regione.

Esaurita anche la seconda parte dell'Ordine del Giorno, il Prof. G. Scotto di Fasano dichiara sciolta la seduta.

*

SEZIONE DI CATANIA.

Verbale della seduta del 28 aprile 1924.

Ordine del Giorno:

Prof. Concetto Bellia: Conferenza sui Raddrizzatori e Amplificatori di corrente usati in radiotelegrafia e radiotelegrafia.

Presiede il Prof. E. Drago. Aperta la seduta il Presidente dà la parola al Prof. Bellia, il quale riferisce sui raddrizzatori ed amplificatori di corrente che vengono usati in telegrafia e telefonia senza filo.

Egli fa notare, citando dati statistici, la grande importanza assunta dalle stazioni diffonditrici (broadcasting) e la grande passione che ha destato nel pubblico questa bella applicazione delle onde elettromagnetiche. In Sicilia poco si è fatto sinora, perciò scopo della conversazione è quella di richiamare l'attenzione sull'argomento e di contribuire a destare quell'entusiasmo che ha destato altrove questa bella scoperta.

Comincia col parlare dei raddrizzatori a cristallo formati come è noto dal contatto fra due cristalli o da un metallo con un cristallo. La corrente che attraversa un tale contatto non segue la legge di Ohm, presenta cioè una caratteristica curvilinea, e fa vedere con calcoli opportuni che per il solo fatto che il contatto non segue la legge di Ohm, una f. e. m. alternata deve dar luogo ad una corrente di intensità media non nulla, cioè ad una corrente continua. Il contatto così agisce da raddrizzatore di corrente.

Indi parla della valvola termoionica. Dopo aver fatto un po' di storia della scoperta: esperienza di Edison, valvola di Flemming, triodo di De Forest, e dopo aver accennato alle proprietà ed al meccanismo delle correnti termoioniche, descrive sommariamente il triodo nella forma in cui viene adoperato in radiotelegrafia. Esamina quindi la caratteristica del triodo e fa vedere che se la valvola si fa lavorare nel tratto rettilineo della caratteristica, quando cioè la corrente obbedisce alla legge di Ohm, una f. e. m. alternata nel circuito di griglia dà luogo ad una corrente nel circuito di placca pure alternata ma di intensità maggiore di quella che avrebbe prodotto la stessa f. e. m. applicata direttamente nel circuito di placca. La valvola così funziona da amplificatore di corrente.

Quando invece la valvola si fa lavorare nel tratto curvilineo della caratteristica, quando cioè non viene rispettata la legge di Ohm, una f. e. m. alternata nel circuito di griglia dà luogo ad una corrente di intensità media non nulla nel circuito di placca, si ha così un raddrizzamento di corrente.

La valvola viene anche adoperata per produrre onde elettromagnetiche persistenti, all'uopo basta stabilire fra il circuito di placca e quello di griglia un accoppiamento magnetico oppure un accoppiamento capacitivo. Fa vedere come si possa trattare il problema analiticamente deducendo come bisogna scegliere capacità, induttanza e resistenze affinché si produca un fenomeno periodico ad onde non smorzate. Accenna anche alle difficoltà di ordine pratico che si sono dovute superare ed alle particolarità di costruzione delle valvole oscillatrici che devono sopportare alte potenze.

Infine descrive e discute i principali circuiti adoperati nelle stazioni riceventi e spiega il modo di funzionare della eterodina ed endodina.

Il Presidente ringrazia il Prof. Bellia della brillante conferenza e si augura che al più presto possibile anche in Catania, secondo il desiderio espresso dall'oratore, si possa avere una stazione ricevente di radiotelegrafia e promette tutto il suo interessamento perché ciò possa avvenire al più presto possibile.

Dopo di che la seduta è tolta.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:

Vol. I. - II° Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Provincie redente 20,—
 più per postali 2,—

Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia 20,—
 più per postali 3,—

Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).

L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - suo avvenire (broch.) 2,50
 più per postali 0,80

CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia 1,—
 più per postali 0,50

NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici 3,—
 più per postali 1,—

NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche 4,—
 più per postali 1,—

Digitized by Google

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

E' GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Problemi di illuminazione.

Anche questo numero è interamente dedicato alle relazioni che dovranno essere discusse nell'imminente riunione di Spezia, il cui successo tecnico è ormai abbondantemente assicurato. Dobbiamo anzi chiedere venia agli autori che ci hanno inviato contributi di diverso genere, se dobbiamo farli attendere. E' evidente che la precedenza assoluta deve essere data alle memorie destinate al Congresso, e non sappiamo neppure se sarà possibile pubblicarle in tempo tutte — almeno in bozza — dato il ritardo con cui molte sono giunte e... continuano a giungere.

*

L'Ing. C. CLERICI, dopo avere, nella precedente memoria, sostenuta la necessità di Norme generali per la fabbricazione e il collaudo delle lampade, propugna oggi anche la pubblicazione di Norme fondamentali per gli impianti di illuminazione, basandosi ancora sull'esperienza Nord Americana di cui è frutto il Codice dell'Illuminazione che egli riassume nella sua memoria. L'igiene e la sicurezza degli operai nelle officine sono così strettamente dipendenti da una razionale illuminazione che, prima o poi, sarà inevitabile un qualche intervento statale nella questione; ed è senza dubbio preferibile, come sostiene il Clerici, che un sodalizio tecnico quale la nostra A.E.I. prenda l'iniziativa della pubblicazione e prepari il terreno ad una eventuale ed augurabilmente moderata azione statale.

Il CIAMPI intanto, basandosi egli pure su interessanti esperienze condotte su larga scala negli Stati Uniti, porta un contributo di dati concreti all'affermazione generica già più volte apparsa nelle precedenti pubblicazioni, che la produzione delle officine possa essere notevolmente e convenientemente aumentata, migliorando gli impianti di illuminazione, e l'Ing. ZEVI spezza una lancia in favore della specificazione delle lampade in *lumen*. Dopo tutto quanto da tempo è stato detto e scritto anche da noi sull'assurdità di continuare a definire le lampade indicandone « una » intensità luminosa che non si sa, spesso, nè quale sia nè in quali unità sia espressa, sarebbe superfluo insistere da parte nostra sull'argomento. D'altra parte i lettori avranno notato come, in tutte le pubblicazioni ufficiali americane riportate o citate dal Clerici e da altri, non si parli ormai più che di *lumen*.

Nelle pubblicazioni precedenti ed anche nelle odierne si è parlato e si parla molto dei fenomeni dell'*abbagliamento*, sui quali è andato accentuandosi in questi ultimi anni l'interessamento dei tecnici e degli studiosi, pur rimanendo finora gli studi relativi nel campo puramente qualitativo. Con la pubblicazione odierna il BORDONI, sviluppando le osservazioni a cui ebbe ad accennare l'anno scorso a Venezia, tra il più vivo interesse dei presenti, ci presenta un notevole tentativo di ricondurre anche i fenomeni dell'*abbagliamento* nel campo quantitativo. L'argomento non è certo esaurito, ma già l'odierno scritto mostra quanto fossero inesatti taluni concetti sostenuti fino ad oggi anche da tecnici e da scienziati di valore, e conduce d'altra parte a conclusioni numeriche concrete che potranno essere facilmente tradotte in norme abbastanza precise per i tecnici. Non c'è che da augurarsi che il collega, come ne ha l'intenzione, possa presto continuare ed estendere le sue utili ricerche.

LA REDAZIONE.

Per il cambio di indirizzo, inviare LIRE UNA
unifammente alla fascetta vecchia.

ALCUNE RICERCHE SOPRA I FENOMENI DI ABBAGLIAMENTO □ □ □ □

U. BORDONI



Comunicazione alla XXIX Riunione Annuale dell' A. E. I.
Spezia - Settembre 1924

1. — La tecnica della illuminazione è stata per molto tempo dominata dalla idea fondamentale che per individuare i risultati conseguiti in un determinato ambiente con l'impiego d'un certo numero di sorgenti luminose, naturali od artificiali, fosse necessaria e sufficiente la considerazione d'una sola grandezza fotometrica: la *intensità della illuminazione* dei diversi punti. Ma l'importanza crescente della illuminazione artificiale, specie elettrica, e gli studi che da varie parti e per differenti motivi sono stati fatti via via sul comportamento dell'occhio umano, hanno messo in rilievo, sempre più nettamente, che se la considerazione della grandezza accennata era necessaria, non era per altro sufficiente; che, in particolare, un giudizio fondato non poteva darsi se non dopo avere esaminato l'entità verosimile, nei diversi punti dell'ambiente, di quel fenomeno dell'*abbagliamento* ⁽¹⁾ che ha una influenza così decisiva sulle facoltà percettive dell'occhio. Scopo della presente nota è quello di discutere le modalità principali di questo fenomeno, essenzialmente quali esse risultano da una serie di esperienze istituite al riguardo (serie non breve, ma che è lungi dall'aver esaurito l'argomento), e di dedurne alcune conseguenze interessanti da vicino la tecnica della illuminazione.

2. — È nota la straordinaria capacità dell'occhio ad adattarsi, più o meno faticosamente, alle più diverse condizioni d'ambiente; basterà qui ricordare ch'esso, mentre può sopportare luminosità di una diecina di Lambert ⁽²⁾, quale può essere quella di una parete bianca colpita normalmente dal sole, in estate, riesce ancora a percepire qualche cosa in ambienti la cui luminosità media sia alcuni miliardi di volte minore. La spiegazione sta nel fatto che, per quanto si possa discutere sul significato della locuzione « intensità di una sensazione fisiologica » e sulla possibilità di una sua misura (ed i fisiologi, come pure i filosofi, non hanno mancato davvero di discutere in proposito), non v'ha dubbio che le nostre sensazioni crescano assai meno rapidamente della causa che le produce: è questo il nocciolo della così detta legge di Fechner, la quale va considerata, forse, come una semplice norma di orientamento, allorchè afferma che per luminosità medie (da qualche decimillesimo a qualche decimo di Lambert ⁽³⁾) l'intensità della sensazione

(1) Il Vocabolario della Illuminazione (1^a parte), compilato dal « Comitato Nazionale della Illuminazione e del Riscaldamento » e pubblicato in questo Giornale, nel numero del 15 luglio u.s., così definisce l'*abbagliamento* (in inglese: glare).

« È il senso di disturbo che l'occhio prova allorchè nel campo visivo vengono a trovarsi dei corpi di luminosità, propria o riflessa, assai maggiore di quella che il resto del campo ha od aveva poco prima. Il disturbo è accompagnato da una grande diminuzione delle facoltà di percezione dell'occhio ».

(2) Per il significato preciso delle unità fotometriche adoperate nella presente nota si veda il Vocabolario della Illuminazione del C. N. I. I. R. (questo giornale, quest'anno, fascicolo del 15 luglio).

(3) Di giorno, in una stanza bene illuminata, a pareti chiare, la luminosità media è dell'ordine del decimo di Lambert.

ne cresce proporzionalmente al logaritmo della misura della causa eccitatrice, cioè della luminosità.

Ora, supposto momentaneamente che l'occhio si trovi in un ambiente nel quale le differenze di luminosità fra i vari punti non siano troppo grandi, è possibile definire facilmente, e misurare una grandezza che ha la massima importanza nei riguardi della individuazione della bontà della visione: una grandezza che si può chiamare « *coefficiente di percettibilità* ».

Si immaginino due superficie analoghe, di dimensioni non troppo piccole ⁽⁴⁾, collocate l'una accanto all'altra e delle quali si possa far variare indipendentemente la luminosità, intorno al valore medio ch'essa ha nell'ambiente; l'occhio percepirà la differenza di luminosità fra le due superficie soltanto quando questa differenza abbia raggiunto un certo valore minimo; così come, caricando i due piatti d'una bilancia con due pesi leggermente diversi, il gioco si squilibrerà in modo apprezzabile solo quando la differenza di peso abbia raggiunto una certa entità che potrà anche essere piccolissima ⁽⁵⁾, ma che dovrà essere sempre finita.

In una bilancia, questa minima differenza di peso è pressochè indipendente, entro larghi limiti, dalla grandezza dei pesi dei quali sono già caricati i piatti; sicchè si presenta naturale l'individuare la « *sensibilità* » dello strumento appunto con la indicazione del minimo peso che riesce a produrre uno squilibrio apprezzabile ⁽⁶⁾. Ma l'esperienza rivela che, invece, nel caso dell'occhio, la minima differenza apprezzabile di luminosità dipende dal valor medio della luminosità delle due superficie, che, anzi, varia relativamente poco il rapporto fra questa minima differenza ed il valore medio; sicchè può asserirsi che nel caso dell'occhio vari relativamente poco (sempre, s'intende, in ambienti a luminosità pressochè uniforme) non il valore assoluto, bensì il valore relativo della minima differenza di luminosità apprezzabile ⁽⁷⁾. Che questo valore relativo abbia grande importanza, se ne potrà giudicare riflettendo che, a parte le diversità di colore, è principalmente attraverso le differenze di luminosità che l'occhio percepisce la presenza degli oggetti e la loro forma; sicchè in un determinato ambiente tale percezione sarà, a parità di altre condizioni, tanto più completa e netta quanto minore sarà la minima differenza di luminosità che l'occhio riesce ancora ad apprezzare. Per giudicare di questa possibilità di percezione, si presenta dunque naturale la considerazione di uno speciale numero, il « *coefficiente di percettibilità* », definito come l'inverso del valore relativo della minima differenza di luminosità ancora percettibile. E poichè senza speciali artifici difficilmente l'occhio apprezza con sicurezza, nelle migliori condizioni, differenze di luminosità inferiori al 2 per cento (cioè difficilmente quel valore relativo scende al disotto di 0,02), ne segue che il coefficiente di percettibilità salirà difficilmente al disopra di $\frac{1}{0,02} = 50$.

E dicendo che questo coefficiente di percettibilità varia relativamente poco con la luminosità generale dell'ambiente s'è inteso riassumere il fatto sperimentale che questo coefficiente, in realtà, si mantiene pressochè costante solo per luminosità nè eccessive nè troppo deboli (all'incirca, fra un decimillesimo ed un decimo di Lambert); che, invece, esso diminuisce gradatamente col crescere e col diminuire ulteriore della luminosità media d'ambiente ⁽⁸⁾, tanto da scendere sino a circa 15 per luminosità dell'ordine di una diecina di Lambert e scendere al

disotto di 2 per luminosità prossime ad un centomillesimo di Lambert, (all'incirca quella presentata di notte da una parete chiara che riceva luce esclusivamente dal cielo stellato e senza luna): ciò che traduce in numeri il fatto che, in queste ultime condizioni, l'occhio distingue poco più del contorno e della forma generica degli oggetti, purchè non troppo piccoli.

Un'altra grandezza la cui considerazione presenta pure un certo interesse è quella che i fisiologi chiamano il *limite inferiore della percezione*, od anche la « *soglia* » ⁽⁹⁾ inferiore della percezione: essa è, per un occhio adattato a certe condizioni d'ambiente, il valor minimo della luminosità che l'occhio riesce ancora a distinguere dalla assenza completa di luminosità, cioè dalla oscurità assoluta. Oggetti aventi una luminosità più piccola di questo limite appaiono neri affatto; di essi non possono essere percepiti, se mai, che i contorni, per l'eventuale contrasto con oggetti più luminosi sopra i quali essi si proiettano. Questo limite inferiore è soggetto a variare largamente insieme alla luminosità media alla quale l'occhio s'è adattato: è osservazione antica che l'occhio può trovare molto luminosi, ove sia adattato a luminosità debolissime, degli oggetti che in altre condizioni gli appaiono praticamente neri ⁽¹⁰⁾.

3. — Ma le cose si complicano ove l'ambiente comprenda anche oggetti di luminosità molto maggiore di quella media, appunto per l'intervento del fenomeno dell'*abbagliamento*. L'occhio, esposto alla vista di oggetti molto luminosi, si difende istintivamente procurando di adattarsi ad una luminosità maggiore di quella media del resto dell'ambiente; e di qui nascono due conseguenze principali: a) un senso di fatica e di disagio dell'occhio, dovuto alle continue variazioni di adattamento (per la variabile posizione dell'asse visuale rispetto gli oggetti in questione) e di diametro della pupilla ed alla intensità eccessiva della sensazione; b) una visione assai meno soddisfacente (cioè, valori minori del coefficiente di percettibilità) dovuta al concorso di due circostanze agenti nel medesimo senso, e cioè la diminuzione, già ricordata, che il coefficiente di percettibilità subisce allorchè l'occhio si adatta a forti luminosità e il valore più alto che assume (sempre per effetto di questo adattamento) il « *limite inferiore della percezione* ». Può persino accadere che, a causa del valore eccessivo della luminosità di alcuni degli oggetti che si trovano nell'ambiente, il « *limite inferiore della percezione* » raggiunga o superi la luminosità media ambiente; nel quale caso l'occhio finirebbe col percepire niente altro che la esistenza degli oggetti abbaglianti: sarebbe questo l'estremo dell'*abbagliamento* ⁽¹¹⁾, in quanto dell'ambiente propriamente detto l'occhio non vedrebbe più nulla.

Nè varrebbe osservare che in questi casi, se mai, la visione sarebbe meno soddisfacente solo quando l'asse visuale dell'osservatore passasse in vicinanza degli oggetti molto luminosi; giacchè un altro fatto ormai fuori contestazione, è il tempo relativamente lungo che occorre all'occhio per mutare il proprio adattamento. È osservazione antica il fenomeno della persistenza delle immagini sulla retina, la quale persistenza, quando si tratta di oggetti così luminosi da implicare notevoli variazioni di adattamento dell'occhio, può prolungarsi per decine di secondi (come si constata facilmente da chiunque, fissando un oggetto assai luminoso e recandosi subito dopo nell'oscurità); e ricerche più recenti hanno confermato che mentre la durata *sensibile* dell'intero processo di adattamento ⁽¹²⁾ deve valutarsi a molti minuti primi, occorrono sempre molti secondi affinché l'occhio si avvicini alla nuova condizione di adattamento. A rendere deficiente e penosa la visione in un ambiente può dunque anche bastare la inclusion *saltuaria* nel campo visivo di oggetti fortemente luminosi.

Ma sarebbe evidentemente desiderabile poter dare una base quantitativa a tutte le considerazioni poc'anzi esposte, in guisa da dedurre delle norme, le più concrete possibili, relative alla tecnica della illuminazione. Il materiale disponibile a questo

⁽⁴⁾ Tali, ad es., che l'occhio veda ogni loro dimensione sotto un angolo di qualche grado.

⁽⁵⁾ Dipendentemente dal tipo della bilancia e dalla perfezione della esecuzione. Mentre le usuali bilancie a piatti (dalla portata di qualche kg.) « sentono » appena il grammo, vi sono bilancie di precisione, della portata di qualche centinaio di grammi che « sentono » anche qualche centesimo di milligrammo.

⁽⁶⁾ Si dice difatti « una bilancia sensibile al milligrammo », oppure «... sensibile al centigrammo », e così via.

⁽⁷⁾ Se, cioè, confrontando due superficie la cui luminosità sia prossima ai 100 millesimi di Lambert l'occhio apprezza ancora differenze di 2 millesimi di Lambert, esso apprezzerà presso a poco differenze di 0,2 millesimi di Lambert ove si confrontino superficie la cui luminosità media sia prossima ai 10 millesimi di Lambert; e così via.

⁽⁸⁾ La parte quantitativa della legge di Fechner sopra accennata (cioè la proporzionalità della intensità delle sensazioni al logaritmo della luminosità dell'oggetto guardato) vale solo ove si possa supporre costante il coefficiente di percettibilità; sicchè la legge di Fechner, se mai, è praticamente esatta solo finchè si considerano luminosità nè troppo grandi, nè troppo piccole. È molto interessante, ma non sarebbe qui il caso di farlo, lo studio delle ragioni fisiologiche verosimili che fanno variare il coefficiente di percettibilità.

⁽⁹⁾ Adattamento del francese « seuil ».

⁽¹⁰⁾ Così, sopra un parete bianca esposta al pieno sole, d'estate, appaiono neri gli oggetti di luminosità inferiore a qualche centesimo di Lambert; luminosità che è quella di un foglio di carta bianca esposto, normalmente, alla luce emessa da una lampada da qualche centinaio di candele, distante un metro !

⁽¹¹⁾ Prescindendo naturalmente da eventuali offese o lesioni che valori ancora maggiori della luminosità potrebbero anche produrre nell'occhio.

⁽¹²⁾ Esso ha naturalmente carattere *asintotico*, sicchè non si può parlare che di durata « *sensibile* ».

riguardo non è ancora molto abbondante, chè le indagini sul fenomeno dell'abbagliamento sono relativamente recenti e, per la maggior parte, più qualitative che quantitative. Fra i lavori importanti noti allo scrivente è particolarmente notevole quello di un illustre fisico americano, il Nutting, il quale ⁽¹³⁾, ha procurato di raccogliere e riassumere fra altro, un certo numero di dati sperimentali riguardanti il fenomeno dell'abbagliamento; dati che appariranno suggestivi, nella forma grafica che qui viene adottata (Fig. 1).

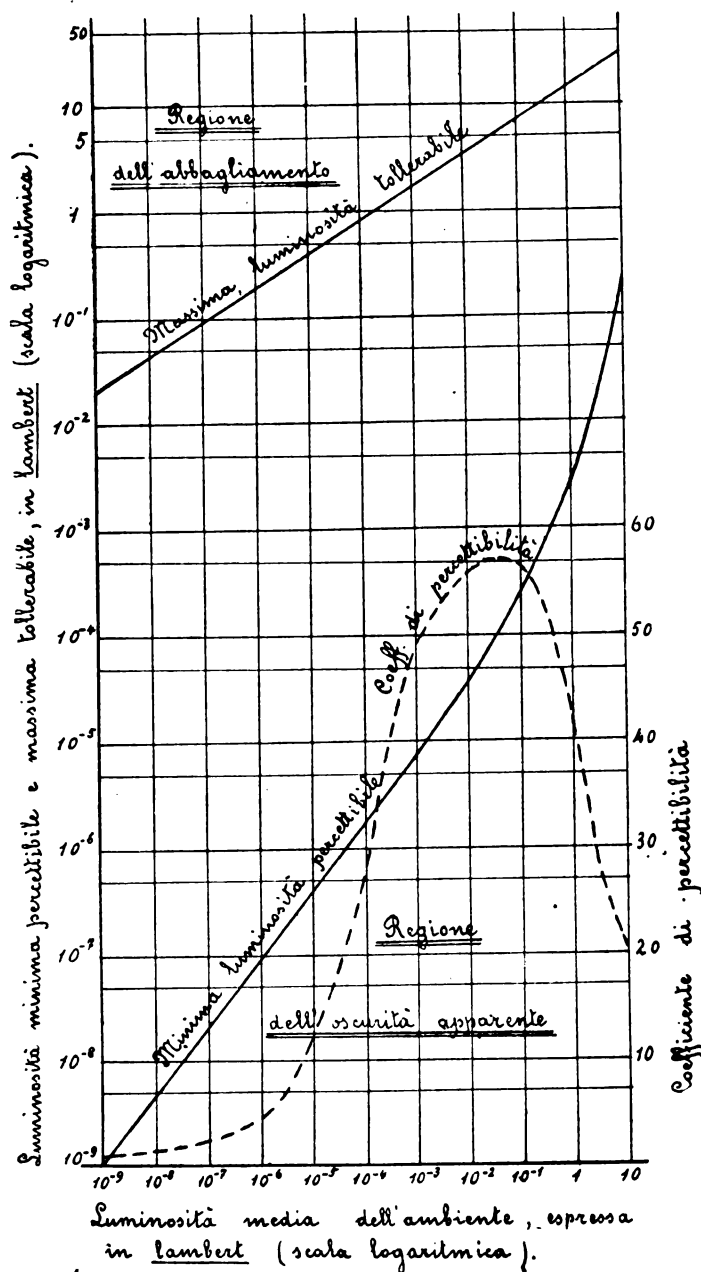


Fig. 1.

Si è già ricordato come, per l'occhio adattato ad una data luminosità media, esista un certo valore del « coefficiente di percettibilità » ed un certo « limite inferiore della percezione »; ma esiste pure, secondo il Nutting, un valore massimo della luminosità tollerabile dall'occhio, al di là del quale valore si avrebbe il fenomeno dell'abbagliamento.

Si può allora individuare tutto questo mediante tre curve le quali, in funzione della luminosità media alla quale l'occhio è adattato, rappresentino il modo di variare, rispettivamente, del « limite inferiore della percezione », della « massima luminosità tollerabile » senza abbagliamento e quello del « coefficiente di percettibilità ».

La estrema variabilità dei valori che le luminosità in questione possono assumere ha imposto di adottare delle scale logaritmiche tanto per le ascisse che per le ordinate; scale che cominciano dalla luminosità di un miliardesimo di Lambert che è la più piccola (come ordine di grandezza) che l'occhio

riesca praticamente a distinguere (nelle più favorevoli condizioni) dalla oscurità assoluta. La parte del piano situato fra l'asse delle ascisse e la curva del « limite inferiore di percezione » rappresenta la *regione della oscurità apparente*: apparente, giacchè una luminosità di 10^{-6} Lambert, ad es., è percettibile ove l'occhio sia adattato a luminosità medie inferiori a circa $2 \cdot 10^{-5}$ Lambert, mentre si confonde praticamente con la oscurità ove l'occhio sia adattato a luminosità più grandi. La parte, invece, del piano superiore alla linea della massima luminosità costituirebbe la *regione dell'abbagliamento*; sicchè, la *regione della visione normale* sarebbe quella compresa fra le due curve, e l'andamento del coefficiente di percettibilità individuerrebbe, in gran parte almeno, il modo più o meno completo nel quale avverrebbe la visione.

Varie osservazioni interessanti suggerirebbe l'esame di questo diagramma e più d'una conseguenza, riguardante i fondamenti della tecnica della illuminazione, se ne potrebbe trarre; ma prima di questo non è inutile chiedersi se un diagramma di questo genere sia veramente atto a rappresentare un fenomeno che più di un indizio fa ritenere notevolmente complesso; anche intendendo, ben inteso, che le due linee della « massima luminosità tollerabile » e del « limite inferiore della percezione » stiano ad indicare piuttosto degli ordini di grandezza che dei valori precisi.

Ma piuttosto che indicare e discutere le origini del dubbio sopra accennato, che è stato appunto la causa delle ricerche delle quali si rende conto, in parte, nella presente nota, riuscirà di maggior interesse esporre addirittura i risultati di queste ricerche; risultati che, fra altro, hanno confermato il dubbio stesso nelle sue due parti fondamentali:

a) che non sia possibile ragionare nei riguardi dei fenomeni di abbagliamento se prima non si definisce, in un modo necessariamente convenzionale, quando è che l'abbagliamento si intende raggiunto;

b) che, qualunque sia la soluzione data alla questione precedente, nella maggior parte dei casi che interessano la tecnica della illuminazione non è la luminosità di un oggetto l'elemento essenziale che ne individua l'attitudine a produrre l'abbagliamento; sicchè, in un diagramma come quello della figura 1, non sarà possibile, finchè le ordinate siano delle « luminosità », delimitare una regione dell'abbagliamento.

4. — La prima questione che si presenta è quella del modo nel quale accertare sperimentalmente, e possibilmente misurare, la esistenza del fenomeno dell'abbagliamento. La prima delle sue caratteristiche (§ 3), e cioè il senso di fatica e di disagio che l'occhio prova, per quanto da un certo punto di vista possa apparire la parte fondamentale del fenomeno, è troppo dipendente da apprezzamenti personali di difficile controllo e verosimilmente variabili col tempo, anche per una stessa persona; inoltre, è sembrato che non si prestasse molto ad una qualche misura dell'entità del fenomeno stesso. Minori difetti presenta certo la seconda caratteristica, la « visione meno soddisfacente » che accompagna il prodursi dell'abbagliamento; si tratta bensì di una conseguenza del fenomeno stesso, ma della conseguenza di gran lunga più importante nei riguardi della tecnica della illuminazione. Rimane per altro da definire come possa accertarsi se una visione è più o meno soddisfacente. Ora, non v'ha dubbio che molti sono i punti di vista da cui una visione può essere ragionevolmente giudicata, dipendentemente anche dalla natura dell'ambiente; e molte, quindi, le soluzioni ammissibili della questione: soluzioni le quali, anzichè escludersi, si completano a vicenda. Ma poichè alcune prove preliminari hanno mostrato che, in generale, questi vari criteri di giudicare della visione non conducono a risultati molto diversi, così è stato qui adottato provvisoriamente il criterio che è apparso il più semplice e di più diretta interpretazione: dedurre la esistenza e la entità del fenomeno dell'abbagliamento dalla alterazione subita dal coefficiente di percettibilità, del quale è già stata illustrata (§ 2) la importanza.

E per altro necessario rilevare, al riguardo, che il coefficiente di percettibilità, da solo, non può bastare ad individuare le condizioni nelle quali la visione avviene; così come non basta, da solo, il valore della luminosità media dell'ambiente. Difatti, il diagramma fig. 1 condurrebbe, ad es. alla conseguenza che, essendo già sufficientemente alto (intorno a 30) il coefficiente di percettibilità per luminosità medie di un decimillesimo Lambert (sarebbe, presso a poco, la luminosità esistente in una stanza di metri $4 \times 5 \times 4$, a pareti chiare, illuminata nel centro da una lampada della intensità di due o tre

(13) Rev. Gen. des Sciences - 30 giugno 1917.

candele) non converrebbe, come invece si fa d'ordinario, procurare che la luminosità fosse decupla (decuplicando quindi la spesa d'esercizio), od anche più elevata, per guadagnare relativamente poco nel valore del coefficiente stesso. Naturalmente, le conclusioni cambiano ove si tenga conto che con luminosità maggiori di 10^{-4} Lambert l'occhio raggiunge ben più facilmente quei valori del coefficiente di percettibilità che più frequentemente occorrono per la percezione della grandezza, posizione e forma degli oggetti; sicchè, alla lunga si stanca di meno, come l'esperienza conferma largamente. Nè è senza significato che i valori massimi del coefficiente di percezione (il quale varia alquanto, nelle stesse condizioni, da una persona all'altra: la curva della figura 1 non può intendersi che a titolo di orientamento) si verifichino proprio per quelle luminosità (da circa un millesimo a qualche decimo di Lambert) che più facilmente si riscontrano, di giorno, negli ambienti abitati, cioè a quelle luminosità alle quali l'occhio umano deve aver finito con l'adattarsi. In conclusione, mentre separatamente la luminosità media dell'ambiente ed il coefficiente di percettibilità dicono relativamente poco intorno al modo nel quale la visione si effettua, in quanto riguardano due differenti esigenze dell'occhio, la loro considerazione simultanea individua realmente la bontà della visione in un modo che riesce quasi sempre sufficiente.

Sono state anche iniziate, ma non ancora condotte a termine, delle serie di esperienze dirette ad accertare le variazioni prodotte dall'abbagliamento nella facoltà di vedere caratteri più o meno minuti o segni di varia forma, più o meno sottili: in ciò, insomma, che mette in giuoco la così detta « acuità visuale »; sopra i loro risultati (che, si ripete, non si annunciano molto diversi da quelli ottenuti per l'altra via), si tornerà appena possibile.

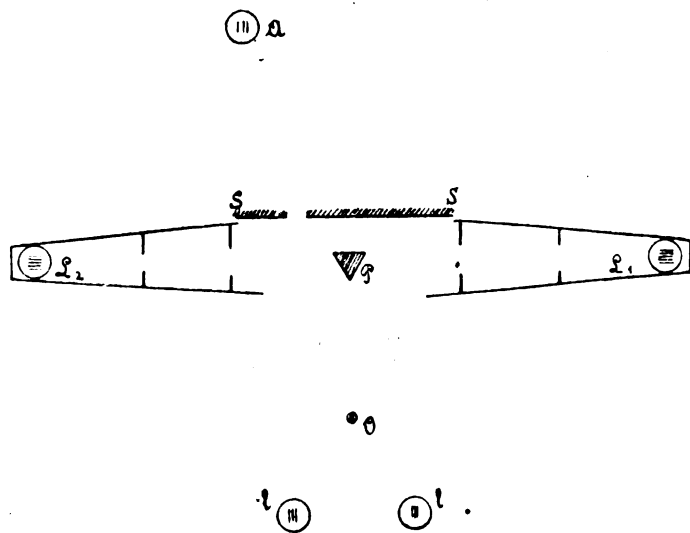


Fig. 2.

Pure assai importante è il modo di produrre l'abbagliamento. Possono evidentemente immaginarsi innumerevoli tipi di oggetti abbaglianti; ma le presenti ricerche sono state volutamente limitate, almeno per ora, a quelli che attualmente hanno maggiore interesse: le lampade elettriche ad incandescenza. L'abbagliamento è stato cioè prodotto includendo nel campo visivo, in diverse posizioni rispetto l'asse dell'occhio, delle lampade ad incandescenza di varia intensità (alimentate a differenze di potenziale regolabili a piacere) e di tipo diverso: a filamento teso, a filamento avvolto a spirale, ad ampolla trasparente, oppure smerigliata, oppure in vetro latteo; e così via. S'è sempre trattato, in altri termini, di oggetti di dimensioni non grandi o puntiformi addirittura; ed è certo che ricerche condotte con oggetti abbaglianti di grande estensione darebbero risultati un po' diversi; sicchè, i risultati qui riportati non sono suscettibili, almeno dal lato quantitativo, di una estensione in questo senso.

Il dispositivo sperimentale che, attraverso successive semplificazioni intese ad accrescere la interpretabilità dei risultati, è stato adottato, è illustrato dalle figure 2 e 3.

Dinanzi all'occhio O (fig. 2), situato in posizione invariabile, si trovava uno schermo S S' di dimensioni tali da esser visto sotto un angolo di circa 40° ; e poco in avanti dello scher-

mo, un piccolo prisma (¹⁴) retto P (di legno) a sezione triangolare equilatera, di cui le due faccie rivolte verso l'occhio erano ricoperte da carte bianca a grana bensì finissima, ma priva di ogni traccia di comportamento speculare; il prisma era sorretto da un sottile gambo verticale. Con la stessa carta era ricoperto lo schermo S S'. Due lampade L₁, L₂ situate dietro l'osservatore, a circa due metri di distanza, permettevano di ottenere una illuminazione sufficientemente uniforme dello schermo e delle due faccie del prisma, costringendo così l'occhio ad adattarsi ad una determinata luminosità. Due altre lampade L₁ ed L₂, rinchiuse entro tubi leggermente conici di grosso cartone rivestito di carta nera e provvisto internamente di diaframmi di adatta grandezza, avevano lo scopo di illuminare ciascuna una delle due faccie del prisma, in guisa da farne variare la luminosità, indipendentemente da quella dello schermo S S'. Per produrre l'abbagliamento, in vari punti dello schermo S S' erano praticate delle aperture (richiudibili a volontà) attraverso le quali era possibile all'occhio di vedere una lampada abbagliante A.

La figura 3 illustra lo schema elettrico. La intensità luminosa delle lampade L₁, L₂ si regolava mediante un reostato r₁ e così pure con r₂ si regolava la lampada abbagliante A. La regolazione, ben più importante, delle lampade L₁ ed L₂ veniva fatta sia con un reostato comune R; sia con due altri reostati R₁ ed R₂, uno per lampada. Due voltometri di precisione a bobina mobile V₁ e V₂, a più scale, individuavano con precisione sufficiente le condizioni di funzionamento delle L₁ e di L₂; per la misura della tensione applicata realmente alle lampade L₁ ed L₂, misura da farsi con precisione maggiore, si è trovato opportuno ricorrere al dispositivo indicato in figura. La tensione comune applicata all'insieme di ciascuna lampada e della sua particolare resistenza veniva misurata con un ottimo potenziometro Allocchio e Bacchini, tipo ad elevata resistenza; la piccola frazione di questa tensione assorbita dalle due resistenze R₁ ed R₂ veniva misurata con due altri dispositivi potenziometrici squilibrati indicati schematicamente in figura. Ai capi, per es., della resistenza R₁ veniva derivata un galvanometro G₁, in serie con una resistenza R₃ sufficientemente grande (qualche centinaio di migliaia di ohm) ed in serie con una differenza di potenziale compensatrice ottenuta con un circuito ausiliario C₁, in guisa da ricondurre praticamente a zero il galvanometro quando R₁ aveva il suo valore normale; e poter quindi dedurre con molta esattezza, dalle deviazioni del galvanometro (previa una taratura ovvia), le piccole variazioni della differenza di potenziale assorbita dalla R₁ (¹⁵).

Di ciascuna delle lampade adoperate veniva determinato accuratamente l'andamento della intensità luminosa (nella direzione che interessava) in funzione della tensione (le misure fotometriche sono state fatte con un banco munito di fotometro Lummer-Bordhun, tipo a contrasto; quelle di tensione col metodo potenziometrico); ove occorreva, venivano misurati anche gli altri elementi necessari per dedurre la luminosità del filamento o della ampolla (le misure relative al filamento venivano fatte attraverso il vetro dell'ampolla con un microscopio Bamberg a grandissima distanza frontale, munito di reticolo spostabile con una vite micrometrica e montato su di un supporto che consentiva spostamenti verticali e orizzontali misurabili entro il ventesimo di mm). Le lampade L₁ ed L₂ venivano fotometrate munite del rispettivo tubo di cartone. Per

(¹⁴) Lato della base: cm. 2; altezza del prisma, cm. 1.5. Le due faccie visibili si presentavano dunque come due rettangoli eguali contigui, i cui lati erano visti dall'occhio sotto angoli, rispettivamente, di circa $39.30'$ e di $29.20'$. Un rettangolo di carta grigia di cm. 2.2×1.7 , incollato sulla faccia posteriore del prisma, dava luogo ad una sottile orlatura scura intorno all'insieme dei due rettangoli.

(¹⁵) Potrebbe sembrare che sarebbe stato più semplice misurare direttamente col potenziometro le due differenze di potenziale applicate alle lampade L₁ ed L₂. Per altro, così sarebbero state sempre necessarie due determinazioni potenziometriche per ogni esperienza, mentre col metodo adottato, nella peggiore delle ipotesi, sono necessarie una sola determinazione potenziometrica e due letture di deviazione ai due galvanometri G₁ e G₂. Si dice nella peggiore delle ipotesi, perchè in realtà, nella maggior parte dei casi era sufficiente, durante le esperienze, far subire alle due resistenze R₁ ed R₂ lievissimi ritocchi in senso inverso i quali, se pressochè eguali, facevano variare in complesso assai poco la differenza di potenziale applicata all'insieme delle due lampade L₁ ed L₂ in parallelo fra di loro; e siccome quello che interessava erano soprattutto le variazioni relative di intensità delle due lampade, cioè le variazioni relative delle tensioni, così nella maggior parte dei casi era largamente sufficiente fare le sole due letture delle deviazioni dei galvanometri G₁, G₂.

poter conoscere con sufficiente precisione le intensità luminose alle tensioni intermedie alle misure, cosa necessaria specialmente per le lampade L_1 ed L_2 , negli intervalli di tensione dove questo occorre (sempre dell'ampiezza di pochi volt) i risultati delle misure venivano trasformati in una formola d'interpolazione con procedimenti ben noti. Espressioni quadratiche a tre costanti erano più che sufficienti, data la ristrettezza dell'intervallo di variazione; per una delle lampade L adoperate (a gas inerte da 60 watt, 110 volt) l'intensità luminosa fra 52 volt (candele 2,80) e 60 volt (candele 5,88) era rappresentata, ad esempio, in modo praticamente perfetto, dalla relazione:

$$I = 20,82 - 0,9810 V + 0,0122 V^2$$

alla quale si voleva che l'occhio si adattasse. Sono state fatte quattro serie di esperienze corrispondenti ai valori di 10 millesimi; 1 millesimo; 0,2 millesimi e 0,025 millesimi di Lambert, comprendenti praticamente tutta la serie delle luminosità che si ottengono d'ordinario con la luce artificiale ⁽¹⁷⁾.

Per mezzo del reostato R e delle lampade L si aggiustava la luminosità delle due faccie del prisma in modo che, per un occhio situato in O , essa sembrasse eguale a quella dello schermo SS su cui si proiettavano; si metteva la lampada abbagliante A nella posizione scelta e se ne regolavano nel modo voluto le condizioni di funzionamento. Poi, e qui cominciavano le vere misure, si regolavano i due reostati R_1 ed R_2 sino ad ottenere che una delle due faccie del prisma sembrasse appena

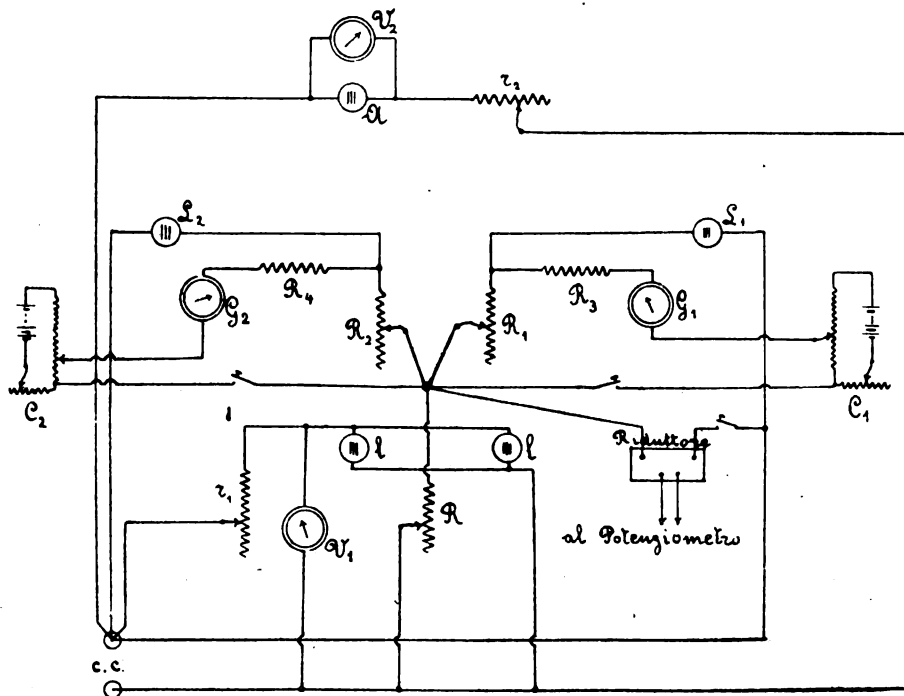


Fig. 3.

Le misure di luminosità dello schermo venivano fatte direttamente, per mezzo di un fotometro L . Weber, nel quale il tubo anteriore era stato sostituito da altro di minor diametro, per limitare le misure a porzioni assai più ristrette di superficie; invece, le variazioni di luminosità delle due faccie del prisma venivano calcolate, in base alle variazioni di intensità, cioè di tensione, subite dalle lampade L , alle distanze ed alle posizioni relative, ed al coefficiente di diffusione della carta adoperata per rivestirne le superficie: elementi, tutti, la cui determinazione poteva farsi ovviamente con precisione più che sufficiente. In particolare il coefficiente di diffusione veniva calcolato misurando la luminosità dello schermo, in determinate condizioni, e dividendola per la intensità della illuminazione a cui era sottoposto; illuminazione calcolabile a sua volta in base alla intensità luminosa della lampada rischiarante; tenuto conto, ben s'intende, delle diverse unità di area alle quali si riferiscono il Lux ed il Lambert. Si trovarono, per questo coefficiente, valori vicini a 0,78.

Tutte le tarature fotometriche fondamentali sono state dedotte da due lampade campioni a filamento di carbone, l'una controllata nel 1913 dalla Phys. Tech. Reichs Anstalt, l'altra, nel 1922, dal Lab. Cent. di Parigi; queste due lampade andavano bene d'accordo fra di loro, e d'accordo con una lampada Hefner (di costruzione Schmidt e Haensch) entro i limiti degli errori d'osservazione (stimati, durante i confronti, dell'ordine del mezzo per cento).

Tutte le grandezze fotometriche si intendono riferite alla « Candela internazionale » ⁽¹⁶⁾.

Le esperienze venivano condotte nel modo che segue.

Per mezzo del reostato r_1 si regolavano le lampade L_1 , L_2 in guisa che la luminosità media dello schermo SS fosse quella

appena più luminosa dell'altra (per l'occhio situato in O); e si determinavano, in queste condizioni, le tensioni di lavoro delle lampade L_1 ed L_2 . Si regolavano poi, in senso inverso fra di loro, i due reostati, sino ad ottenere che lo squilibrio di luminosità delle due faccie si *invertisse*, sempre in modo appena apprezzabile, e si misuravano nuovamente le tensioni di lavoro delle lampade. Dalle variazioni di tensione subite dalle lampade si deducevano, (con l'aiuto delle formole d'interpolazione già predisposte e dei grafici in scala sufficiente, che le rappresentavano) le variazioni di luminosità subite dalle due faccie; la somma delle due variazioni rappresentava evidentemente il doppio della variazione che sarebbe stato necessario produrre per ottenere uno squilibrio apprezzabile, partendo dalla *eguaglianza* delle due luminosità ancora apprezzabile dell'occhio in quelle condizioni di adattamento. Il quoziente fra la luminosità dello schermo e questa minima variazione ancora apprezzabile costituiva il coefficiente di percettibilità, in quelle condizioni.

E' opportuno aggiungere che queste misure risultano in pratica più facili e meno vaghe di quanto non possa sembrare a chi non le abbia mai fatte, come dimostra la notevole concordanza che si ottiene ripetendo più volte, da uno stesso osservatore, una stessa esperienza. Esse hanno naturalmente un qualche carattere personale relativo al modo di apprezzare la differenza di luminosità, sicché occorre che tutti i risultati da confrontare vengano ottenuti dal medesimo osservatore. Ma le diversità di giudizio fra un osservatore e l'altro non alterano sensibilmente l'andamento dei fenomeni, in quanto, come qualche esperienza ha dimostrato, si traducono in variazioni pressochè proporzionali di tutti i coefficienti di percettibilità: queste diversità, anzi, si riducono molto man mano che gli osservatori acquistano una certa pratica di queste misure: non rimangono, verosimilmente che le differenze dovute a reali di-

⁽¹⁶⁾ A questa unità, ormai adottata da anni nei Laboratori inglesi, americani e francesi, ha aderito anche l'Italia, nel 1921, per mezzo del suo « Comitato Nazionale per la Illuminazione ». Una candela internazionale (si veda il Vocabolario della Illuminazione già citato, questo giornale, questo anno, fasc. 15 luglio) equivale ad 1,11 candele Hefner.

⁽¹⁷⁾ Corrispondono, rispettivamente, alla luminosità presentata da una superficie bianca sottoposta alla illuminazione di circa 120 Lux; 12 Lux; 2,4 Lux e 0,3 Lux (internazionali).

versità di comportamento dell'occhio, diversità connesse col problema della determinazione delle proprietà dell'occhio normale medio ⁽¹⁸⁾.

Per altro, ogni misura veniva ripetuta almeno tre volte; e questo numero cresceva man mano che le difficoltà dell'apprezzamento, dovute alla importanza crescente dell'abbagliamento, si rivelavano attraverso gli scostamenti sensibili dei risultati numerici. In altri termini, è stato fatto tutto il possibile perchè i risultati delle esperienze avessero la approssimazione consentita dalla natura delle prove e potessero quindi essere adoperati con fiducia.

5. — Un primo fatto che risulta dal complesso di tutte le esperienze è che il fenomeno dell'abbagliamento è di *carattere continuo*. In altri termini, il coefficiente di percettibilità ha il suo valore massimo, per l'occhio in certe condizioni di adattamento, quando l'occhio è in presenza solo di luminosità assai prossime a quella alla quale si è adattato; la diminuzione del coefficiente comincia non appena il campo visivo comprende oggetti più luminosi; solo che essa, dapprima rivelabile attraverso misure accurate e ripetute, diventa sempre più netta, col crescere della importanza della causa di abbagliamento, e finisce coll'essere avvertita qualitativamente senza bisogno di misure grazie anche al senso di disagio che l'occhio prova.

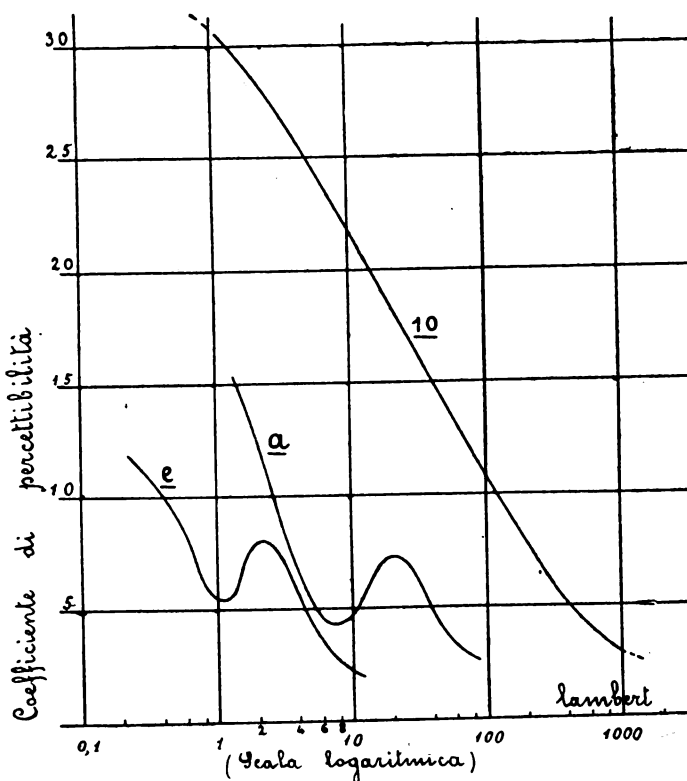


Fig. 4.

La curva 10 del diagramma figura 4 rappresenta questo andamento tipico. Essa si riferisce all'occhio adattato alla luminosità di 0,2 millesimi di Lambert nel cui campo visivo, ad una distanza angolare di circa 6° dall'asse dell'occhio e ad una distanza lineare di cm. 85 si trovava una lampada a filamento in gas inerte, avvolto a spirulina, da 110 volt, 60 watt, della quale si faceva variare la luminosità per mezzo della tensione applicata. Le ascisse sono le luminosità via via assunte dal filamento, espresse in Lambert (considerando naturalmente come superficie emittente quella esterna della specie di tubicino formato dalla spirulina di tungsteno; chè, data la distanza dell'occhio, questo non poteva distinguere le singole spire); le ordinate sono i corrispondenti valori del coefficiente di percettibilità; si è assunta per le ascisse una scala logaritmica onde poter meglio rappresentare il fenomeno nei suoi diversi stadi, attesa la grande differenza dei valori estremi della luminosità.

La questione « quando è che comincia il fenomeno dell'abbagliamento » non può dunque avere che una risposta di carattere convenzionale, risposta che è assolutamente necessario precisare se si vuole che abbia un significato ciò che si

può dire nei riguardi del prodursi del fenomeno stesso negli ambienti illuminati; su di questo converrà per altro ritornare (§ 10) dopo che saranno stati esposti anche gli altri risultati delle esperienze.

Può tuttavia interessare il fatto che più raramente, ed in particolari condizioni, riproducibili a volontà solo fino ad un certo punto, l'andamento del coefficiente di percettibilità assume invece l'aspetto delle curve *a* ed *e* della stessa figura (Curva *a*: occhio adattato a 0,025 millesimi di Lambert; nel campo visivo, a 6° dall'asse visuale ed a una distanza lineare di cm. 85, la stessa lampada abbagliante di cui alla curva 10. Curva *e*: occhio adattato a 0,025 millesimi di Lambert; nel campo visivo, a 6° dall'asse visuale e ad una distanza lineare di m. 3,30, una lampada a filamento in gas inerte da 110 volt, 60 watt, ampolla semi-smerigliata).

Questo secondo andamento si è presentato esclusivamente in esperienze relative all'occhio adattato e deboli luminosità (inferiori al decimo di millesimo di Lambert); ma si è presentato saltuariamente; chè quando si voleva controllarlo ripetendo la serie di misure nelle stesse condizioni, talvolta esso si riproduceva, sebbene con importanza variabile, tal'altra invece si otteneva una curva del tipo della 10, nella quale cioè un raccordo abbastanza regolare fra la parte superiore e quella inferiore della curva sostituiva la netta inflessione visibile nelle curve *a* ed *e*. Per altro, il fatto si è riprodotto più volte, durante la lunga serie di esperienze, con caratteri troppo simili e con evidenza troppo accentuata perchè sia possibile supporlo dovuto (è stata la prima spiegazione, che lo scrivente ha esaminato) ad incertezze di misura diventate improvvisamente maggiori del normale per cause imprecisabili. La spiegazione più plausibile è invece quella che in un occhio abituato a deboli luminosità la visione avvenga in un modo atto a sfruttare al massimo la debole luce che la retina riceve, ma che, appunto per questo, rende la retina particolarmente sensibile all'abbagliamento; e che allora, quando l'abbagliamento ha raggiunto una certa importanza, accusata dalla caduta del coefficiente di percettibilità sino a valori generalmente compresi fra cinque e dieci, l'occhio, per difendersi, preferisca istintivamente modificare le condizioni della visione (forse spostando l'asse dell'occhio, cioè la posizione della retina su cui cadono le immagini, al limite massimo consentito dalla necessità di continuare a vedere bene l'oggetto. — le due faccie del prisma *P* —) in guisa da poter ancora tollerare l'oggetto assai luminoso che è costretto a vedere. La variabile importanza della inflessione delle curve (sempre corrispondente, per altro, agli stessi valori del coefficiente di percettibilità) dipenderebbe dal modo più o meno brusco nel quale si effettuerebbe l'accennata modificazione; la sensibile scomparsa della inflessione (come nelle curve tipo 10) potrebbe dipendere dall'effettuarsi graduale della modificazione stessa.

Su questo punto, per altro, che non è apparso di importanza fondamentale agli scopi della presente nota, non sono state moltiplicate le esperienze (ripetendole anche con molti altri osservatori) in modo tale da chiarire se si tratti realmente di una proprietà comune alla maggior parte degli occhi e se il cenno di spiegazione ora dato trovi una conferma in altre circostanze. Lo scrivente si riserva perciò di ritornare sullo studio del fenomeno, di cui la esistenza obiettiva (sia pure in condizioni non completamente precisabili), se non la spiegazione, sembrerebbe fuori dubbio.

6. — Un secondo fatto fondamentale è che per un occhio adattato ad una certa luminosità ambiente, *non è la luminosità dell'oggetto abbagliante*, da sola (cioè, indipendentemente dalla estensione, dalla forma e dalla posizione dell'oggetto stesso) quella che decide della entità del fenomeno dell'abbagliamento. Esso risulta chiaro ove si confrontino le curve di percettibilità relative bensì alle stesse condizioni d'osservazione, ma a dimensioni o posizioni diverse dell'oggetto abbagliante.

Nel caso di lampade ad ampolla trasparente ed a filamento avvolto a spirale, la luminosità è stata calcolata (come già si è avvertito) immaginando come superficie emittente tutta quella esterna della specie di tubicino formato dalla spirale; nel caso invece di lampade ad ampolla smerigliata o di vetro latteo, nelle quali la luminosità dell'ampolla è diversa da punto a punto, si intende qui per luminosità sempre la *massima* che l'ampolla presenta (generalmente verso la parte centrale, in corrispondenza alla regione interna dove si trova il filamento). Essa è stata misurata direttamente col fotometro L. Weber (modificato nel modo già accennato) in un certo numero di casi,

(18) V. questo Giornale, 1919, n. del 25 dicembre.

controllando così i valori calcolati in base alla conoscenza dell'intensità luminosa ed a quella della distribuzione della luminosità lungo la superficie apparente dell'ampolla. Questa distribuzione mette chiaramente in luce, fra altro, come la smerigliatura delle ampole sia un mezzo assai imperfetto per ridurre la luminosità generale della lampada pur senza diminuire troppo la intensità luminosa. La fig. 5 si riferisce al caso d'una lampada a filamento a gas inerte, da 100 watt; essa rappresenta tanto l'andamento della luminosità lungo due direzioni ortogonali OA , OB , partenti dal centro geometrico della superficie apparente della ampolla (il filamento si trovava presso a poco in corrispondenza di questo centro) quanto l'andamento, sulla superficie apparente stessa, delle curve di eguale luminosità.

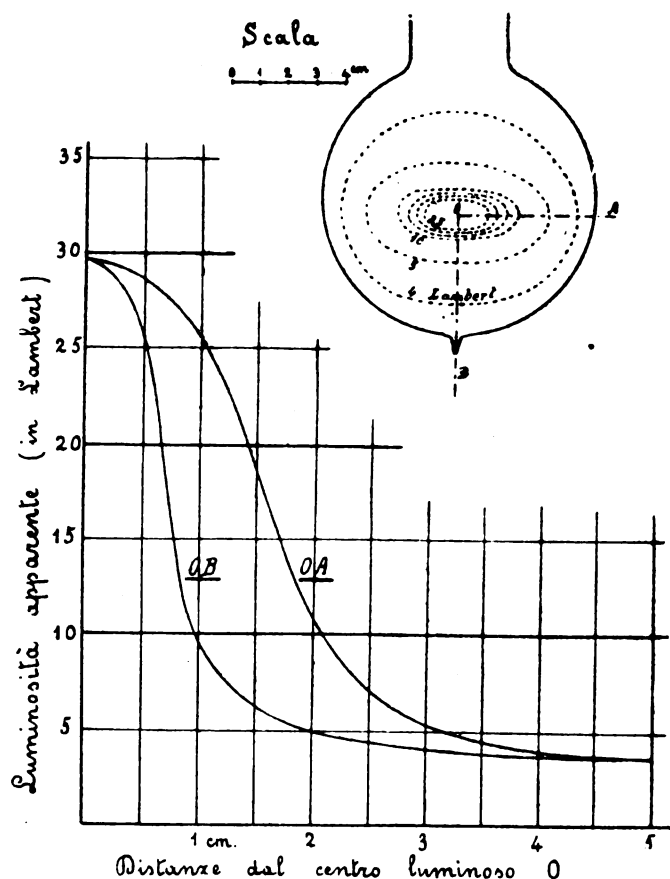


Fig. 5.

Un calcolo semplice, fondato sull'area (facilmente planimetricabile) delle zone comprese fra le diverse curve, dimostra che se la luminosità fosse stata uniforme per tutta la superficie apparente della ampolla, essa avrebbe avuto (a parità di intensità luminosa) un valore molto prossimo a soli 6 Lambert; in realtà, nella regione centrale più luminosa raggiungeva i 29 Lambert; cioè il *quintuplo*.

Incomparabilmente migliore è la soluzione più recente di adoperare del vetro *latteo* di qualità adatta per costituire l'ampolla. La figura 6 si riferisce appunto ad una di queste lampade, da 500 watt; si vede come la luminosità della superficie apparente della ampolla si mantenga fra circa 6 e circa 6,8 Lambert, valori che differiscono di meno del 10 % del valore che si sarebbe avuto nella ipotesi della luminosità rigorosamente uniforme ⁽¹⁹⁾.

Tornando ora alla affermazione fatta al principio del presente paragrafo, le curve della figura 7 sono sufficienti per dimostrarla. Esse sono analoghe a quelle della figura 4, e la tabella che segue precisa le condizioni sperimentali alle quali si riferiscono.

⁽¹⁹⁾ In lampade a vetro latteo di minore intensità luminosa, nelle quali il filamento occupa uno spazio relativamente maggiore rispetto le dimensioni della ampolla, le differenze di luminosità sono ancora minori.

| Curva | Luminosità media alla quale l'occhio era adattato (millilambert) | Lampada abbagliante | | Sue caratteristiche |
|-------|--|--------------------------|---|---|
| | | Distanza dall'occhio (m) | Distanza angolare dell'asse visuale (gradi) | |
| e' | 0,025 | 3,30 | circa 6° | Lamp. a filam. met. in gas inerte, 110 volt, 60 watt, ampolla smerigliata |
| f | 0,025 | 3,30 | " | Id. ampolla usuale |
| 7 | 0,2 | 0,85 | " | Id. ampolla smerigliata |
| 10 | 0,2 | 0,85 | " | Id. ampolla usuale |
| 8 | 1 | 0,85 | " | Id. ampolla smerigliata |
| 9 | 1 | 0,85 | " | Id. ampolla usuale |
| 12 | 10 | 0,85 | " | Id. ampolla smerigliata |
| 11 | 10 | 0,85 | " | Id. ampolla usuale |

Se realmente, per un occhio adattato a determinate condizioni, l'entità dell'abbagliamento dipendesse dalla luminosità dell'oggetto abbagliante, la curva e' avrebbe dovuto coincidere con f , la 7 con 10, la 8 con la 9 e la 12 con la 11.

L'andamento delle curve indica invece che, a parità di luminosità dell'oggetto abbagliante (cioè, di, luce emessa per unità di area), l'entità dell'effetto abbagliante è maggiore quando maggiore è l'area emittente dell'oggetto, cioè quando è maggiore la luce emessa in totale. E questo il caso delle lampade ad ampolla smerigliata, nelle quali è luminosa, più o meno, tutta la parte smerigliata; tutte le curve relative (e' , 7, 8, 12) sono molto al disotto delle corrispondenti (f , 10, 9, 11).

E le differenze sono così enormi ⁽²⁰⁾, da dispensare

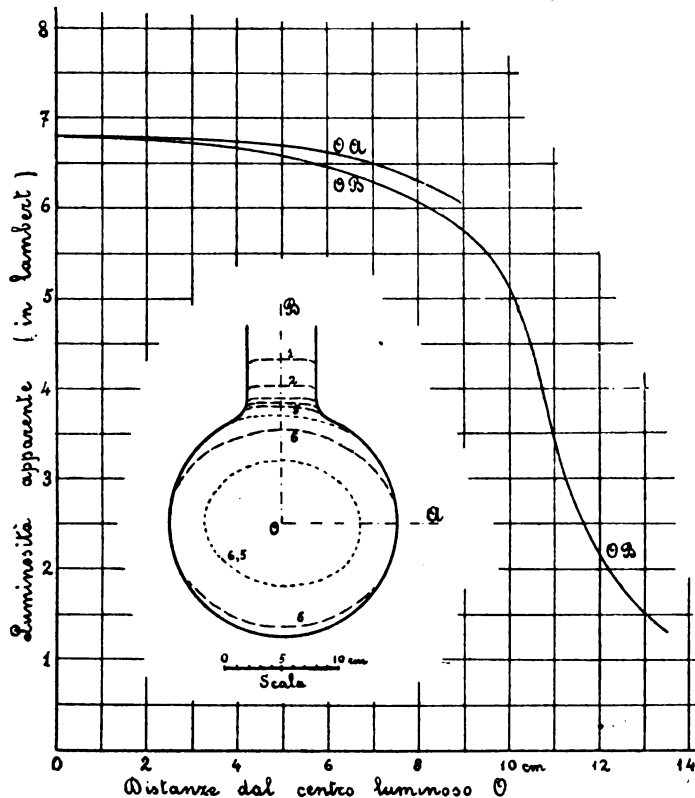


Fig. 6.

⁽²⁰⁾ L'essere logaritmica la scala delle ascisse le rende minori all'occhio non avvertito. Ma basterà rilevare che, secondo la curva 7, per un occhio adattato a 0,2 millesimi di Lambert il coefficiente di percettibilità scende già al valore 9 circa (punto A) quando la lampada abbagliante (60 watt) ha la luminosità di 4,6 Lambert, se l'ampolla è smerigliata; mentre se l'ampolla fosse di vetro limpido ordinario, quando il filamento avesse raggiunto la stessa luminosità il coefficiente di percettibilità avrebbe il valore 25,5 (punto B); e bisognerebbe che la luminosità salisse sino a circa 1500 Lambert per ridurre la percettibilità al valore 9 (punto C.).

Naturalmente, non deve da questo dedursi che le lampade ad ampolla di vetro limpido siano preferibili a quelle di vetro smerigliato o latteo; chè la verità è il contrario (§ 7). Basta tener presente che le curve della figura 7 si riferiscono ad eguale luminosità della lampada; ora, a parità di intensità luminosa, la luminosità delle lampade smerigliate è di gran lunga minore di quella dei filamenti, visibili, delle altre lampade. Ad es., una delle coppie di lampade gemelle adoperate nelle presenti esperienze, la luminosità del filamento alimentato alla tensione normale era di 2100 Lambert, mentre nell'altra, a vetro smerigliato, la luminosità era appena di 35 Lambert (le intensità luminose erano rispettivamente di 76 e di 80,5 candele int.).

da qualunque altra considerazione a favore della tesi sostenuta.

7. — Potrebbe allora pensarsi che, almeno entro certi limiti, l'abbagliamento dipendesse, anzichè dalla semplice luminosità dell'oggetto abbagliante, dal prodotto della luminosità per l'area emittente ⁽²¹⁾; cioè, per oggetti di piccole dimensioni, dalla intensità luminosa degli stessi. Per chiarire questo dubbio non c'è che tradurre le curve di percettibilità in altre, nelle quali le ascisse siano non le luminosità, bensì le intensità luminose degli oggetti (figura 8).

In realtà, nemmeno così si riesce a fare coincidere sensi-

ove fossero riferite non proprio alla intensità luminosa dell'oggetto abbagliante, ma ad una intensità « sui generis », calcolata bensì come una somma di prodotti delle aree parziali (nelle quali si può suddividere la superficie emittente) per le corrispondenti luminosità, ma attribuendo per altro *peso* diverso alle diverse luminosità; e, più esattamente, un *peso* leggermente crescente col crescere della luminosità.

Comunque, non v'ha dubbio che, limitatamente almeno ad oggetti abbaglianti di piccole dimensioni, quella fra le grandezze fotometriche di definizione *semplice*, caratteristiche dell'oggetto, che meglio si presta ad individuare l'entità dell'abbagliamento è la intensità luminosa.

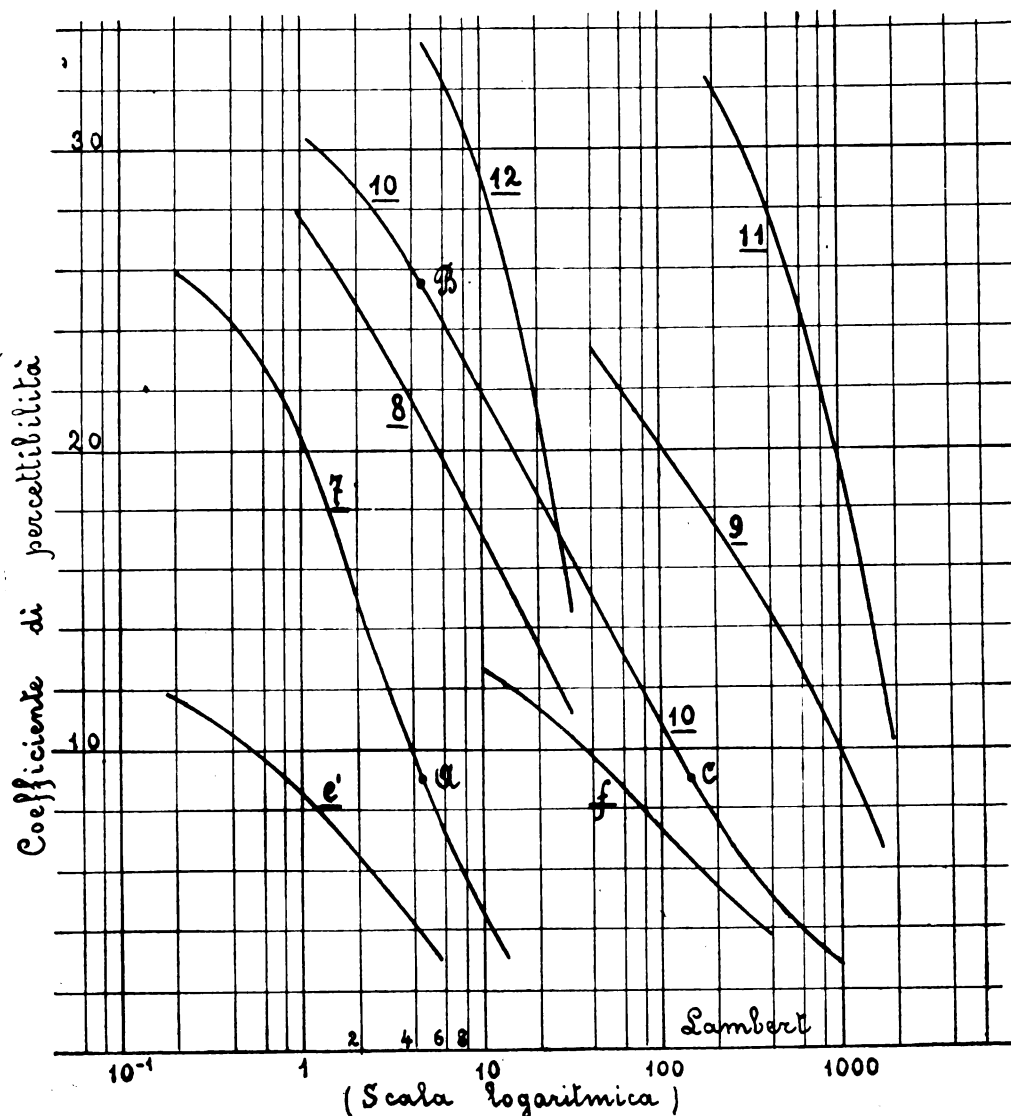


Fig. 7.

bilmente le coppie di curve di percettibilità; si notano però due fatti importanti:

a) le diversità fra le coppie di curve (e' f ; 7, 10; 11, 12) sono molto minori che nel caso precedente, ciò che significa che il fenomeno dell'abbagliamento prodotto da oggetti di piccole dimensioni, pur non essendo esclusivamente funzione della intensità luminosa dell'oggetto, è però legata molto più a questa che non alla luminosità dell'oggetto stesso.

b) La posizione relativa delle coppie di curve è invertita rispetto quello che era nella figura 7 (le curve e' , 7, 12, sono al di sopra delle altre); cioè, a parità di intensità luminosa, le lampade a vetro limpido disturbano l'occhio di più che non le lampade smerigliate o, meglio ancora, quelle a vetro latteo.

L'insieme dei due fatti lascia intravedere come, nel fenomeno dell'abbagliamento, dei due fattori poc'anzi considerati (luminosità dell'oggetto abbagliante, area emittente) la luminosità abbia importanza un po' maggiore dell'altro. Verosimilmente, le curve di percettibilità relative ad un occhio adattato a certe condizioni finirebbero col sovrapporsi sensibilmente

8. — La conclusione del paragrafo precedente lascia prevedere la possibilità che, essendo la intensità luminosa dell'oggetto abbagliante proporzionale, a parità di altre condizioni, al flusso luminoso che investe l'occhio abbagliato, possa essere da quest'ultima grandezza che dipende in definitiva (e salvo la correzione dovuta al « peso » da attribuire alla luminosità dell'oggetto) l'entità dell'abbagliamento. Questa previsione è in discreto accordo con i fatti, come può constatarsi ripetendo la determinazione delle curve di percettibilità con una stessa lampada collocata a distanza più o meno grande; si trova difatti che, a parità di altre condizioni, per ridurre ad uno stesso valore il coefficiente di percettibilità la intensità luminosa della lampada abbagliante deve crescere non troppo diversamente dal quadrato della distanza che la separa dall'occhio.

In taluni casi anzi questo appare verificato con una precisione notevole, tenuto conto della natura di qualcuna delle determinazioni che si debbono fare durante le esperienze; ne è un esempio la figura 9, nella quale le tre curve 5, 10, 17 si riferiscono al caso di un occhio adattato sempre alla luminosità media di 0,2 millesimi di Lambert e d'una stessa lampada abbagliante (a fil. met. in gas inerte, da 60 watt. ampolla di vetro limpido) collocata rispettivamente alle distanze, dall'oc-

⁽²¹⁾ O da un ovvio integrale, nel caso in cui la luminosità fosse variabile da punto a punto dell'area.

chio, di metri 0,28; m. 0,85; m. 3,30. Le distanze fra i punti delle tre curve corrispondenti ad un medesimo valore del coefficiente di percettibilità (cioè, distanze come AB e come BC) si mantengono quasi costanti; nel primo caso (AB) il loro valore è un po' minore, in media, della unità della scala logaritmica adottata per le ascisse (cioè della distanza fra i punti 1 — 10 candele, 10 — 100 candele etc), indicando che per far discendere a valori eguali il coefficiente di percettibilità sono occorsi, nel caso della lampada a m. 0,85, valori della intensità poco meno che *decupli* di quelli relativi al caso della lampada a m. 0,28 (ed il quadrato del rapporto fra le due distanze è 9,3); nel secondo caso, è invece un po' maggiore

ascisse (logaritmiche) sono appunto le illuminazioni prodotte sull'occhio dalla lampada abbagliante ⁽²³⁾. Nella figura 10 la curva 10 si riferisce alle stesse condizioni sperimentali già descritte nella tabella del § 6, in particolare ad un occhio adattato alla luminosità media di 0,2 millilambert; le curve 17 e 5 a condizioni analoghe, salvo che la lampada abbagliante era situata rispettivamente a m. 0,28 e m. 3,30 dall'occhio. Nella figura 11, la curva 9 si riferisce alle stesse condizioni pure descritte nella tabella del § 6, in particolare ad un occhio adattato alla luminosità media di 1 millesimo di Lambert; le curve 19 ed 1 al caso della lampada abbagliante posta invece a metri 0,28; e m. 3,30 dall'occhio.

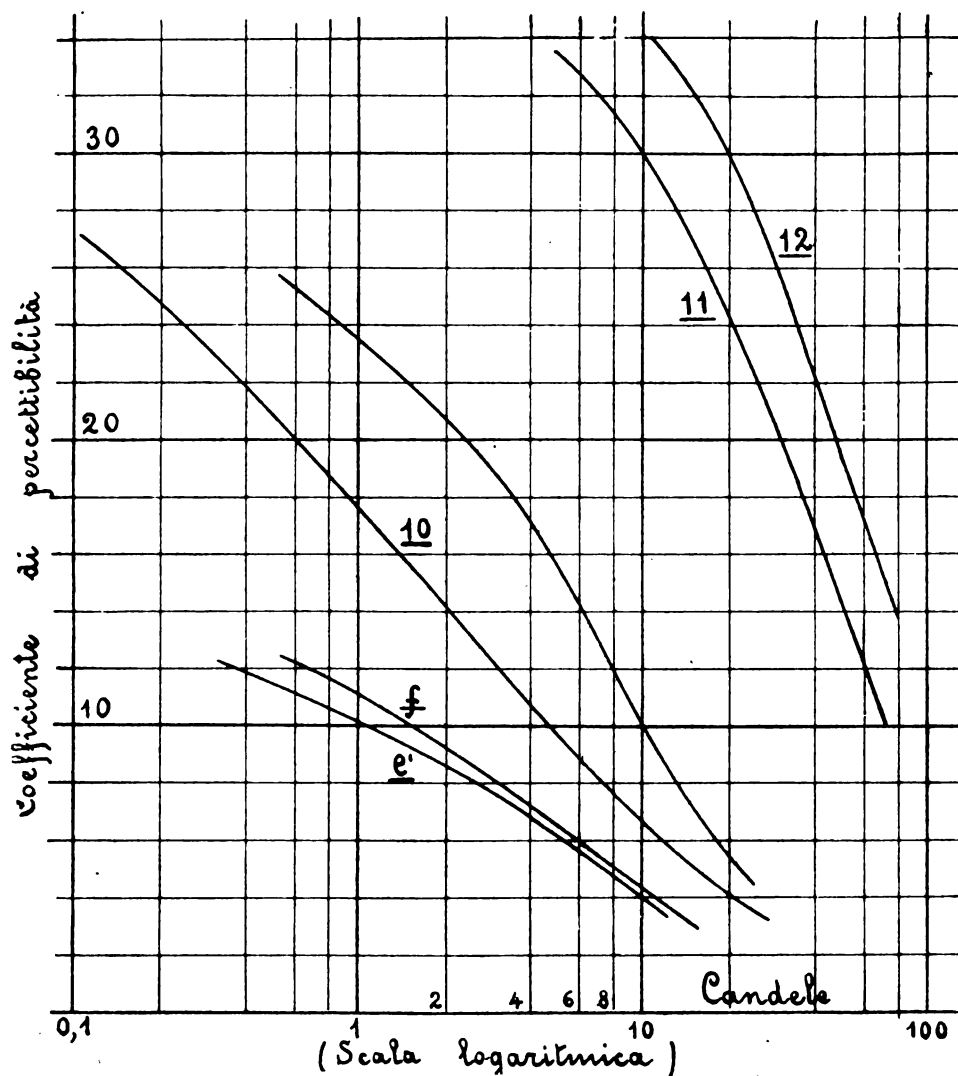


Fig. 8.

della stessa unità, indicando un rapporto, fra le intensità, variabile fra 10 e 16 (il quadrato del rapporto fra le due distanze della lampada è di 15,2).

Ma più conclusiva, forse, è la verifica che si può fare trasformando le curve in guisa da riferirle, anziché alla intensità luminosa della lampada abbagliante, direttamente alla entità del flusso luminoso che investe l'occhio abbagliato, o, meglio, ad una grandezza che gli è proporzionale, cioè la intensità della illuminazione prodotta dalla lampada abbagliante sul diaframma (iride) dell'occhio ⁽²²⁾. Se veramente fosse da quel flusso, da solo, che il fenomeno dell'abbagliamento dipende, dovrebbero coincidere sensibilmente tutte le curve di percettibilità relative ad un occhio adattato ad una determinata luminosità media, qualunque fosse la natura, la intensità e la posizione della lampada abbagliante. In realtà, questa coincidenza non si verifica mai esattamente, per le ragioni accennate nel § 7; tuttavia, fra le varie curve non vi sono mai grandi scostamenti. Le figure 10 ed 11 rappresentano due casi in un certo senso estremi; le

9. — Ma sulla entità del fenomeno dell'abbagliamento influisce grandemente anche la posizione dell'oggetto abbagliante nel campo visivo. Questa dipendenza si può studiare facendo variare gradatamente l'angolo che l'asse visuale (individuato dall'occhio e dall'oggetto guardato, fa con la retta che unisce l'occhio all'oggetto abbagliante e mantenendo costanti tutte le altre condizioni sperimentali; ne risultano delle curve di cui la figura 12 porge alcuni esempi. Le ascisse sono appunto gli angoli ora definiti (*angoli di abbagliamento*); le ordinate sono i valori del coefficiente di percettibilità. La curva E si riferisce ad un occhio adattato alla luminosità media di 0,025 millilambert; le curve B ed A alla luminosità di 0,2 millilambert; la F ad 1 millilambert. Le lampade abbaglianti venivano regolate in modo da dare il coefficiente di percettibilità voluto, sufficientemente basso, quando era solo di pochi gradi l'angolo di abbagliamento.

L'andamento delle curve mostra che il coefficiente di percettibilità risale rapidamente non appena lampada abbagliante si allontana dall'asse visuale; che il guadagno relativo è tanto

⁽²²⁾ È vero che col crescere dell'abbagliamento l'iride si restringe e quindi, a parità di illuminazione a cui il diaframma è sottoposto, diminuisce il flusso che riesce a penetrare nell'occhio; ma questo fa parte integrante del fenomeno dell'abbagliamento, ed il tenerne conto a parte complicherebbe inutilmente le cose.

⁽²³⁾ Facili da calcolare, una volta che sono note, nelle diverse condizioni, le intensità luminose delle lampade abbaglianti e la loro posizione rispetto all'occhio.

maggiore quanto più accentuato era inizialmente l'abbagliamento; il poco distacco, infine, fra le coppie di curve *E, B*; *A, F* dimostra che sull'andamento del fenomeno non ha grande influenza il valore della luminosità media alla quale l'occhio è adattato.

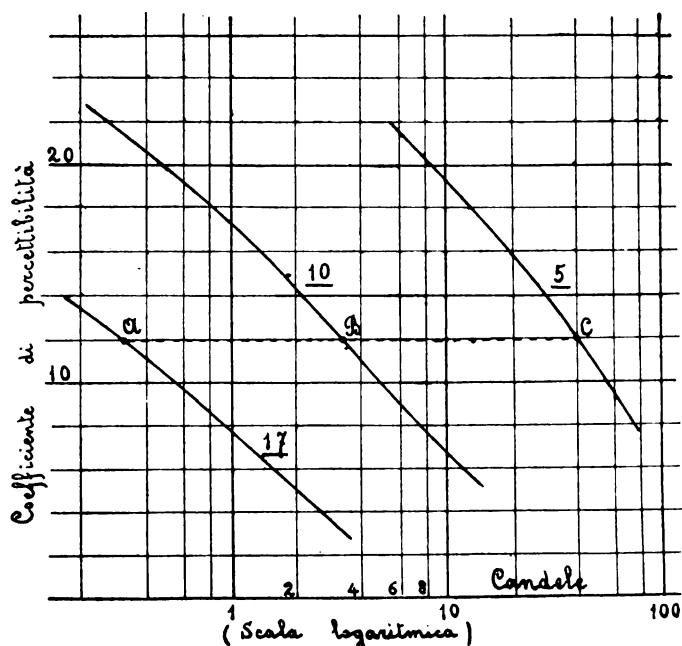


Fig. 9.

10. — Si può adesso cercare di rispondere alla questione, posta nel § 5; quando, cioè, possa ragionevolmente intendersi che si verifica il fenomeno dell'abbagliamento.

Il fenomeno raggiunge intanto il suo limite estremo allorchè il coefficiente di percettibilità scende al di sotto dell'unità: il fatto che l'occhio non distingue più la differenza fra la lu-

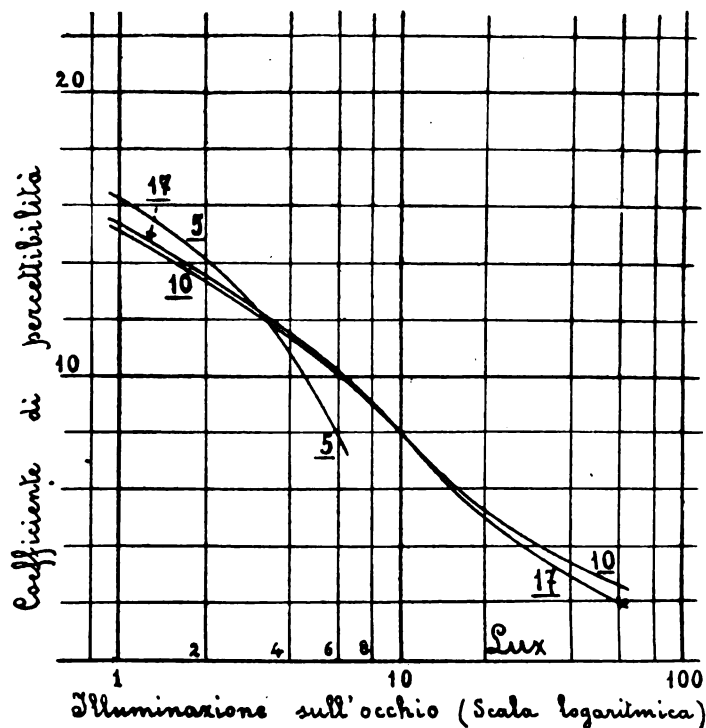


Fig. 10.

minosità dell'ambiente e la oscurità assoluta, significa che l'occhio non vede più gli oggetti dell'ambiente; esso non percepisce altro che la presenza delle lampade abbaglianti. E dunque un vero e proprio fenomeno di cecità (limitato, s'intende, a quel campo visivo nel quale il coefficiente di percettibilità mantiene l'accennato valore) che costituisce l'estremo dell'abbagliamento; ed esso oggi non è raro in pratica, come avrà potuto constatare, ad esempio, chiunque, in campagna, di notte, sia stato investito dalla luce emessa dai fari d'un automobile.

Quando poi il coefficiente di percettibilità supera l'unità, pur rimanendovi prossimo, allora l'occhio (non percependo luminosità intermedie fra quella dell'ambiente e la oscurità assoluta) distingue bensì la presenza degli oggetti aventi presso

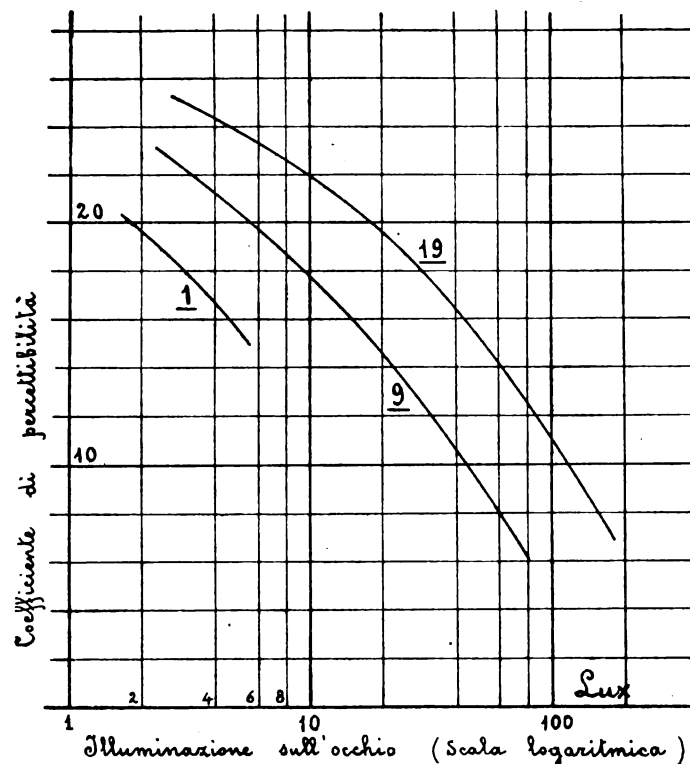


Fig. 11.

a poco la luminosità dell'ambiente, ma non i particolari della loro forma; e la visione diventa sempre più completa man mano che il coefficiente di percettibilità cresce.

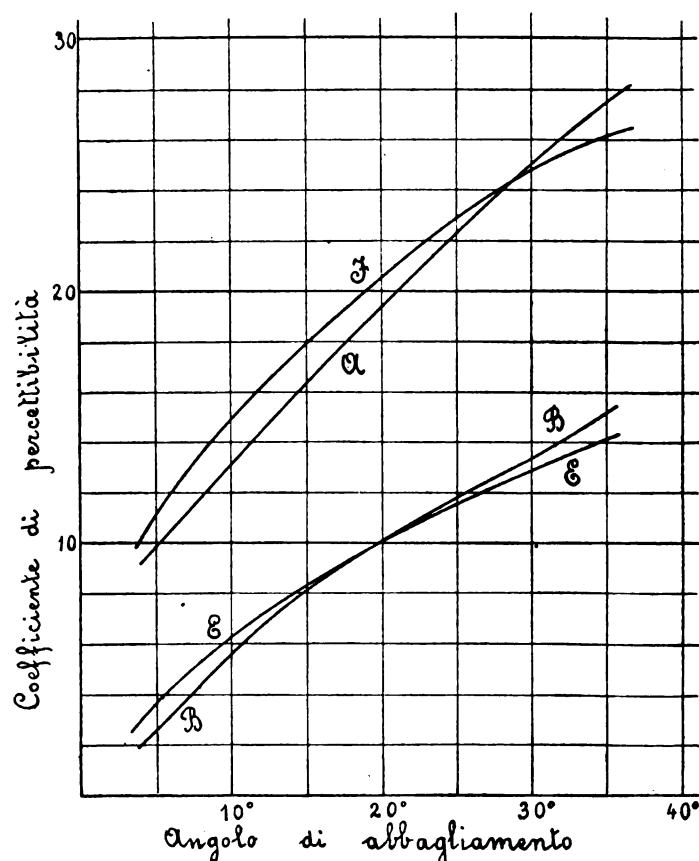


Fig. 12.

Pare perciò ragionevole convenire che sia raggiunto lo « abbagliamento assoluto » quando si verifica quella cecità a cui poc'anzi si è accennato, cioè quando il coefficiente di percettibilità sia sceso al di sotto dell'unità.

Ma pare anche necessario preoccuparsi del fenomeno e cercare tutti i mezzi possibili per attenuarlo molto prima che sia raggiunto il limite estremo; occorrerà parlare, perciò, di « *abbagliamento* » non appena il coefficiente di percettibilità sia sceso alquanto al disotto del valore ch'esso dovrebbe altrimenti avere; e questo secondo limite non potrà essere fissato che per *convenzione*. Volendo essere precisi, per quanto naturalmente lo comporta la natura dei fenomeni in questione, non v'ha dubbio che l'abbassamento tollerabile nel valore del coefficiente di percettibilità dovrebbe farsi dipendere

10. Questo valore sarebbe difatti quello che si avrebbe in via normale, cioè in assenza di abbagliamento, in ambienti la cui luminosità, inferiore al centomillesimo di Lambert (fig. 1), sarebbe di gran lunga troppo bassa per una buona visione generale.

11. — Rimane infine da accertare, ed è quello che ha praticamente la maggiore importanza, in quali condizioni il fenomeno dell'abbagliamento si verifichi; cioè, quali norme debbano essere seguite nella tecnica della illuminazione per evitare

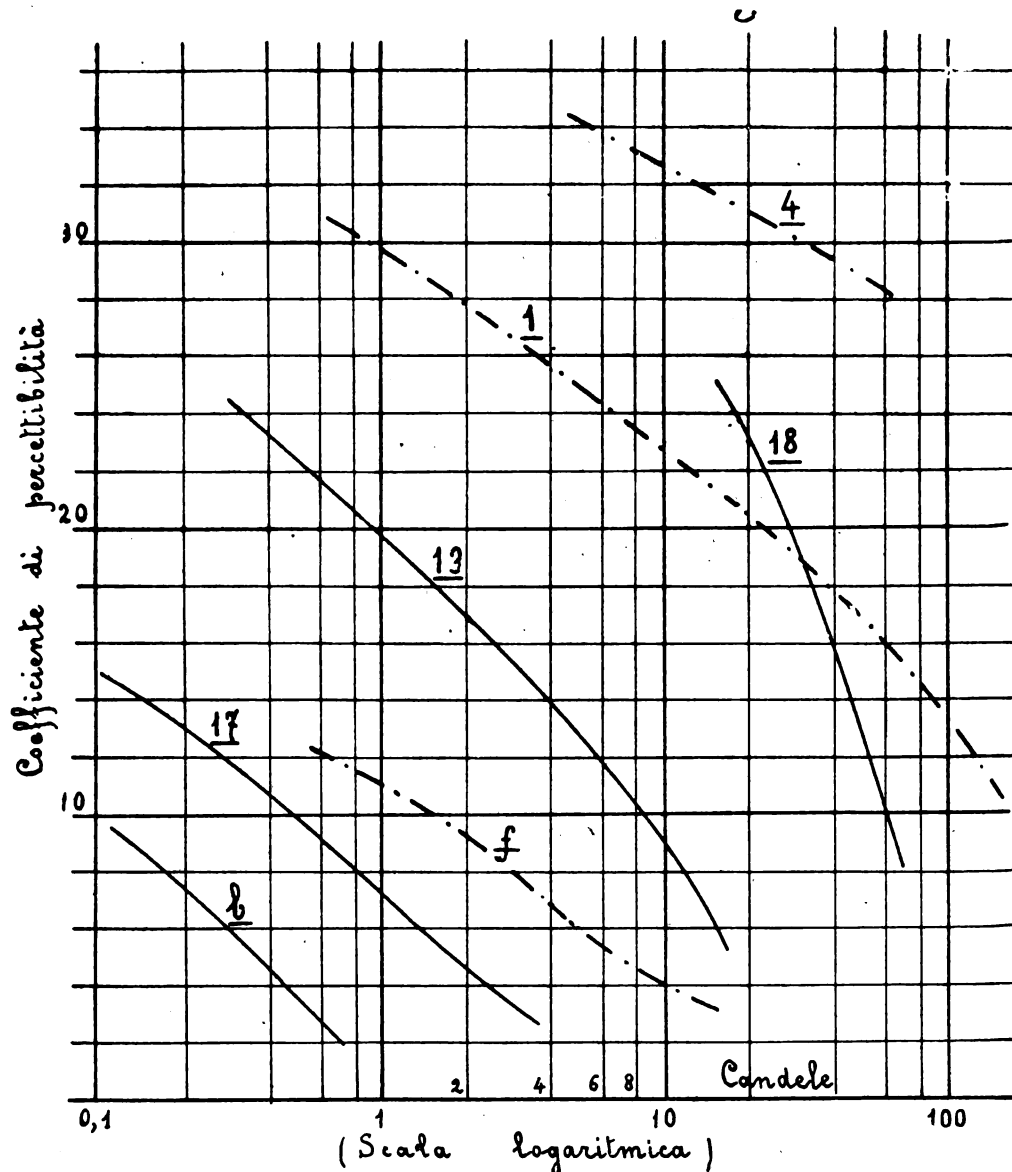


Fig. 13.

non solo dal valore della luminosità media dell'ambiente (giacchè variando questa di molto, varia anche, fig. 1, il coefficiente normale di percettibilità) ma altresì dalla natura e destinazione dell'ambiente. E convinzione precisa dello scrivente, per altro, che convenga evitare convenzioni molto complesse le quali, per voler prevedere troppo, potrebbero finire col diventare praticamente inadoperabili. Ed allora, per avviare una parziale soluzione della questione (anzi, per fornire più che altro una base concreta di ulteriori discussioni) tenuto conto che nella maggior parte degli ambienti illuminati artificialmente la luminosità è compresa fra qualche centesimo di millilambert e qualche diecina di millilambert ⁽²⁴⁾, e che fra questi limiti il coefficiente normale di percettibilità (in assenza di fenomeni di abbagliamento) assume, per i vari occhi, valori generalmente compresi fra circa 40 e circa 60, si propone qui, in via provvisoria, di *convenire che l'abbagliamento sia già raggiunto in grado preoccupante, e cioè da evitarsi, quando il coefficiente di percettibilità sia sceso (negli accennati ambienti) al valore*

ch'esso assuma importanza notevole. E se la varietà dei casi che possono presentarsi non consente forse una risposta completa ed esauriente, pure dalle cifre e dai diagrammi contenuti nelle pagine che precedono è già possibile trarre alcune conclusioni di qualche interesse.

La fig. 13 (ascisse, la intensità luminosa della lampada abbagliante; ordinate i valori del coefficiente di percettibilità; le curve *f*, 1, 4 si riferiscono al caso di una distanza di m. 3,30 fra l'occhio e la lampada abbagliante; l'occhio era, rispettivamente, adattato a luminosità medie di 0,025; 1 e 10 millesimi di Lambert. Le curve *b*, 17, 19, 18 si riferiscono ad una distanza di m. 0,28 fra l'occhio e la lampada; e, rispettivamente, a luminosità medie di 0,025; 0,2; 1 e 10 millesimi di Lambert) mostra, intanto, che, a parità di altre condizioni, i rapporti fra le intensità luminose delle lampade capaci di produrre l'abbagliamento (cioè di far scendere a 10 i valori del coefficiente di percettibilità) sono presso a poco dello stesso ordine di grandezza dei rapporti fra le luminosità medie alle quali l'occhio è adattato. Così, (curve 18 e *b*) quando la luminosità media ambiente scende da 10 a 0,025 millesimi di Lambert, cioè diventa 400 volte minore, l'intensità luminosa abbagliante (sup-

⁽²⁴⁾ Ciò che significa che la illuminazione è compresa fra qualche decimo di Lux e qualche centinaio di Lux.

posta a m. 0,28) scende da circa 60 candele a circa 0,1 candele, cioè diventa 600 volte più piccola; nel caso delle curve 1 ed f i due rapporti sono rispettivamente 40 e circa 100; e così via.

Ne segue, che se per illuminare un ambiente meno intensamente di prima si conserva la disposizione dei centri luminosi e se ne diminuisce la intensità, la entità degli eventuali fenomeni di abbagliamento rimarrà sensibilmente la stessa: ma se invece, ed è la pratica comune, si diradano le lampade conservandone inalterata la intensità luminosa, i fenomeni di abbagliamento saranno assai più sensibili. È vero che la maggior distanza media delle lampade dall'occhio, tende a diminuire l'abbagliamento; ma l'insieme dei diagrammi fig. 7, 8, 9, 10, 11, 13 mostra che, specie per distanze un pò notevoli, l'influenza della distanza non è tale da alterare la conclusione precedente.

Dunque, nei riguardi del fenomeno dell'abbagliamento è essenziale evitare che la illuminazione sia ottenuta con poche lampade, di grande intensità, ed a notevoli distanze; tutte le volte, ben inteso, che la lampada sia direttamente visibile dal campo illuminato. Sono invece estremamente frequenti i casi nei quali attualmente la illuminazione viene fatta col criterio opposto a quello poc'anzi enunciato, specialmente nei grandi locali da lavoro, aperti: così frequenti, che è inutile fare citazioni che sono sulle labbra di tutti. Viene addotta talvolta, a giustificazione, la ragione economica; illuminare con poche lampade potenti costa meno, come impianto. Ma sembra ben difficile sostenere che questa ragione abbia realmente una importanza apprezzabile tenuto conto della assoluta esiguità della spesa (di impianto e di esercizio) della illuminazione artificiale rispetto le spese totali di funzionamento della industria; tanto più che frazionando e disponendo meglio i centri di luce, si finiscono con l'ottenere risultati migliori con una minore intensità luminosa complessiva, cioè con una minore spesa di esercizio; e si influisce favorevolmente — vi sono in proposito eloquenti statistiche americane e inglesi — su di un capitolo di spesa che in certe industrie non è affatto trascurabile: quello relativo agli infortuni.

12. — Ma ad un'altra conclusione, può giungersi in base ai diagrammi qui riprodotti.

Si supponga di voler confrontare l'entità della illuminazione media ambiente alla quale l'occhio è abituato con l'illuminazione che viene prodotta sulla cornea dell'occhio dalla lampada abbagliante allorchè sono verificate le condizioni per il prodursi dell'abbagliamento (coefficiente di percettibilità = 10). Veramente, in quanto precede si è sempre considerata, come era giusto, la luminosità media dell'ambiente, non la sua illuminazione; ma si possa facilmente dall'una all'altra supponendo noto il coefficiente medio di diffusione delle pareti dell'ambiente o degli oggetti guardati; adottando per questo coefficiente il valore medio generico 0,6, alle luminosità di millilambert 0,025; 0,2; 1; 10 corrispondono rispettivamente illuminazioni di circa lux 0,4; 3,3; 16,5 e 165 ⁽²³⁾.

D'altra parte, la illuminazione sulla cornea si calcola facilmente in quanto i diagrammi già riportati fanno conoscere, in corrispondenza alle varie condizioni sperimentali (e, in particolare, alla distanza dall'occhio), quale è la intensità luminosa della lampada abbagliante, che dà luogo all'abbagliamento. Così, nella figura 13, dalla curva 17 si rileva che il coefficiente di percettibilità scende a 10, quando la intensità luminosa della lampada abbagliante è di candele 0,45; e poichè la lampada era alla distanza di m. 0,85 dall'occhio, la illuminazione, sulla cornea (supposta orientata normalmente alla luce abbagliante) risulta di circa lux 6,5. Procedendo analogamente per gli altri casi, si trovano i risultati rappresentati dalla fig. 14, nella quale le ascisse sono i valori della illuminazione media ambiente alla quale l'occhio è adattato; le ordinate i valori della illuminazione sulla cornea dell'occhio corrispondenti al verificarsi dell'abbagliamento. Ciascuno dei punti del diagramma corrisponde ad una delle curve rilevate sperimentalmente la maggior parte delle quali è stata già riprodotta nelle figure precedenti (il numero scritto accanto ai punti è il numero d'ordine della curva).

Naturalmente, ad ogni valore della illuminazione ambiente possono corrispondere valori notevolmente diversi dell'illuminazione abbagliante, e questo sia per la reale influenza delle

circostanze accessorie (l'essere, ad es., la lampada a vetro trasparente — punti del diagramma — oppure a vetro opalino — crocette del diagramma), sia perchè, come è stato rilevato (paragrafo 7), la entità della causa abbagliante non può essere completamente individuata dalla sola intensità luminosa; cioè dalla sola illuminazione prodotta sull'occhio.

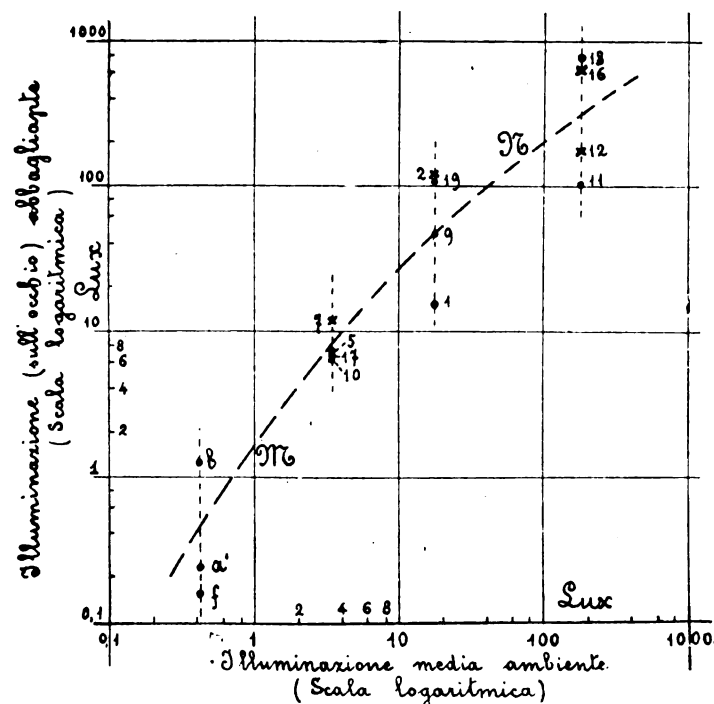


Fig. 14.

Ma le differenze non sono tali da non definire grossolanamente un andamento M. N. capace di riuscire sin d'ora utile (in attesa di nuove e più complete esperienze), almeno come orientamento, nella tecnica della illuminazione. E questo andamento si lascia sostanzialmente riassumere nella constatazione che le illuminazioni abbaglianti, se dovute a lampade puntiformi, sono dello stesso ordine di grandezza delle illuminazioni medie alle quali l'occhio è adattato; almeno, fra qualche decimo di lux ed un paio di centinaia di lux.

Questo significa, che se la lampada abbagliante (puntiforme) è la stessa che produce la illuminazione dell'ambiente o dell'oggetto guardato, si avrà sicuramente abbagliamento, quali che siano le altre modalità (i valori, ad es., della illuminazione) della visione; in altri termini, che la visione diretta di una lampada puntiforme dà luogo sempre a fenomeni di abbagliamento, almeno se è a questa lampada che è dovuta la illuminazione dell'oggetto o degli oggetti guardati, posto ch'essi siano ad una distanza, dalla lampada, paragonabile a quella alla quale si trova l'occhio dell'osservatore.

Nella grande maggioranza dei casi nei quali la illuminazione viene fatta con lampade puntiformi direttamente visibili, i risultati che si ottengono praticamente sono dunque molto inferiori a quelli che potrebbero ottenersi, fissata la quantità di luce, cioè il consumo di energia al quale si consente; chè, pur sussistendo il vantaggio estetico (di variabile importanza) della impressione generale di luminosità, il coefficiente di percettibilità può in realtà scendere ai valori che competerebbero ad illuminazioni ottenute con consumi d'energia alcune decine di volte minori. La interpretazione fisiologica ovvia di questo fatto è che l'occhio umano, per consuetudine più che millenaria, non è adatto alla visione contemporanea di oggetti di luminosità assai diversa; il quale caso non si presenta mai nella illuminazione naturale diurna; o, almeno, non assume mai le proporzioni che si hanno nella illuminazione artificiale. Basterà rilevare che negli ambienti usuali la luminosità media si aggira d'ordinario di giorno intorno ad un decimo di Lambert e che la luminosità del cielo o quella di pareti colpite dal sole non supera qualche Lambert; mentre negli ambienti illuminati artificialmente, pur raggiungendo le luminosità delle lampade valori di molti Lambert se si tratta di ampole a vetro opalino e persino di migliaia di Lambert se nessuna precauzione è presa per mascherare la vista diretta del corpo illuminante, le luminosità medie ambiente superano raramente qualche millesimo di Lambert.

⁽²³⁾ Occorre difatti dividere la luminosità per 0,6 (per tener conto della perdita dovuta all'assorbimento); e poi moltiplicare per 10.000 per tener conto che il Lambert si riferisce al cm² mentre il lux si riferisce al m.²

Dal punto di vista del prodursi del fenomeno dell'abbagliamento, cioè della reale utilizzazione della luce impiegata, la illuminazione artificiale ottenuta con lampade praticamente puntiformi, cioè di altissima luminosità, direttamente visibili, è dunque *intrinsecamente difettosa*; e le cifre e le curve contenute nei paragrafi precedenti danno anche la *misura* approssimata, di questo difetto, assai più grave di quanto non venga ordinariamente ritenuto. Tanto grave, anzi, che se non dovesse tenersi qualche conto anche dell'effetto gradevole che una mag-

criterio accennato verso la fine del precedente paragrafo, molto può farsi per attenuare l'entità dei fenomeni d'abbagliamento.

Le linee della figura 12 mostrano, intanto, che l'influenza della lampada abbagliante diminuisce notevolmente col crescere della distanza angolare fra l'asse visuale e la linea che unisce l'occhio alla lampada; chè, anzi, se questo angolo raggiunge i 25° o 30°, il fenomeno dell'abbagliamento (secondo l'asse visuale) non assume mai, praticamente, entità molto grave. Potrà dunque considerarsi come una buona norma il disporre le sor-

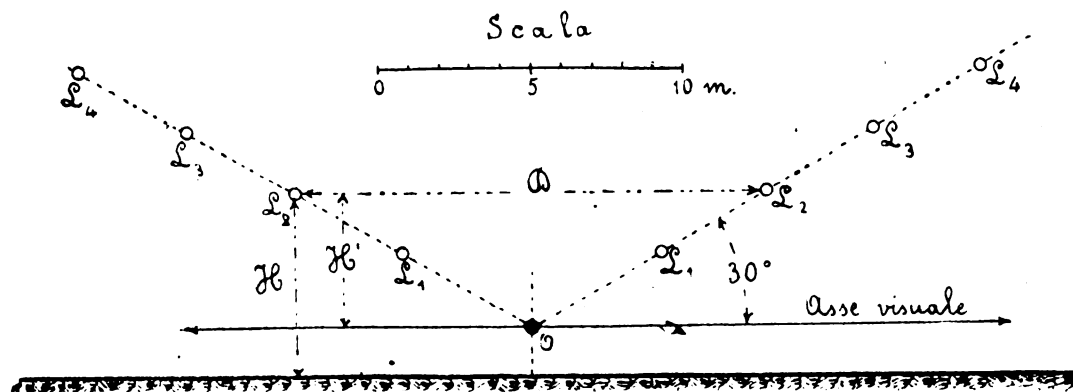


Fig. 15.

giore luminosità ambiente produce, potrebbe affermarsi, in linea generale, la *convenienza costante di non lasciar mai direttamente visibili dall'occhio dell'osservatore le lampade impiegate per la illuminazione*; chè, malgrado la notevole diminuzione generale di luminosità alla quale il provvedimento darebbe luogo per ovvie ragioni, la visione media sarebbe caratterizzata da un coefficiente di percettibilità assai maggiore, attesa la sensibile assenza di fenomeni di abbagliamento.

genti di luce in modo che ciò che è stato chiamato « angolo d'abbagliamento » non sia inferiore ai 30° circa.

Questa norma si può tradurre ovviamente, in molti casi, in indicazioni abbastanza concrete circa la posizione delle lampade.

Si consideri, ad es., il caso della illuminazione stradale con lampade disposte secondo l'asse della via. Le condizioni più favorevoli al prodursi del fenomeno dell'abbagliamento si hanno generalmente a metà cammino fra una lampada e l'altra, dove è

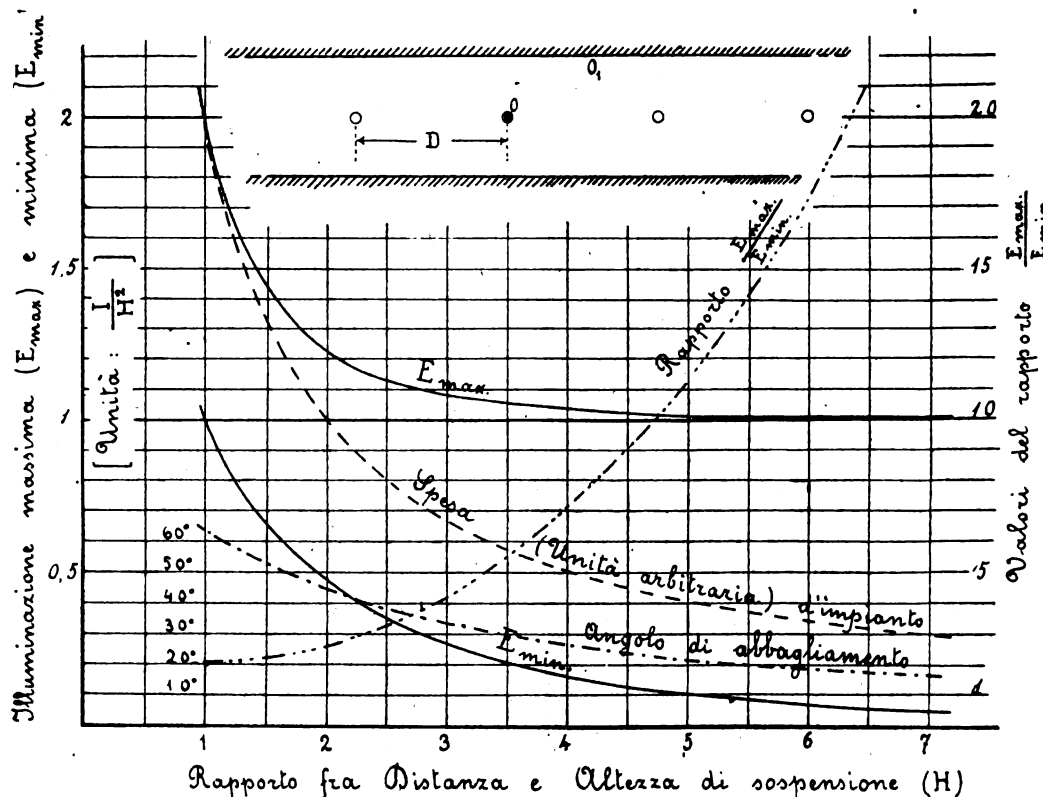


Fig. 16.

Importanza minore, ma non trascurabile, sarebbe lo studio delle condizioni nelle quali si verifica la discesa al disotto dell'unità del coefficiente di percettibilità; cioè, quella che s'è chiamata la « cecità per abbagliamento ». Agli scopi della presente nota basterà, tuttavia, rilevare come l'andamento delle curve di percettibilità dimostri che la cecità per abbagliamento si verifica generalmente per intensità abbaglianti alcune decine di volte maggiori di quella che fa scendere a 10 il coefficiente di percettibilità.

13. — Rimanendo nel campo delle possibilità pratiche, anche nei casi nei quali non sia possibile adottare senz'altro il

minima la illuminazione; d'altra parte, come direzioni medie dell'asse visuale possono assumersi quelle contenute in un piano orizzontale passante per l'occhio dell'osservatore (fig. 15). La condizione, allora, che questo asse faccia un angolo non minore di circa 30° con la linea che unisce l'occhio alla lampada abbagliante (per es., una delle due vicine), si traduce in un minimo del rapporto fra distanza tra le lampade e altezza di sospensione; rapporto che è costante e prossimo a 2. $\tan 60^\circ$ (cioè a circa 3,5) se l'altezza di sospensione è contata dal livello dell'occhio dell'osservatore (circa m. 1,60 dal suolo); altrimenti è variabile ed è tanto minore quanto più la lampada è bassa. La discussione completa di questa condizione e delle sue conseguen-

ze economiche nei vari casi, e degli adattamenti che potrebbero immaginarsi per ridurre il costo delle installazioni pur scostandosi di poco dalla norma sopra indicata, uscirebbe dai compiti della presente nota per rientrare nettamente nella tecnica, vera e propria, della illuminazione; potrà tuttavia interessare, a guisa d'esempio, la figura 16, nella quale, sempre nella ipotesi d'una lunga via illuminata con lampade disposte secondo l'asse (schema contenuto nella parte superiore della figura), e di lampade a superficie fotometrica poco diversa da quella sferica, è stato rappresentato l'andamento, in funzione del rapporto fra distanza D e altezza di sospensione H , della illuminazione massima (che si ha nei punti come O , situati immediatamente al disotto delle lampade) della illuminazione minima (nei punti come O' ; la larghezza della strada è stata supposta doppia dell'altezza di sospensione); quello del rapporto (« grado di disuniformità » o « di ineguaglianza » della illuminazione) fra questi valori estremi; quello della spesa d'impianto, supposta proporzionale al numero delle unità illuminanti, e, finalmente, quello dell'angolo di abbagliamento, per la lampada più prossima, supposto l'osservatore in mezzo alla via, a metà distanza fra le due lampade. La diversa rapidità con la quale variano le differenti grandezze è quella che può suggerire al tecnico la soluzione da scegliere, per conciliare le esigenze economiche con i criteri fondati sulla conoscenza del comportamento dell'occhio negli ambienti illuminati.

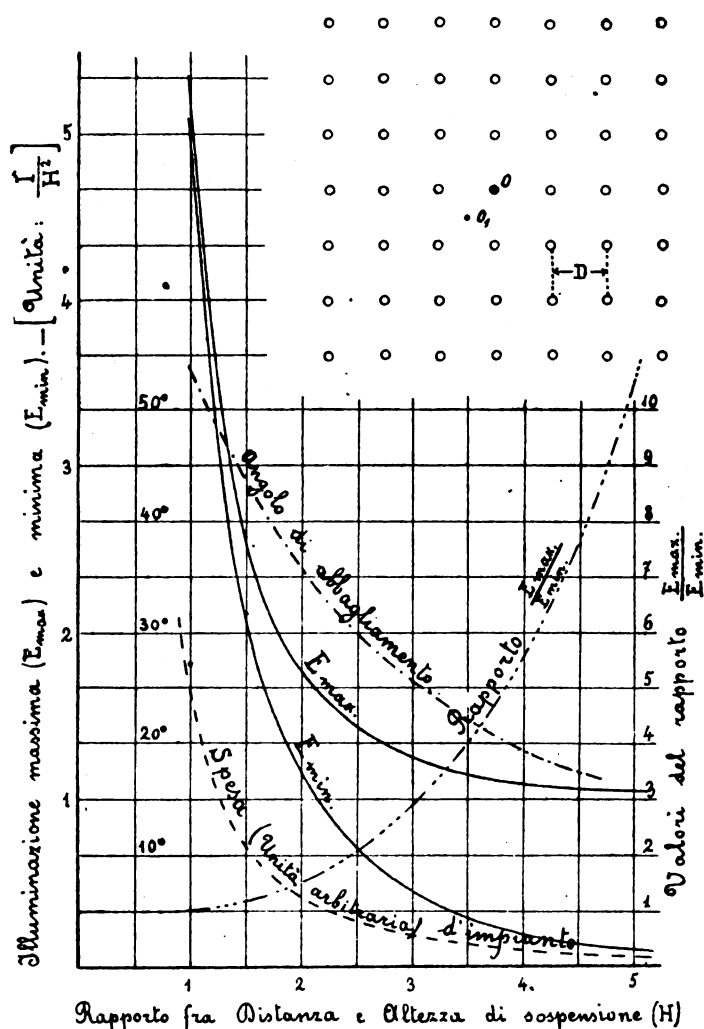


Fig. 17.

La figura 17, analoga, si riferisce al caso di una grande area illuminata con lampade disposte in file regolari.

Naturalmente, queste due figure, riguardando casi particolari e ipotesi soggette a variare, non possono fornire materiale sufficiente per conclusioni un po' generali; lo studio completo dei vari casi spetta alla tecnica della illuminazione. Può solo osservarsi che la questione dell'angolo d'abbagliamento, cioè quella del rapporto fra distanza di lampade e altezza di sospensione, è strettamente collegata (sia pure attraverso la forma della superficie fotometrica delle lampade impiegate) con il grado d'ineguaglianza della illuminazione; e questa interdipendenza lascia intravedere la possibilità di dare una forma semplice alle norme che debbono seguirsi nel progettare razionalmente un impianto

d'illuminazione; in quanto soddisfare a certe condizioni può significare il soddisfare implicitamente anche ad altre.

14. — Nei casi nei quali, finalmente, non sia possibile né impedire la vista diretta delle sorgenti puntiformi di luce, né disporle in guisa che l'angolo d'abbagliamento sia sufficientemente grande, non rimane altro rimedio efficace che quello di togliere alla sorgente la caratteristica di essere puntiforme, per mezzo di schermi od involucri che sostituiscano la vista diretta del filamento incandescente con quella di superficie assai più estese e quindi di luminosità molto minore.

Questa idea non è davvero una novità, ché da tempo ad es., è diffusa la pratica della smerigliatura, parziale o totale, degli involucri di vetro delle lampade; ma non è inutile insistere sopra alcune circostanze che sono essenziali affinché pratiche del genere abbiano realmente qualche efficacia.

Molti equivoci sono evidentemente nati dalla circostanza, facile a constatarsi senza misure, che la semplice smerigliatura riduce grandemente la luminosità massima visibile all'occhio. Questo è esatto; e s'è avuto già occasione di accennare (figure 5 e 6) che mentre la luminosità d'un filamento incandescente nelle usuali condizioni può superare di molto il migliaio di Lambert, la luminosità apparente dell'involucro smerigliato, varia, da punto a punto, fra qualche Lambert e qualche decina di Lambert; e che, se si tratta di involucri in vetro latteo, la luminosità è molto uniforme e prossima (nei tipi attualmente sul mercato) a 7 od 8 Lambert.

Ma è stato qui dimostrato (§ 6) che i fenomeni d'abbagliamento dipendono essenzialmente non dalla luminosità, ma piuttosto dalla intensità luminosa della sorgente abbagliante, tutte le volte che questa sia di piccole dimensioni rispetto le distanze in giuoco. In altri termini, finché la sorgente di luce ha dimensioni abbastanza grandi ed è sufficientemente vicina, in guisa da produrre sulla retina una immagine non troppo piccola, allora l'effetto abbagliante diminuisce realmente ove se ne accrescono ancora le dimensioni e se ne diminuisca la luminosità.

Ma finché le dimensioni trasversali della superficie che emette luce sono viste sotto angoli molto piccoli, il variare in senso inverso la luminosità e l'area emittente non produce effetti sensibili.

Sono significative, a questo proposito, le curve della figura 8, le quali si riferiscono, a due a due, a serie di misure d'abbagliamento eseguite sulle stesse condizioni, con questa sola variante: che in talune serie (curve f , 10, 11) si adoperavano lampade a vetro limpido, mentre nelle altre (curve e , 7, 12) si adoperavano lampade ad involucro smerigliato. Le differenze, non grandi ma apprezzabili, fra le curve 7, 10 ed 11, 12, relative ad una distanza di m. 0,85 fra l'occhio e la lampada abbagliante (si trattava di lampade aventi il bulbo tondeggianti, di diametro prossimo ai 6 cm.) mostrano che in quelle condizioni (il diametro dell'involucro smerigliato era visto sotto un angolo di circa 4°) l'effetto della smerigliatura era ancora sensibile; ma le curve e ed f dimostrano che portando le lampade a m. 3,30 (cioè riducendo l'angolo a poco più di un grado) l'effetto della smerigliatura era tanto piccolo da poter essere mascherato dagli inevitabili errori sperimentali.

Poiché queste conclusioni sono sostanzialmente d'accordo con l'insieme di altri risultati ottenuti durante le ricerche, se ne può dedurre che, dal punto di vista dei fenomeni di abbagliamento, la sostituzione della vista diretta del filamento incandescente con superficie più ampie e meno luminose, comincia ad essere efficace soltanto quando le dimensioni trasversali di queste nuove superficie siano viste dall'occhio sotto un angolo di almeno alcuni gradi; cioè, quando esse rappresentino almeno alcuni centesimi della distanza fra l'occhio e la lampada. Altrimenti, la sostituzione non serve che a sciupare luce per effetto dell'inevitabile assorbimento operato dai dispositivi (smerigliatura, involucri, etc.) adoperati.

L'impiego di lampade ad involucro smerigliato o, meglio ancora, in vetro latteo, è dunque specialmente consigliabile nei locali chiusi, dove le distanze fra lampade e persone sono generalmente piccole: ed il loro effetto sarebbe ancora migliore se si aumentassero (fino al massimo consentito da altre esigenze) le dimensioni degli involucri di vetro, cioè se ne diminuisse ancora la luminosità media.

Qualche vantaggio potrà ancora ottenersi in casi molto particolari di illuminazione pubblica; per es., quello della Piazza S. Marco di Venezia, illuminata da un grandissimo numero di piccole lampade situate a piccola altezza dal suolo.

Ma, sebbene si tratti d'una pratica comune, nessun

utile può ricavarsi dall'impiego di lampade smerigliate nei casi normali di illuminazione pubblica ottenuta con centri luminosi sospesi a parecchi metri dal suolo; in condizioni, cioè, in cui gli involucri delle lampade sono visti dal passante sotto un angolo che raramente sorpassa il mezzo grado.

Più razionale, certamente, sarebbe il modificare non il vetro della lampada, ma quello dell'involucro esterno che, quasi sempre, la circonda e la protegge e che ha dimensioni assai maggiori; tanto più che, sebbene il problema del fanale estetico sia assai difficile (come, in genere, tutti i problemi di dare alle cose molto moderne e che hanno esigenze speciali, un aspetto gradevole per il nostro occhio, abituato alle forme classiche così comuni nelle nostre città) pure v'è una certa libertà nel fissare quelle dimensioni.

Ma sembra difficile asserire che la soluzione del problema possa aversi dall'impiego, senz'altro, di grandi involucri in vetro smerigliato, latte, o simili. Se difatti si impiega un materiale piuttosto trasparente, in guisa da non avere un grande assorbimento di luce, si verifica in scala ancora maggiore il fenomeno già visibile nelle lampade a vetro smerigliato (fig. 5); che, cioè, la luminosità dell'involucro è assai diversa da punto a punto, in quanto si finisce con l'intravedere, per trasparenza, la lampada rinchiusa nell'involucro. E se per evitare questo grave inconveniente si adotta un materiale diverso, che deve essere tanto meno trasparente quanto più grandi sono le dimensioni dell'involucro rispetto quelle della lampada, allora si ha un forte assorbimento di luce.

Dal punto di vista dell'assenza di fenomeni di abbagliamento, non essendo pratico il sistema di disporre entro una grande lanterna semitrasparente un notevole numero di lampade di piccola intensità, convenientemente spaziate, risultati migliori si dovrebbero ottenere con gli involucri rifrattori, razionalmente calcolati⁽²⁶⁾ portati a dimensioni un po' notevoli e con i quali, oltre lo scopo di modificare la superficie fotometrica della lampada, si ottiene anche quello, che qui diventa il più importante, di impedire la vista diretta della lampada, sostituendola apparentemente con tanti piccoli centri luminosi sparsi lungo la superficie dell'involucro.

Forse, è dalla combinazione del principio dei rifrattori con quello degli involucri semi trasparenti, realizzata in forma particolarmente semplice e pratica, che nascerà il tipo di sorgente luminosa artificiale e, più specialmente, il tipo di fanale dell'avvenire.

DI UN CODICE DELLA ILLUMINAZIONE

C. CLERICI



Comunicazione alla XXIX Riunione Annuale dell'A. E. I.
Spezia - Settembre 1924

Che anche l'illuminazione possa essere regolata coll'intervento statale, come fa pensare la parola codice, è una idea che a tutta prima turba.

Noi latini abbiamo un tale esasperato feticismo per la libertà, ed un tale spavento dell'intromissione dello Stato nello svolgersi della vita industriale, anche per il cattivo risultato di certe ordinanze emesse dalla burocrazia senza consultarsi coi tecnici, che vorremmo tutto il campo industriale lasciato al libero arbitrio dei tecnici.

Ma ove riflettiamo un po' al problema della illuminazione, se sotto qualche aspetto ci risulta eccessivo l'imporre prescrizioni, non tardiamo a scoprire altri lati del problema che ci convincono dell'opposto. Infatti a nessuno può venire in mente che si possa togliere ai cittadini il diritto di non usare di alcuna illuminazione artificiale, vivendo col sole come fanno ancora certi lavoratori della terra.

Così pure non pare possibile obbligare un cittadino a tenere il suo privato domicilio più o meno illuminato.

⁽²⁶⁾ Si intende qui di alludere ai tipi di rifrattori nei quali le variazioni di spessore dell'involucro trasparente siano state realmente calcolate per ottenere determinate ripartizioni di luce; pressochè nessun effetto utile si ottiene con altri tipi, simili in apparenza ai precedenti, formati da involucri di vetro nei quali sono state praticate delle serie di scanalature a scopo essenzialmente estetico.

Ma d'altra parte dove cominciano rapporti sociali, con essi può sorgere il problema di regolamentare anche l'illuminazione.

Da noi la legge sugli infortuni presuppone la colpa dello imprenditore od industriale.

Finora per quanto sia a mia conoscenza il fattore illuminazione non venne ancora contestato ai datori di lavoro come colpa nei casi di infortuni avvenuti nelle ore dopo il tramonto o prima del levare del sole.

Ma è evidente, dacchè le statistiche provano la maggior frequenza degli infortuni durante tali ore non diurne, e provano altresì che ove l'illuminazione artificiale venne aumentata e sistemata razionalmente la media degli infortuni diminuì, che gli avvocati dei Sindacati operai non tarderanno ad impugnare anche l'arma che una insufficiente o difettosa illuminazione costituisca una colpa nei datori di lavoro colle gravi conseguenze che ognuno intuisce.

Mi limito a segnalare le conseguenze materiali di spese e di noie che per legge possono derivare da un aumento del numero dei sinistri e non faccio parola delle ragioni di umanità che da sole dovrebbero consigliare ogni mezzo, ed anche quindi la miglior illuminazione per prevenirle.

In altri casi la legge sarà forse sempre impotente a stabilire una connessione diretta tra l'insufficiente illuminazione ed il danno subito dagli individui, poichè se è certo che il lavoro di qualunque natura fatto in condizioni di illuminazione insufficiente o difettosa fa male agli occhi e la vista si indebolisce, tale fenomeno è così lento che le responsabilità svaniscono. Non per questo si deve foss'anche solo per un senso di umanità permettere che il sistema continui, e che nelle scuole soprattutto, ma anche in locali di lavoro ove pure sia escluso qualsiasi pericolo di sinistri, si sforzi la vista dei fanciulli, o degli operai, predisponendoli ad una diminuzione del loro potere visivo e quindi della loro produttività.

Ancora è da segnalare il grave problema della viabilità specie nelle grandi città. Anche in questo campo è provata la diretta connessione tra il numero degli accidenti serali e la quantità e distribuzione della illuminazione.

Accennati così i casi principali in cui una regolamentazione della illuminazione appare logica si vede subito sorgere il problema di determinare quale e quanta deve essere l'illuminazione.

Di giorno nelle vie ed in locali a grandi finestre si hanno illuminazioni che arrivano ad un milione di Lux. Per contro un medio valore della illuminazione elettrica esistente in Italia, a stima, secondo il numero e tipo delle lampade consumate, si può ritenere di 10 Lux al massimo.

Tra questi estremi ove comincerà la colpa legale o l'offesa al senso di umanità ove la legge non arriva?

Dovranno tutti i datori di lavoro e tutti i maestri illuminare le loro officine o le scuole fino ad ottenere una illuminazione pari a quella diurna o basterà che arrivino alla media generale del Paese?

Ed ecco la necessità che i tecnici predispongano le regole del nuovo codice.

La quantità di luce sufficiente per ogni caso può essere determinata sperimentalmente e classificata a seconda della particolarità dei casi, come se vi sono macchine in movimento se vi sieno colori, o particolari più o meno fini, da discriminare, ecc.

Io credo altamente utile che la nostra A.E.I. col concorso di speciali commissioni si metta subito al lavoro di preparazione di tale codice.

Non credo che sia poi necessario ottenere che tale codice venga subito incorporato nelle leggi dello Stato. Anzi sarà meglio faccia le sue prove per così dire extra-ufficialmente e che gli vengano a mano a mano apportati i ritocchi che la pratica consiglierà.

A me sembra che già un codice studiato dalla A.E.I. e dalle sue commissioni possa costituire un documento di grande fiducia a cui riferirsi in caso di discussioni legali e che metta tranquilla la coscienza di chi non vuole assumere delle responsabilità di aver danneggiato altri, anche all'infuori del pericolo di sanzioni legali.

E' molto probabile che attualmente in tali responsabilità legali e non, si incorra per ignoranza, cioè per non esserci mai proposto il problema della illuminazione nella sua interezza, o forse meglio per non aver neppure sospettato che vi sieno problemi attinenti alla illuminazione, che possono venir risolti quasi collo stesso grado di approssimazione con cui si risolvono altri problemi della tecnica.

Come esempio di cosa possa essere un codice della illu-

minazione credo utile tradurre in appresso il « Codice della Illuminazione » per fabbriche, mulini ed altri lavoratori approvato già fin dal 31 dicembre 1921 dall'American Engineering Standard Committee.

*

Codice per l'illuminazione di fabbriche e stabilimenti industriali

INTRODUZIONE.

Il presente Codice per l'Illuminazione delle fabbriche, lavoratori e simili, è stato preparato e pubblicato dalla Società degli Ingegneri della Illuminazione per mettere a disposizione di Enti legislativi, direzioni di Fabbriche, Servizi Pubblici, ecc. (che hanno interesse ai decreti, norme e regolamenti per una migliore illuminazione) informazioni autorevoli. Il Codice ha anche lo scopo di servire come guida ai proprietari di fabbriche ed operai nei loro sforzi per migliorare le condizioni d'illuminazione nelle loro fabbriche.

La parte 1^a contiene le norme in forma opportuna per sanzioni legali o regolamenti governativi.

La parte 2^a contiene una discussione delle regole della prima parte; e cioè gli obblighi legali a cui si va incontro dove è in vigore un Codice; ed anche suggerimenti ed informazioni generali sui metodi più opportuni per l'illuminazione di fabbriche.

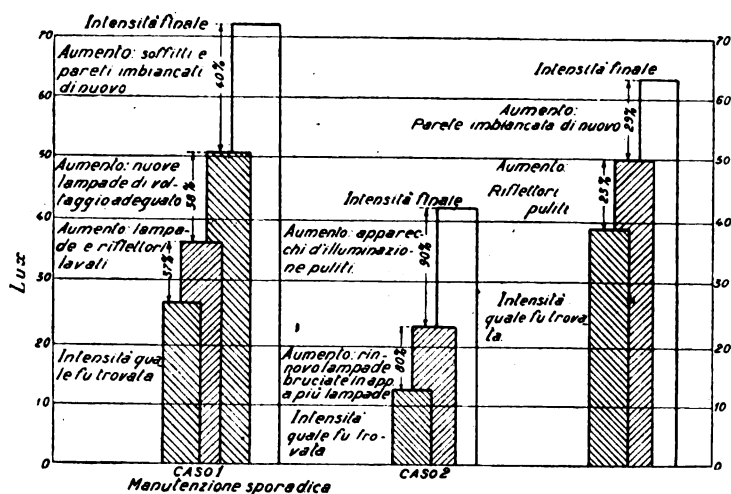


Fig. 1.

La parte 3^a mette in rilievo i vantaggi di una sufficiente ed adatta illuminazione naturale ed artificiale, e tratta questa illuminazione specialmente dal punto di vista dell'economia.

Dal giorno in cui venne pubblicata la prima edizione di questo Codice, un gran numero di Enti Statali riconoscendo i benefici effetti di una sufficiente illuminazione sulla salute e sicurezza degli impiegati ha adottato Codici d'illuminazione delle Fabbriche. Di solito, questi Codici stipulano la minima illuminazione che si può tollerare per le differenti classi di operazioni industriali, indicano i tipi di apparecchi d'illuminazione con cui evitare l'abbagliamento e dare una buona distribuzione di luce.

La prefazione del Codice d'Illuminazione Industriale dello Stato di Wisconsin spiega nel modo seguente perchè lo Stato è interessato nei regolamenti dell'Illuminazione nelle Fabbriche:

« L'illuminazione insufficiente e male applicata è una delle « cause maggiori degli accidenti nelle Fabbriche. In questi ultimi anni, studi fatti per provare le cause dei sinistri hanno « provato che gli accidenti avvenuti nelle fabbriche sono in « numero assai maggiore dove l'illuminazione non è buona, « mentre in quelle bene illuminate accadono in numero assai « minore. Le fabbriche che hanno installato un'illuminazione « più moderna hanno constatato una riduzione considerevole « nei sinistri.

« Ciò che è di grande importanza è che una cattiva illuminazione diminuisce la forza visiva. Poichè l'indebolimento della vista dovuto a questa causa avviene gradatamente, « un individuo non se ne accorge se non dopo molto tempo. « Ma ciò è una delle ragioni di più, per stare attenti contro gli « effetti insidiosi di una cattiva illuminazione, di sorgenti di « luce che abbagliano gli occhi, di luci vacillanti, di ombre, « di riflessi che provengono da metalli lucidati. Il conservare

« la vista agli operai è un guadagno economico per lo Stato, « ma a parte questa considerazione, lo richiede un senso di « umanità.

« Infine un'incompleta illuminazione diminuisce la produzione delle industrie dello Stato, e di conseguenza il benessere e la ricchezza della popolazione. Direttori di fabbriche che hanno installato degli impianti d'illuminazione più « perfetti sono unanimi nel dichiarare che una migliore illuminazione aumenta la produzione e diminuisce lo scarto ».

Il Sig. R. E. Simpson della Compagnia d'Assicurazione dei Viaggiatori ha fatto la dichiarazione che durante l'anno 1919 vi sono stato più di 2.000.000 di infortuni industriali che hanno causato gravi perdite di tempo; di questo numero 25.000 furono fatali. Il brano seguente preso da un articolo nel « Travelers Standard » del Sig. Simpson, ci dà alcuni dati interessanti sulla relazione tra l'illuminazione e la sicurezza personale.

« Abbiamo motivo per credere che il 18 % dei nostri infortuni industriali sono dovuti a difetti nell'installazione dell'illuminazione. Su questa base i servizi resi da 108.000 operai per un anno vengono perduti annualmente perchè la illuminazione data non è sufficiente per la sicurezza degli operai. Che questa condizione di cose abbia potuto sussistere tanto a lungo, è più che mai biasimevole, dato che « il rimedio è così facilmente attuabile, e dà risultati vantaggiosi in tutti i rami oltrechè la sicurezza dell'operaio. Disgrazie che sono causate da negligenza, disattenzione od ignoranza possono solo venire eliminate da una continua, accurata « propaganda educativa, che spesso involge un cambiamento di abitudini istituite da tanto tempo. L'eliminazione è semplicemente questione di procurarsi una conveniente installazione, ed installarla sotto la direzione di persone competenti. « Infatti si dovrebbe includere l'illuminazione nella lista delle difese meccaniche poichè la lampada ed i riflettori forniscono « no una protezione; l'illuminazione addita il pericolo ed i rischi proprio come un parapetto provvede alla protezione dei « pericoli di un volante in movimento ».

PARTE I^a

Regole

NB. — Si richiama l'attenzione sul fatto che le condizioni date nelle Regole sono le specificazioni minime e non devono venire interpretate come sufficienti per assicurare una buona illuminazione, vedi Parte 2^a (Suggerimenti ed informazioni generali).

Esigenze generali. — I posti di passaggio, durante gli orari di lavoro, devono essere provvisti di una illuminazione secondo le regole seguenti:

REGOLA I^a - Illuminazione necessaria. — L'illuminazione da fornirsi non deve essere inferiore a quella data nella seguente Tabella:

TABELLA 1^a

| | Minimo negli spazi aperti o sul lavoro |
|---|--|
| (a) Strade maestre; piazze principali | 0,215 Lux |
| (b) Depositi; passaggi e corridoi nei locali di lavoro eccetto uscite e passaggi conducenti a questi ultimi | 2,7 " |
| (c) dove una discriminazione dei particolari non è essenziale. Entrate, scale, uscite e passaggi, gabinetti, ascensori e pianerottoli di scale. Lavori di questo genere: dove si maneggia materiale greggio; macinazione di prodotti d'argilla; scelta fatta all'ingrosso; maneggio di carbone e cenere e caricamento di fonderie | 5,4 " |
| (d) Dove un po' di discriminazione di particolari è essenziale per spazi come: scale, passaggi ed altri luoghi dove ci sono macchine in moto esposte, tubi scottanti o parti elettriche sotto corrente. Lavoro a macchina grossolano, lavoro grossolano al banco, di fonderia, fucinatoria grossolana, macinatura di grano | 10,7 " |
| (e) Dove una moderata discriminazione di particolari è essenziale per lavori come: cucire a macchina, falegnameria, fonderia, manifattura di sigarette, montaggio, lavoro al banco, ecc. | 21,5 " |
| (f) Dove una precisa visione dei particolari è essenziale come per lavori di tornio, manifattura modelli, utensili, tessitura di seterie, o lane a colori chiari, lavori d'ufficio, contabilità | 33 " |
| (g) Dove la percezione chiara di più minuto particolare è essenziale per lavori come: manifattura d'orologi, d'incisioni, preparazione schizzi, cucitura, materiali scuri, ecc. | 54 " |

REGOLA 2^a - Abbagliamento: diffusione e distribuzione della luce. — L'illuminazione sia naturale che artificiale deve essere tale da evitare l'abbagliamento, ombre troppo forti o contrasti esagerati, e provvedere ad una buona distribuzione di luce; i sistemi di luce artificiale devono avere le lampade disposte per altezza, posizione, distanze e riflettori, paralumi ed altri accessori in modo da ottenere i risultati richiesti.

Sorgenti di luce cruda, come un filamento esposto di una lampada elettrica o reticella di gas, posta nel campo di visione di chi lavora, daranno abbagliamento.

Per una specificazione di requisiti esatti relativi a questa regola, si può riferirsi alle Tabelle III, IV, V, VI nella parte seconda.

REGOLA 3^a - Illuminazione delle uscite e illuminazione di soccorso. — L'illuminazione da provvedersi in base alla Regola 1^a su tutte le scale e uscite delle fabbriche nei passaggi conducenti a dette uscite deve essere sistemata in modo che la luce non venga a mancare, quando manca la luce all'interno dei locali di lavoro e possibilmente l'illuminazione deve venire da una comunicazione con una rete d'energia separata dallo stabilimento.

P A R T E II^a

Suggerimenti ed informazioni generali

OSSERVAZIONI SULLA REGOLA 1^a. — *Illuminazione necessaria.*

I valori d'illuminazione dati nella Tabella 1^a sono quelli richiesti come minimo dal punto di vista della sicurezza. La Tabella 2^a che segue è intesa ad indicare l'ordine dei valori d'illuminazione considerati come desiderabili per differenti generi di lavoro. Le lettere fra parentesi che seguono i valori dei lux si riferiscono alle corrispondenti suddivisioni della Tabella 1^a. Persone di età avanzata e quelle con vista difettosa hanno bisogno di maggior luce di quelle con vista perfetta. I lux nei casi di buona illuminazione sono generalmente assai più di quelli specificati come requisito minimo. Una classifica di valori in Lux è data nella Tabella 2^a per ogni gruppo di operazioni; nella pratica moderna sarà bene quasi sempre scegliere i valori superiori della classifica relativa, od anche valori ancor più elevati.

TABELLA 2^a

Lux approssimati per una buona illuminazione per luoghi aperti o sul lavoro.

| | |
|---|-----------|
| 0,5 a 2,5 Lux | (a) |
| Strade maestre e cortili di passaggio | |
| 10 a 20 Lux | (b) |
| Depositi all'aperto: corsie in locali di lavoro, eccetto uscite e corridoi che conducono a queste | |
| 20 a 50 Lux | (c) e (d) |
| Saloni da teatro e saloni di montaggio | |
| Sale di montaggio: meccanica grossa | |
| Caldaie, sale macchine, Centrali: Caldaie, deposito carbone, sale accumulatori, trasformatori, manovra interruttori, ecc. | |
| Laboratori chimici, forni a mano, serbatoi per bollitura, vasche per asciugatoi, cristallizzazioni, forni meccanici, deposito di filtri, evaporatori, imbianchitura, ecc. | |
| Prodotti di caolino; macinazione, locali per impasto, locali per secare, modellare, asciugare, pulire, ecc. | |
| Ascensori, e piani caricatori | |
| Fucine e saldature: saldature grossolane | |
| Fonderie: piano di caricamento, buratti mescolatori, locali delle colate e sformatura, ecc. | |
| Cristallerie: camere di miscela, forni, ecc. | |
| Luoghi d'entrata: scale, uscite e passaggi. | |
| Concerie, lavori di concia, pulitura, stiratura | |
| Camere di ripostiglio chiuse a chiave. | |
| Preservatori ed imballaggio di carni, macelli | |
| Laboratori di macchine: per lavori di banco, lavoro alle macchine e montaggio grosso | |
| Mulini di grano: macinare, pulire, ecc. | |
| Imballaggi grossolani | |
| Verniciature: pulitura, spruzzatura, essiccazione | |
| Cartiere: olandesi, macchine continue | |
| Saponifici: caldaie, tagliatura | |
| Ferriere e acciaierie: piano carico dei forni, locali di fusione, laminatoi, ricottura, tempratura, ecc. | |
| Depositi merce e stock: materiale greggio, ricezione e spedizione merce | |

Filature di cotone e lana, cardatura, apritura, stiratura, ritorcitura, tintura.

Carpenterie: segherie ed altri lavori all'ingrosso.
Lavatoi e gabinetti.

50 a 100 Lux (c) e (f)

Montaggio finezza media

Laboratori chimici: serbatoi per cuocere, filtri, vasi per sciogliere nitrati, celle elettrolitiche

Ceramica: verniciatura, coloritura, smaltatura

Fabbriche di macchinario elettrico: accumulatori, tranciatura, avvolgimenti, processi per isolanti, ecc.

Sale macchine e Centrali: quadro di distribuzione, generatori, compressori, ventilatori

Fucine e saldatura: lavori fini

Fonderie: lavori fini e preparazione anime

Cristallerie: macchine per soffiare il vetro, tagliatura, smerigliatura, molatura

Manifattura di cappelli: tintura, pulitura, stiratura, formatura, orlatura, cucitura, ecc. di merce fine

Fabbrica di ghiaccio: sala macchine, compressori

Locali di controllo: pezzi grossi e medi

Pelletterie: tagliatura, tintura, ecc.

Laboratori meccanici: lavori medi al banco ed a macchine, pulitura, macchine automatiche comuni

Preparazione ed imballaggio di carni

Macinatura di grani e farine, pasticceria, panetteria

Uffici: privati e pubblici

Imballaggio medio e fino

Verniciature a mano e finitura

Cartiere, calandre, finitura, tagliatura

Lucidatura ed imbrunitura

Stamperie, tipografie, stereotipia, torchi, litografia, prova bozze, elettrotipia, ecc.

Manifattura di gomma ed altri prodotti consimili, calandre, miscele, vulcanizzazione, tubi, camere d'aria, ecc.

Scuole: classi, sale da studio, biblioteche

Lavori in lastre ecc.

Manifattura scarpe, operazioni in genere

Manifattura saponi, confezione

Acciaiere e ferriere, trafilatura in fino, macchine automatiche, presse, lavoro di banco, punzonatrici

Locali per deposito merci fini

Lavori in ferro per edilizia

Filatura e tessitura, operazioni fini

Ebanisteria, lavori fini.

Filature di cotone

100 a 200 Lux e più

Sale da montaggio: finissimo

Fabbricazione stoffe: merce a colori scuri

Vetriere: incisione nel vetro e controllo

Fabbricazione di guanti: merce a colori scuri, scelta, cucitura, finitura, ispezione.

Fabbricazione di cappelli: cucitura, merci a colori scuri, ispezione accurata

Lavorazione d'orologi e gioielli: incisione, montatura di pietre preziose, riparazioni delicate

Lavorazione del cuoio: scelta, cucitura, ecc., merce a colori scuri

Laboratori macchine: tutti i lavori necessari fino alla lucidatura ossia finitura delle macchine

Uffici: sale da disegno

Laboratorio verniciatura: lavori fini di verniciature a mano e finitura automobili, pianoforti, ecc.

Stamperia, tipografia, linotipi, monotipi, incisione

Manifattura scarpe, ispezione ed assortimento, tagliatura, cucitura per pelli nere

Tessitura lane ecc. in colori scuri.

Tessitura cotone.

Nella Tabella 1^a e 2^a l'illuminazione necessaria è specificata in lux. Il vocabolo « Lux » è spiegabile dicendo che rappresenta l'illuminazione su di una superficie distante un metro dalla sorgente di luce unita; 2 Lux rappresenterebbero l'illuminazione data da 2 candele internazionali alla stessa distanza ecc. Si sottintende in questa illuminazione che naturalmente in ogni caso la superficie è perpendicolare alla direzione dei raggi di luce incidenti.

A prima vista la Tabella 1^a e 2^a sembreranno dare una distinzione netta tra quelle operazioni che richiedono ad esempio 10 Lux e quelle che richiedono 20 Lux ecc. In realtà non esiste classificazione ben definita, e nell'applicare le tabelle l'ispettore troverà che in certi casi, per ragione del grado di finezza del lavoro eseguito in certi laboratori, bisognerà fornire un grado di più o di meno di quello che a prima vista vien suggerito come opportuno.

E ancora non si deve dimenticare che ci sono dei lavori o delle operazioni che devono essere eseguite quasi senza luce.

come, per esempio la fotografia e i processi fotometrici, in camere buie. Vi sono poi operazioni che si possono meglio tenere sotto osservazione nella loro stessa luce, come in certi processi della lavorazione del vetro. In tutti i casi dove il lavoro deve essere fatto con un'illuminazione bassa, ogni sorta di precauzione dev'essere usata per proteggere gli operai dalle disgrazie.

Nell'applicare i requisiti d'illuminazione dati nella tabella 1^a e 2^a i lux specificati non devono essere interpretati come riferentisi al piano orizzontale soltanto; l'illuminazione deve essere misurata su qualsiasi piano ove lavoro od operazioni vengono eseguiti, sia pure piano orizzontale, verticale od intermedio. Colla maggior parte dei sistemi di luce artificiale; i lux misurati su di un piano verticale sono press'a poco la metà dell'illuminazione nella stessa posizione misurata su un piano orizzontale. Viene richiamata l'attenzione sul fatto che i valori nella Tabella 1^a sono valori minimi; cioè si riferiscono a misurazioni del sistema d'illuminazione in esercizio corrente, e non solo quando lampade e riflettori sono nuovi e puliti.



Fig. 2. — Costruzione a lucernari a denti di sega con vetro rivolto verso il nord; ciò da luogo ad una buona diffusione della luce naturale.

Illuminazione naturale. — I dati che precedono sui lux si riferiscono tanto alla luce naturale quanto a quella artificiale. In pratica si vedrà che l'illuminazione naturale nelle belle giornate è sovente molte volte maggiore delle cifre che abbiamo dato; infatti un'illuminazione di 1000 lux la si trova in quasi tutti i locali se si misura vicino alle finestre, e di frequente i meccanici trovano di loro convenienza il valersi di tale illuminazione andando alle finestre quando si tratta di prendere delle misure ben accurate. E' interessante notare che il campo in cui l'occhio può funzionare bene è estremamente esteso, variando da pochi decimi di lux, come al chiaro di luna fino a 100.000 lux in pieno sole. Però le grandi differenze nella illuminazione sono generalmente inadatte ad una buona visione.

La maggior parte dei proprietari di fabbriche trovano di loro interesse il trarre vantaggio della luce del giorno il più che sia possibile per rendere utilizzabile e godibile tutto il loro locale; e anche per diminuire le ore in cui la luce artificiale è necessaria. Le finestre nel tetto di una fabbrica di costruzione moderna permettono una giusta e quasi uniforme illuminazione naturale di tutta l'area del pavimento, e quando è possibile ciò è da desiderarsi. Quando i locali sono illuminati da finestre poste nelle pareti laterali, è spesso difficile o impossibile, di illuminare uniformemente tutto lo spazio del pavimento, o di dare abbastanza illuminazione ad alcuni degli operai senza darne troppa ad altri, od abbagliando quest'ultimi. In alcuni casi l'uso della lente prismatica, che dirige i raggi di luce in modo da ammettere maggior luce nel locale, specialmente nei punti lontani dalla finestra è da desiderarsi. Generalmente è preferibile confinare le lenti prismatiche alla parte superiore della finestra, poichè l'uso di queste lenti può produrre un bagliore che dà fastidio, togliendo via tutta la vista del di fuori.

Le finestre dovrebbero essere costrutte in modo che l'illuminazione possa essere accomodata a seconda dei cambiamenti di luce esterna. Ripari, trasparenti di colori chiari, sono fra gli espedienti più importanti. Ma questi espedienti non

devono essere lasciati nelle mani di quegli operai più vicini alle finestre, ma devono essere controllati dal capo operaio del locale. Egli deve adattare l'apparecchio a seconda delle condizioni sempre variabili della luce, e deve anche decidere quando conviene dare della luce artificiale per aumentare la luce del giorno quando essa non è più sufficiente.

Il rapido passaggio da un ambiente esterno assai illuminato ad un altro che lo sia meno, costituisce per l'occhio uno sforzo lungo e penoso con pericolo di infortunio, onde, ad evitare tutto ciò è necessario che ad esempio i passaggi che uniscono due locali ben illuminati sieno pure illuminati adeguatamente. E ancora quando l'occhio ha avuto il vantaggio di una buona illuminazione naturale, al cader del giorno quando essa comincia a mancare è necessario rinforzarla con un'illuminazione artificiale tenendo calcolo che l'illuminazione risultante deve essere maggiore di quella che si dovrà dare in seguito, quando si userà la sola illuminazione artificiale.

Manutenzione della illuminazione. — Una giusta ed adatta manutenzione dei mezzi che forniscono la luce naturale od artificiale è essenziale. Qualsiasi sistema d'illuminazione che è soddisfacente appena installato, si deteriorerà ben presto se non vi è una adatta manutenzione. Il proprietario di una fabbrica deve stabilire un sistema preciso e regolare della manutenzione per assicurarsi che lucernari, finestre laterali, lampade ed accessori sieno sempre tenuti ben puliti, in giusta posizione ed in buon stato di manutenzione. Bisogna provvedere mezzi perchè quelli addetti alla loro manutenzione possano avere facile accesso agli apparecchi d'illuminazione. Le mura ed il soffitto devono essere dipinti preferibilmente in colori chiari e ad intervalli di tempo regolari, e specialmente per sistemi diretti di luce dove una grande parte dell'illuminazione viene dal soffitto. E' da tenersi bene in mente che i requisiti d'illuminazione dati nelle tabelle si riferiscono ad apparecchi d'illuminazione in condizioni sfavorevoli di uso, e non nuovi e puliti come si trovano quando sono appena installati.

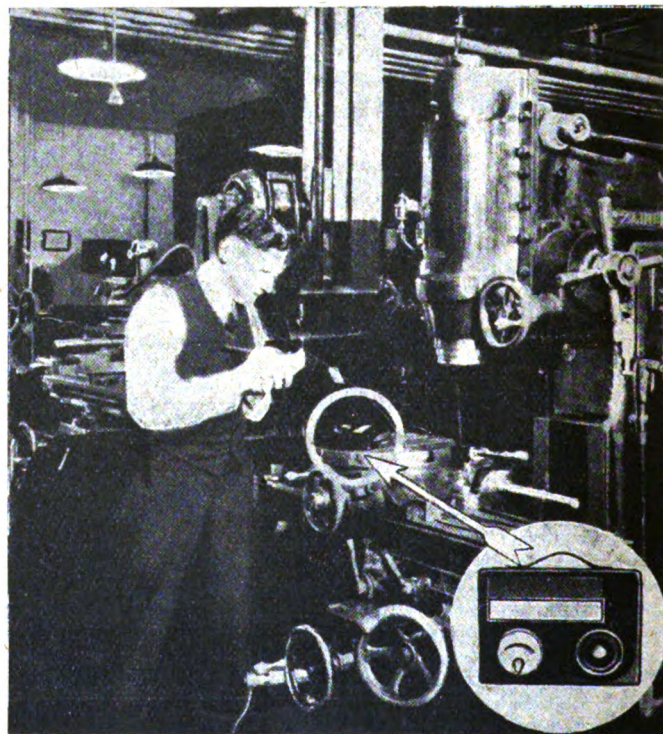


Fig. 3. — Un esame delle reali condizioni d'illuminazione può essere fatto facilmente col luxmetro.

Questo apparecchio è molto utile per controllare se la manutenzione di un sistema d'illuminazione è fatta adeguatamente.

Per assicurarsi una manutenzione di un certo livello d'illuminazione dove le condizioni sono favorevoli, è necessario progettare un sistema che dia all'inizio almeno il 25% in più di luce di quello che abbisogni. In siti dove la polvere si accumula rapidamente e dove non si può provvedere ad una adatta manutenzione, il valore iniziale dovrebbe essere di almeno il 50% sopra al minimo richiesto, ed anche questo può essere insufficiente.

Circa la manutenzione dei sistemi d'illuminazione è specialmente importante avere nella fabbrica qualche strumento col quale si possa misurare i lux dell'illuminazione ri-

cevuta in qualsiasi punto. Di questi strumenti ve ne sono vari sul mercato, alcuni dei quali nelle mani di specialisti danno un alto grado di precisione. Il lux-metro portatile non è stato ideato per misurare con precisione, malgrado ciò, però è di una grande utilità perchè le determinazioni vengono fatte facilmente e sono abbastanza precise per gli scopi più pratici. Il lux-metro è piccolo, leggero, e non c'è bisogno di una pratica tecnica per usarlo; l'illuminazione in lux la si legge subito sulla scala senza bisogno di fare calcoli.

In un grande stabilimento dove il direttore adopera sistematicamente un lux-metro come controllo viene presa nota ad intervalli regolari dell'illuminazione in dati punti del locale. Questi dati vengono accuratamente registrati in modo che si possono facilmente fare dei confronti fra i dati ottenuti in diversi tempi; in caso di variazioni si va a cercarne la ragione

OSSERVAZIONI SULLA REGOLA II^a. — *Evitare abbagliamento.*

L'abbagliamento può essere definito come una luce talmente vivida nel campo della visione che arreca all'occhio una certa molesta irritazione o fatica. Sempre di impaccio alla visione, sovente come il fumo che esce da un camino, rappresenta uno spreco d'energia. E' uno dei più comuni e gravi errori di un'installazione di illuminazione. Il Codice richiede un giusto riparo alle lampade negli stabilimenti per la protezione contro l'abbagliamento.

L'abbagliamento è reprimibile perchè (1) alla lunga tende a portare danno all'occhio disturbando il sistema nervoso (2) causando molestia e fatica così da diminuire l'efficienza dell'operaio (3) ostacolando una chiara visione riducendone la efficienza, e in molti casi, aumentando il rischio di sinistri o danni all'operaio.



Fig. 4. — Quando si usa un'illuminazione localizzata questa deve essere completata con un'illuminazione generale. Si noti la mancanza d'abbagliamento ed il contrasto tra luce ed ombre in questo locale paragonato colla fig. 6 dove non c'è illuminazione generale. Nella suddetta fotografia benchè vi sia una lampada per ogni macchina le singole sorgenti di luce non sono appariscenti per effetto dell'illuminazione generale.

e il rimedio viene subito applicato. In quello stabilimento la illuminazione non scende mai al di sotto di 60 lux senza subito correggerla. Misurando la luce fornita sul lavoro col lux-metro automaticamente si rivela l'effetto combinato di tutte le possibili cause di deprezzamento. La mancanza di conoscenza del valore del deprezzamento è sovente la causa di una manutenzione insufficiente. Acqua e sapone costano meno del gas e dell'energia elettrica.

Posizione degli interruttori e controlli. — Gli interruttori che danno e tolgono la luce all'ingresso di un fabbricato devono essere posti vicino alla porta. Nello stesso modo gli interruttori, che controllano almeno un circuito di lampade in una camera, devono essere messi vicino ai principali punti di entrata in detto locale.

Nell'installare interruttori e congegni di controllo nei vari riparti delle fabbriche e lavoratori bisogna avere speciale cura di disporli sistematicamente; cioè disposti in colonna e situati dalla stessa parte del corridoio e nello stesso ordine relativo per ogni colonna. Questo semplifica materialmente il modo di trovare gli interruttori e apparecchi di controllo, per chi deve dare la luce e toglierla.

Controllo parallelo alle finestre. — La luce delle lampade che sono più lontano dalle finestre sarà di solito adoperata in ore in cui la luce diurna vicino alle finestre è sufficiente, il che rende opportuno di sistemare i gruppi di lampade in circuiti paralleli alle finestre.

Il vantaggio di questo metodo, è inoltre evidente quando si considera, che se le lampade sono controllate in file perpendicolari alle finestre, tutte le lampade in una fila si accenderanno insieme, mentre si può aver bisogno di una parte di queste solamente.

Dal punto di vista umanitaria come dal lato interesse, il proprietario od operaio di una fabbrica ha tutto l'interesse di evitare l'abbagliamento tanto se questo è portato dalla luce diurna come da quella artificiale.

Se ci fosse uno strumento pratico per misurare l'abbagliamento il compito dell'ispettore sarebbe relativamente facile, tuttavia tanti fattori entrano nella situazione, che non è stato possibile costruire un'istrumento che sappia giustamente valorizzarli tutti. Perciò per arrivare ad un giusto giudizio in un caso qualsiasi l'ispettore deve essere ragionevolmente familiarizzato coi fattori principali delle cause d'abbagliamento.

Cause d'abbagliamento. — Vi sono cinque cause principali d'abbagliamento.

1) *Brillantezza della sorgente luminosa.* - La sorgente di luce può essere troppo splendente, cioè può emettere troppe candele per centimetro quadrato di area.

Guardando di sfuggita nella direzione del sole si ha la prova che una sorgente di luce troppo forte nel campo della visione, può produrre un grande disagio. Sorgenti di luce di splendore assai minore a quella del sole, come per esempio, il filamento di una lampada elettrica incandescente, o reticella del gas, possano pure portare disagio, benchè l'effetto irritante sia di solito meno forte.

2) *Volume totale di luce.* - La sorgente di luce può essere troppo forte per dare un senso di comfort; cioè può emettere una quantità totale di candele troppo forte nella direzione dell'occhio.

Troppo frequentemente si crede che l'abbagliamento sia prodotto solo dallo splendore della sorgente luminosa; di eguale importanza è la questione del volume totale delle candele.

L'esperienza dimostra che una lampada 500 watt in un globo opalino di 25 centimetri, oppure una lampada a vapori di mercurio che dia luce equivalente, appese a 2-3 metri dal pavimento ed alla stessa distanza dinnanzi all'osservatore possono dare altrettanto abbagliamento quanto ne dà un filamento di una lampada incandescente di 50 watt visto direttamente nella stessa posizione. Lo splendore unitario del globo opalino è solo poche volte quella della fiamma di una candela, ma il totale delle sue candele e conseguentemente la quantità di luce che arriva all'occhio è troppo forte, di modo che il risultato è peggiore che non sia l'avere il filamento scoperto di una lampada meno forte, benchè quest'ultima abbia uno splendore pari a 500 candele per centimetro quadrato. Una finestra non riparata, sovente è causa d'abbagliamento, dovuto naturalmente al forte volume di luce, più che al grande splendore del cielo.

3) *Posizione nel campo della visione.* - Una data sorgente di luce può essere posta ad una troppo piccola distanza dall'occhio, oppure può essere stata messa troppo vicina al centro del campo della visione per dare un senso di comfort; cioè in un angolo troppo vicino alla linea di visione normale.

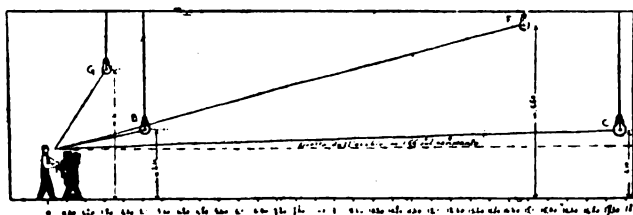


Fig. 5.

Il globo opalino 500 watt di cui si è discusso nella illustrazione precedente, darebbe ben raramente disagio, se posto mettiamo a 25 metri dall'osservatore, perchè a questa distanza la quantità totale di luce che entra nell'occhio sarebbe solo una centesima parte di quella ricevuta a 2,5 metri. Ancora, la stessa luce non darebbe probabilmente alcuna noia alla distanza di 2,5 metri purchè questa distanza fosse ottenuta mettendo la lampada a soli 1,20 metri davanti all'osservatore, ma a più di 2 metri sopra il livello dell'occhio; in questo caso la lampada non sarebbe dentro nel campo di visione ordinario.

La posizione naturale dell'occhio durante gli intervalli di riposo, dopo qualsiasi genere di lavoro, è generalmente nella direzione orizzontale, e bisogna fare in modo, che durante tale intervallo il lavoratore non subisca il disturbo dell'abbagliamento. L'abbagliamento è tanto più dannoso, quanto più la sorgente luminosa si avvicina alla linea della visione diretta. Quando uno lavora, l'occhio è di solito diretto secondo l'orizzontale, o sotto di essa. Oggetti abbaglianti sulla orizzontale, o sotto, devono essere specialmente proibiti. Il miglior modo di togliere le sorgenti di luci dalla linea di visione è quello di collocarle in alto verso il soffitto.

Se le lampade sono collocate vicine al lavoro, il che non è mai consigliabile, devono essere particolarmente ben mascherate.

4) *Contrasto collo sfondo.* - Il contrasto può essere troppo grande tra la sorgente di luce e i dintorni più scuri.

E' cosa conosciuta che una lampada vista contro una parete scura è assai più sgradevole per l'occhio di quando il campo appare relativamente chiaro. Uno sfondo chiaro richiede: 1°) che la superficie sia dipinta in un colore che rifletta una parte considerevole della luce che la colpisce; 2°) che il sistema d'illuminazione adoperato sia fatto in modo che parte della luce venga diretta sullo sfondo. In molti casi il soffitto appare quasi nero colla luce artificiale semplicemente perchè la luce non arriva a illuminarlo. Colla luce diurna invece le pareti di una camera sono sovente così ben illuminate che appaiono più chiare del lavoro in sè stesso, e questa è pure una condizione sfavorevole ad una buona visione. Generalmente, una tinta chiara per il soffitto e le pareti e una mano di vernice un po' scura per la parte inferiore delle pareti, è assai soddisfacente tanto per la luce diurna come per quella artificiale.

Là dove lampade individuali sono installate per tutti i banchi e le macchine, senza aggiunta di lampade appese al soffitto, si troverà che il risultante contrasto nell'illuminazione è così crudo che darà noia anche se le lampade sono state ben riparate. L'occhio dell'operaio alzandosi dalla macchina o dal banco brillantemente illuminato non è pronto per la visione con un'illuminazione fioca; per cui se gli oggetti adiacenti o i corridoi non saranno bene illuminati, sarà obbligato ad andar tatonando, perdendo tempo, con pericolo d'infortunio, oppure dovrà aspettare finchè il suo occhio si è adattato a quella scarsa illu-

minazione. Tornando al suo lavoro perde di nuovo tempo sino a che i suoi occhi si abituino all'aumentata quantità di luce che li colpisce. Se questo stato di cose continua molto, l'operaio si affatica, vede malamente e incorrendo nel pericolo di sinistri. In altre parole, dove si adoperano lampade che illuminano localmente il lavoro, ci deve essere anche un sistema di illuminazione in alto, che dia abbastanza illuminazione diffusa a tutto il locale per evitare contrasti dannosi.

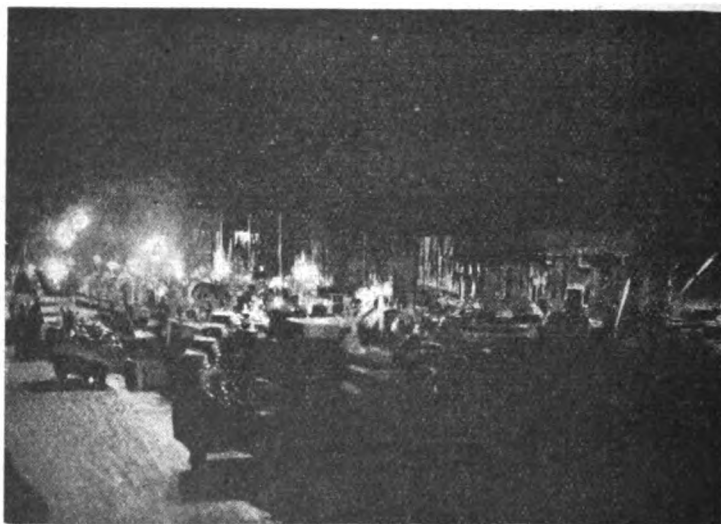


Fig. 6 e 7. — Locali adiacenti di una stessa fabbrica. La figura superiore illustra un sistema di illuminazione strettamente localizzato e di effetto scadentissimo. La figura inferiore illustra un sistema di illuminazione consistente di lampade mezzo smaltate a 150 watt con riflettori smaltati a cupola distanziate di 3 metri; l'illuminazione media è 90 lux.

5) *Durata della esposizione.* - Questa durata della esposizione può essere troppo grande, cioè l'occhio può essere soggetto allo sforzo causato da una sorgente di luce di una data forza per troppo tempo.

Dove una persona lavora seduta ed il suo campo visivo viene fissato per varie ore di seguito, sono necessarie sorgenti di luce meno splendenti e meno candele di quando sta in piedi davanti al lavoro e cambia posizione e direzione della visione ogni tanto. Nel primo caso l'immagine della sorgente di luce è concentrata su di una parte della retina per molto tempo, ed è evidente che darà più disagio; e sforzerà l'occhio più di quando la luce è data solo per poco tempo alla volta. Persone che sono abbagliate a lavorare tutto il giorno al tavolo, proprio in faccia alla finestra, soffrono specialmente di questo tipo d'abbagliamento.

Classificazione delle sorgenti di luce dal punto di vista dell'abbagliamento. — E' evidente che i due primi fattori accennati come cause d'abbagliamento, cioè, troppa luce ed abbondanza di candele concernono la sorgente della luce in se stessa, il terzo si riferisce alla posizione nel campo della visione, e il quarto dipende dalle condizioni del suo uso.

La tavola III^a permette di valutare le sorgenti luminose (dal grado I al X) in base allo splendore e alle candele totali.

Le sorgenti luminose dei gradi I e II possono essere denominate dolci e ben diffuse; quelle dei gradi VIII, IX e X sono aspre e quasi certamente danno luogo ad effetti di abbagliamento. Si vede dalla Tavola III che una sorgente luminosa di grande splendore intrinseco ma di basso candelaggio, ed es. una che venisse classificata nella quinta riga della prima colonna (meno di 20 cand. e 15-150 cand. per cmq.) ha lo stesso grado V come una sorgente di minor brillantezza ma di più alto candelaggio (500 cand. totali 0,3-0,75 cand. per cmq.) che cade sulla seconda riga della quinta colonna.

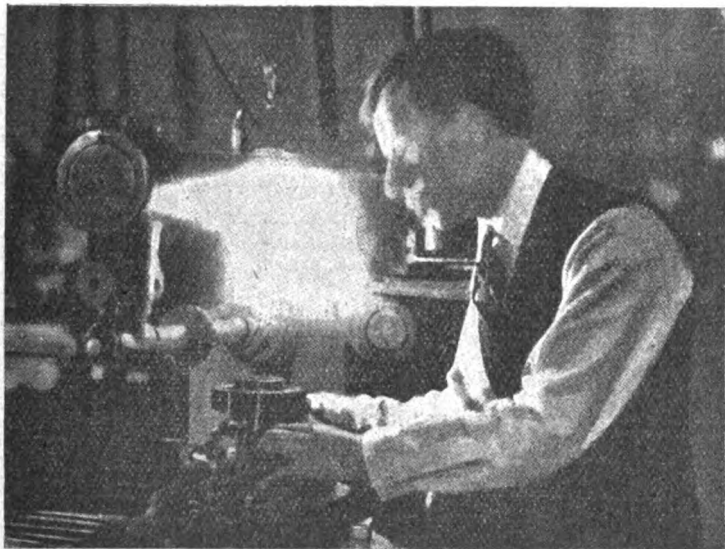


Fig. 8. — Sorgente luminosa abbagliante data da una lampada non protetta che costituisce una minaccia alla sicurezza e alla visibilità è uno degli inconvenienti che il Codice d'illuminazione deve abolire.

TAVOLA III^a

Classificazione delle Sorgenti luminose dal punto di vista dell'abbagliamento.

Il grado I indica sorgenti della massima morbidezza.
Il grado X indica sorgenti della massima asprezza.

| Massima brillantezza visibile Cand. apparenti per cmq | Candele totali in direzione dell'occhio | | | | |
|---|---|------------|-------------|--------------|---------------|
| | meno di 20 | 20 a 20 | 50 a 150 | 150 a 500 | 500 a 2000 |
| Meno di 0.3..... | Grado I | Grado I | Grado II | Grado II | Grado III |
| 0.3 — 0.75..... | II | II | III | IV | V |
| 0.75 — 3..... | II | III | IV | VI | VII |
| 3 — 15..... | IV | V | VI | VII | VIII |
| 15 — 150..... | V | VI | VII | VIII | IX |
| 150 e più..... | VI | VII | VIII | IX | X |

In conformità allo schema della tavola III^a la misura della brillantezza e delle candele è stata eseguita su una certa quantità di sorgenti luminose come si riscontrano nella pratica di ogni giorno, sia sorgenti naturali che artificiali, e i gradi sono stati assegnati come indicato nella tavola IV^a. Nell'eseguire il suo lavoro l'ispettore troverà certamente altre sorgenti luminose che non sono contemplate dalla tavola, pertanto dalle indicazioni date egli potrà calcolare con buona approssimazione in quali gradi le altre dovranno essere assegnate. In caso di dubbio è pertanto possibile fare delle misure e determinare sia la brillantezza che le candele totali dell'apparecchio di illuminazione. L'apparecchio d'illuminazione può allora essere classificato in conformità alla tavola III^a.

TAVOLA IV^a

Classificazione specifica delle Sorgenti luminose dal punto di vista dell'abbagliamento come derivate dalla Tavola III^a.

Sorgenti luminose naturali
(come si vedono attraverso finestre e lucernari)

| | Grado |
|-----------------------------|-------|
| Sole | X |
| Cielo molto brillante | V |
| Sole coperto | III |
| Fiamme a Gas libero | II |

| Lampade a gas con reticella incandescente | | | | | |
|---|--|--|--|--|---|
| | Reticelle consumanti 0,5-1,4 m ³ ora | Ret'celle consumanti 1,4-2,2 m ³ ora | Grande reticella o gruppi di reticelle consumanti 2,2-3,5 m ³ ora | Grande reticella o gruppi di reticelle consumanti 3,5-5,5 m ³ ora | Gruppi di reticelle o lampade ad alta pressione consumanti più di 5,5 m ³ ora |
| Vetri chiari | Grado V | Grado VI | Grado VII | Grado VIII | Grado IX |
| Globi smerigliati | III | IV | | | |
| Globo opale 15 cm. | II | III | | | |
| » » 20 » | I | II | IV-VI | | |
| » » 25 » | | | III-V | V-VII | |
| » » 30 » | | | | | VI-VII |
| Riflettore a cupola: | | | | | |
| Reticella visibile | V | VI | VII | VIII | IX |
| Reticella invisibile..... | I | II | III | IV | IV |
| Riflettore a boccia: | | | | | |
| Reticella visibile | V | VI | VII | VIII | IX |
| Reticella invisibile..... | II | II | III | V | V |
| Sistema completamente indiretto | | | I-II | II | III |
| Boccie semi indirette .. | | | II-III | II-IV | III-VI |

Lampade ad arco

| | Grado |
|-----------------------------------|----------|
| Archi chiusi, globi chiari | IX |
| Arco a fiamma, globi chiari | X |
| Arco a fiamma, globi opali | VII-VIII |
| Tubi a vapor di mercurio | VI |

Lampade a filamento di Carbone metallico

| | |
|------------------|----|
| 10 Candele | V |
| 16 » | V |
| 32 » | VI |

| Lampade ad incandescenza con filamento di tungsteno | | | | | | |
|--|----------|-----------|------------|----------|----------|----------|
| Watts | 10-25 | 40-60 | 75-100 | 150-200 | 300 | 500-1000 |
| Lampada nuda. | Grado VI | Grado VII | Grado VIII | Grado IX | Grado IX | Grado X |
| Lampade smerigliate o globi smerigliati..... | II | III | VI | VII | VIII | |
| Globi opali 20 cm | I | I-II | II-IV | IV-VI | IV-VI | VII-VIII |
| » » 30 » | | | II-III | II-V | IV-VI | V-VII |
| » » 40 » | | | | II-V | IV-VI | |
| Riflettori piatti: filamento visib. | VI | VII | VIII | IX | IX | X |
| Riflettori a cupola, acciaio o vetro denso: Filamento visibile dalla posizione di lavoro | VI | VII | VIII | IX | IX | X |
| Filamento non visibile dalla posizione di lavoro | I | I | III | III | IV | VI |
| Riflettori a boccia, acciaio o vetro denso: Filamento visibile dalla posizione di lavoro .. | VI | VII | VIII | IX | IX | X |
| Filamento non visibile dalla posizione di lavoro | II | II | III | IV | VI | VII |
| Riflettori a cupola: lampade mezzo smaltate | | | IV | V | VI | VI |
| Riflettori mezzo racchiusi | | | III-IV | IV-VI | IV-VII | VI-VII |
| Riflettori indiretti | | | I-II | I-II | II | III |
| Globi semi indiretti | | | I-III | II-III | II-IV | III-VI |

TAVOLA V*

Tabella del Campo di visibilità.

Classificazione della posizione della sorgente luminosa che tiene conto della distanza dall'occhio e dell'angolo della linea di visibilità.

| Altezza dal suolo in metri | Distanza orizzontale della sorgente luminosa dall'osservatore, in metri | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---|------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|------|-----|-------|------|------|-----------------|
| | 0.30 | 0.60 | 0.90 | 1.20 | 1.80 | 2.40 | 3.— | 3.60 | 4.80 | 6.— | 7.50 | 9.— | 10.50 | 12.— | 15.— | 18.— e oltre |
| 2 o meno | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | B | B | B | B |
| 2 2.10 | G | E | D | C | C | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | C |
| 2.10 2.40 | G | G | F | E | D | D | C | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| 2.40 2.70 | G | G | G | F | F | E | D | D | C | C | C | C | C | C | C | D |
| 2.70 3.00 | G | G | G | G | F | F | E | E | E | D | D | D | D | D | D | D |
| 3.00 3.30 | G | G | G | G | G | F | F | F | E | E | D | D | D | D | D | D |
| 3.30 3.60 | G | G | G | G | G | F | F | F | F | F | E | E | D | D | D | D |
| 3.60 3.90 | G | G | G | G | G | G | F | F | F | F | E | E | E | E | E | E |
| 3.90 4.20 | G | G | G | G | G | G | G | G | F | F | F | F | E | E | E | E |
| 4.20 4.50 | G | G | G | G | G | G | G | G | G | F | F | F | F | E | E | E |
| 4.50 4.80 | G | G | G | G | G | G | G | G | G | F | F | F | F | E | E | E |
| 4.80 5.10 | G | G | G | G | G | G | G | G | G | G | F | F | F | F | E | E |
| 5.10 5.40 | G | G | G | G | G | G | G | G | G | G | G | G | F | F | F | F |
| 5.40 5.70 | G | G | G | G | G | G | G | G | G | G | G | G | G | G | G | F |
| 5.70 6 e più | G | G | G | G | G | G | G | G | G | G | G | G | G | G | G | G |

TAVOLA VI*

indicante i gradi limiti delle sorgenti luminose ammissibili per varie sorgenti

| Classificazione della posizione | Spazio o lavoro da illuminare | | | |
|---------------------------------|---|--|--|---|
| | Strade provvisori, di cantieri, fabbriche di accesso ai cortili | Locali di magazzino, porticati, scale, locali ove si maneggia grosso materiale | Condizioni ordinarie di fabbricazione ⁽¹⁾ | Uffici, sale da disegno e condizioni di fabbricazione speciale ⁽²⁾ |
| | grado limite | grado limite | grado limite | grado limite |
| A | VI | V | III | II |
| B | VII | VI | V | IV |
| C | VIII | VII | VI | V |
| D | IX | VIII | VII | VI |
| E | IX | IX | VIII | VII |
| F | X | X | IX | VIII |
| G | X | X | X | X |

(¹) Per il momento i limiti stabiliti in questa tavola non possono essere applicati rigidamente a lampade portatili usate in lavori provvisori, come montaggio di macchine, riparazioni automobili, ecc.

(²) Operazioni durante le quali chi lavora rimane seduto colla faccia rivolta in una data direzione per lunghi periodi di tempo.

Sfondo

Quando lo sfondo e l'ambiente circostante sono di tonalità molto oscura è necessario provvedere una sorgente luminosa di un grado più morbido di quello indicato nella tavola VI. Quando invece sfondo e ambiente circostante sono di tonalità molto chiara in certi casi può essere consentito un grado più aspro di quello indicato.

Dallo studio della Tavola IV si osserverà che lampade ad incandescenza montate con riflettori che non nascondono completamente la sorgente luminosa sono state assegnate allo stesso grado di quello corrispondente allo stesso tipo di lampada nuda. E' pur vero che l'aggiunta di un riflettore aumenta alquanto le candele totali in direzione dell'occhio e perciò si potrebbe obiettare che una lampada da 100 watt con un riflettore piatto dovrebbe essere classificata nel grado IX mentre la lampada nuda è nel grado VIII. D'altra parte però l'effetto dello sfondo luminoso dato dal riflettore compensa l'aumento in candele dato da esso; perciò rimane l'assegnamento al grado VIII.

Grafico del campo di visibilità. — E' già stato accennato che la distanza tra la sorgente luminosa e l'occhio, l'angolo di essa colla linea di visibilità hanno molta importanza nel determinare sino a qual grado di brillantezza una sorgente luminosa può essere usata senza un senso di pena per l'occhio. Nella tavola V, la quale è un grafico del campo di visibilità, le possibili posizioni delle sorgenti luminose sono classificate in sette gruppi da A a G compreso, secondo la loro distanza dall'occhio e la loro prossimità alla linea di visibilità. Sorgenti luminose nelle posizioni indicate con A, B o C sono vicine all'occhio o alla linea di visibilità, per cui esse daranno facilmente luogo a un senso di noia e di pena per l'occhio; si dovrà

quindi essere molto guardinghi nella loro scelta. Nelle posizioni F e G, l'impiego di sorgenti luminose relativamente brillanti è molto meno pericoloso.

Gradi limiti per Installazioni specifiche. — La tavola VI indica i gradi più aspri di sorgenti luminose che dovrebbero essere permessi nel campo di visibilità per condizioni determinate relativamente alla posizione delle lampade, brillantezza dello sfondo e genere del lavoro da eseguirsi.

I gradi indicati nella tavola VI sono valori limiti ed in ogni caso si raccomanda l'uso di sorgenti luminose morbide, cioè dove è ammissibile il grado IV, l'impiego di un apparecchio luminoso di grado II o III darà miglior risultati sia per accuratezza di visibilità e conforto dell'occhio.

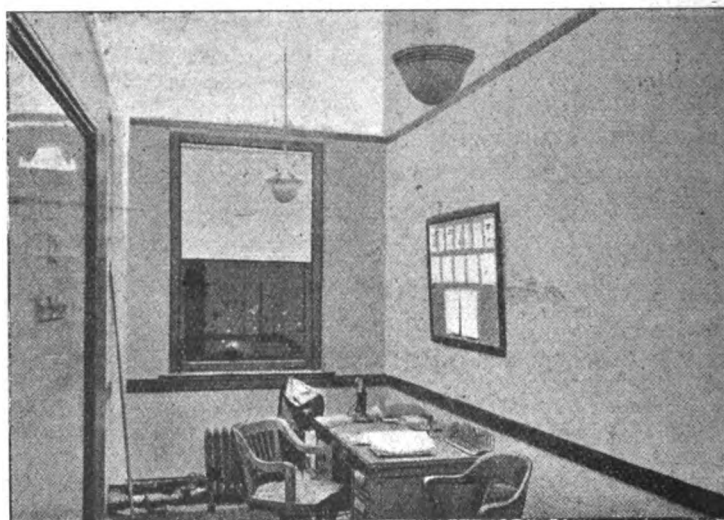


Fig. 9. — Illuminazione di un ufficio con apparecchi a luce indiretta. Illuminazione circa 60 lux.

Dalla tavola IV si vede che la maggior parte delle lampade ad incandescenza nude hanno dei gradi scadenti, cioè la maggior parte di esse cadono nei gradi dal VII al IX ed è evidente dall'esame della tavola VI che i gradi dal VII al IX non debbono mai essere permessi in locali da lavoro nelle posizioni A, B o C; cioè l'uso di lampade ad incandescenza nude è proibito negli spazi dove si lavora, ad eccezione di quando esse sono collocate ad un'altezza notevole sopra il pavimento, o quando esse sono installate in modo da essere fuori dal campo di visibilità diretta. Presentemente si troverà necessario di dover dilazionare l'applicazione severa di questa regola in pochi casi, specialmente dove si usano lampade attaccate a cordoni pendenti per lavori provvisori, come ad esempio nel montaggio di macchine, riparazione di automobili, ecc.

Si noterà dalla tavola IV che le sorgenti di luce naturale, finestre laterali o a soffitto cadono generalmente sotto il grado IV. Ciò significa (vedi tavola VI) che non vi sono regole prescrittive per l'uso di tende, tettoie, ecc. eccetto in quei casi

in cui il cielo è visibile attraverso porzioni di aperture nella posizione A cioè a meno di 2 metri sopra il pavimento, o quando il sole stesso viene a trovarsi nel campo di visione diretta.

Pertanto il grado II è il valor limite per sorgenti luminose a meno di 2 metri di altezza, in uffici ed altre posizioni dove chi lavora si trova seduto rivolto in una data direzione per un certo periodo di tempo. Quindi in tali casi per uniformarsi colla tavola, il lavoro deve essere disposto in modo che gli impiegati od operai non sieno obbligati a tener la faccia rivolta verso finestre dove il cielo è visibile attraverso la parte inferiore della finestra.

Nasce ora la questione: se l'abbagliamento è così dannoso non dovrebbero allora proibirsi le sorgenti che lo producono? La risposta sta nel fatto che per ottenere la massima morbidezza di luce è necessario alle volte sacrificare il rendimento ad aumentarne così le spese d'esercizio.



Fig. 10. — Sala da disegno con apparecchi semi-indiretti a vetro denso e lampade da 200 watt.

Come si debbono usare le tavole IV, V, VI. — Per determinare se una data installazione di luce rientra nei limiti specifici dell'abbagliamento si proceda come segue:

1) Si scelga quella che sembra apparire la sorgente luminosa di maggior abbagliamento nel campo di visibilità di uno qualunque degli impiegati quando è al lavoro. Si misuri l'altezza di tale sorgente sopra il pavimento e la sua distanza orizzontale da chi lavora.

2) Nei limiti dell'altezza e della distanza si trovi la classificazione di tale posizione nella tavola V in base al campo di visibilità, Classificazione A, B o C, ecc.

3) In base alla classificazione della posizione fissata come sopra (2) si determini nella propria colonna della tavola VI il grado più aspro di sorgente luminosa normalmente ammissibile in tale posizione.

4) Se l'ambiente circostante è molto chiaro o molto oscuro si applichi la correzione di un grado (in più o in meno) al valore trovato in (3).

5) Nella tavola IV si trovi la classificazione della sorgente luminosa in uso e la si paragoni con (4). Qualora la sorgente luminosa in questione non cada nelle classificazioni e tavole di cui sopra, il suo grado può essere determinato a mezzo di misure fotometriche.

Abbagliamento per riflessione. — Un'altra causa che può produrre abbagliamento è data dalla riflessione della luce da superfici brillanti nel campo di visibilità. E' talvolta alquanto difficile di proteggere l'occhio da questo tipo di abbagliamento. La brillantezza dell'immagine sulla superficie di lavoro è proporzionale alla brillantezza della sorgente sopra di essa: quindi un metodo per diminuire tale effetto, è di diffondere la luce diretta in basso; cioè si usi una lampada mezzo smerigliata o mezzo smaltata, o un apparecchio d'illuminazione completamente racchiudente la sorgente luminosa, o si adotti un sistema d'illuminazione semiindiretto o indiretto. In molti casi la sorgente luminosa può essere installata in modo che la sua riflessione sia allontanata dall'occhio piuttosto che diretta verso l'occhio di chi lavora. Evitando di porre nella linea di visibilità superfici brillanti o speculari si ridurrà l'abbagliamento riflesso.

Vi sono d'altra parte casi in cui ombre forti e riflessioni speculari prodotte dai materiali lavorati facilitano la visibilità.

Ad esempio, quando si cuciono materiali di color scuro il filo si distingue molto più facilmente se l'illuminazione proviene da una sorgente luminosa concentrata, come una lampada a filamento brillante, la quale dà ombre forti e pone in una specie di splendore ogni filo. In tali casi pertanto la sorgente luminosa deve essere bene protetta dagli occhi di chi lavora.

Osservazione sulla regola 3. — Illuminazione delle uscite e illuminazione di soccorso.

Il datore di lavoro dev'essere tenuto responsabile per una adatta illuminazione di tutti i corridoi, scale e uscite del suo stabilimento, il che vuol dire quelle parti del fabbricato, locali od altro che sono sotto il suo controllo fino alla entrata; esclusi corridoi, ballatoi e scale che danno accesso ad altri piani, od altri appartamenti sullo stesso piano ed adoperati in comune cogli inquilini del fabbricato. Quest'ultimo deve essere illuminato da quelle persone od ente controllante tutto il fabbricato, in conformità al Codice colle seguenti provvidenze ed interpretazioni:

« Per sorgenti luminose per uscite ed illuminazione di soccorso » s'intendono quegli illuminanti che sono necessari soltanto per mostrare chiaramente agli impiegati od occupanti gli opportuni posti di uscita, sì da rendere loro possibile il passaggio rapido e sicuro dalle uscite di soccorso. Tale illuminazione non si presume debba essere necessariamente sufficiente per lavorare.

I circuiti delle lampade elettriche per le uscite di soccorso devono essere installati in modo da essere indipendenti dalle lampade di lavoro con linea speciale dal quadro e devono essere separate e protette con valvole in modo che qualora mancasse la luce nell'interno per una causa qualsiasi, corridoi, scale ed uscite di soccorso possano sempre essere illuminati. Tali circuiti non devono avere fusibili più piccoli verso il quadro di quelli che vi sono alle loro derivazioni, e non devono portare nè motori nè prese di corrente per cordoni od altro. La presa principale può essere interpretata come il punto d'entrata dei fili d'alimentazione per il fabbricato, piano o locale considerato. Nel caso d'illuminazione a gas s'intende l'alimentatore a gas principale per il fabbricato od il tubo principale conducente a tutti i piani in questione. Dove ci sono vari locali di fabbrica raggruppati insieme nello stesso fabbricato, ognuno colla sua uscita od uscite, non si richiede che i circuiti elettrici di soccorso per un locale qualsiasi vadano ad attaccarsi al quadro o all'interruttore principale del fabbricato e neppure è richiesto che i tubi che portano la luce di soccorso si estendano al tubo maestro del contatore e neppure all'alimentatore per il fabbricato che viene dalla strada eccetto come è spiegato più innanzi.

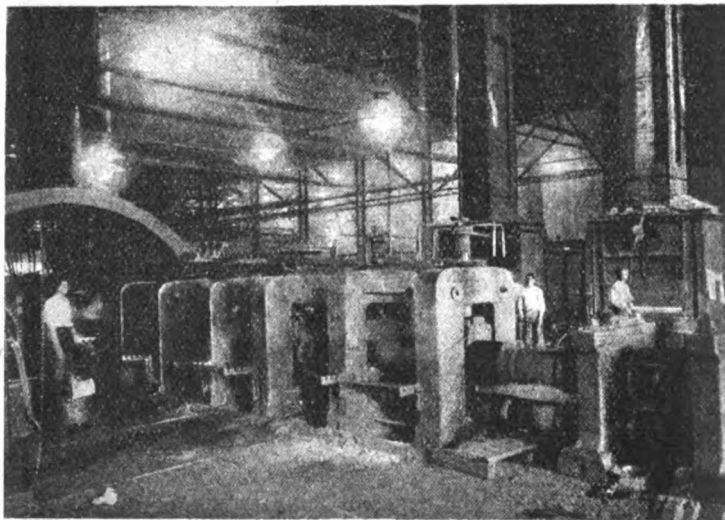


Fig. 11. — Illuminazione di laminatoi, effettuata con lampade ad arco chiuso e riflettori opachi.

In casi di condizioni pericolose speciali, dove nell'opinione di persone di autorità una interruzione di luce lasciasse gli impiegati senza sicuri mezzi di vedere i passaggi che conducono fuori: le uscite normali e di soccorso devono essere illuminate da una sorgente di energia elettrica completamente separata come per esempio da una batteria d'accumulatori o nel caso di illuminazione elettrica sarebbe bene averle illuminate con gas od altro illuminante sicuro. In condizioni normali però la frase « fornitura separata » coi sistemi elettrici vuol dire un circuito con una derivazione separata che dia l'illuminazione finchè i trasformatori, generatori od alimentatori

principali restano intatti; e col servizio a gas deve essere interpretata come una tubazione che vada indietro fino ad un alimentatore sufficientemente grande per assicurare la luce a meno che accada un guasto vicino o fuori del contatore principale.

Come è dimostrato nelle esigenze generali della Parte I^a di questo Codice, le lampade per le uscite per soccorso debbono essere illuminate sempre quando si ha bisogno di luce artificiale per il lavoro.

E' scopo evidente della Regola III^a di assicurare una diminuzione di disgrazie, e poichè questo scopo è di vantaggio tanto all'operaio o proprietario come allo Stato, l'interpretazione dettagliata di questo ordine di cose per i vari tipi di spazi e locali di lavoro deve essere raggiunta attraverso una mutua cooperazione del proprietario colle autorità dello Stato.

PARTE III^a

Vantaggi di una buona illuminazione

Mentre l'opportunità di adottare una buona illuminazione naturale ed artificiale è così evidente che una lista dei suoi effetti sembrerebbe cosa inutile; questi effetti sono di tale importanza nella loro relazione coll'amministrazione di una fabbrica da meritare una diligente attenzione. Gli effetti di una buona illuminazione naturale ed artificiale e di interni allegri e chiari, includono i seguenti:

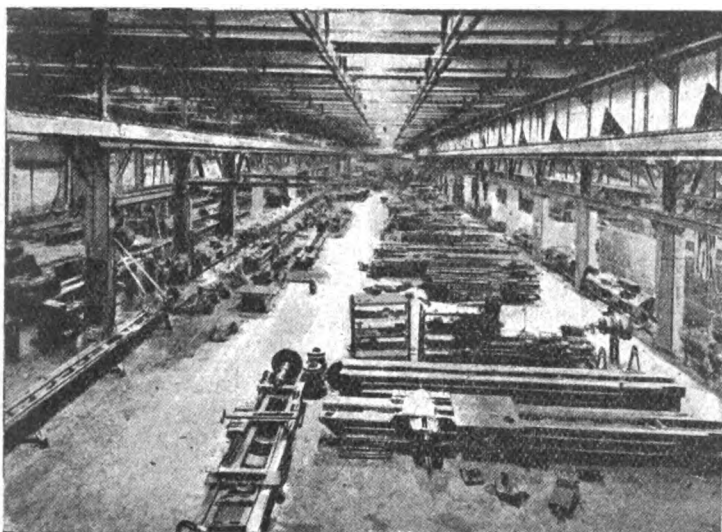


Fig. 12. — Officina di costruzione di macchine utensili, illuminata con lampade a vapore di mercurio distanziate a 6 metri e montate a metri 7,50 dal pavimento: circa 10 watt per m².

1. Diminuzione di sinistri.
2. Maggiore accuratezza nella lavorazione, risultante in una migliore qualità di merce.
3. Aumentata produzione per lo stesso costo di maestranza.
4. Meno sforzo per l'occhio.
5. Maggiore serenità nell'operaio.
6. Maggiore ordine ed accuratezza nell'impianto.
7. Sorveglianza resa più facile.

Se è difficile assegnare un valore pecuniario preciso alle economie realizzate con una aumentata produzione e migliorata qualità con una buona illuminazione, non vuol dire che questi risparmi sieno insignificanti o inconsistenti. Il proprietario di fabbrica che li ignora trascura i suoi interessi. Altri dettagli nella lista sopra indicata, ancora più difficili da valutarsi esattamente sono pur sempre veri, e presi insieme costituiscono una potente tesi in favore di una migliore e più efficace illuminazione nella fabbrica.

Il seguente apprezzamento basato su condizioni pratiche, dà un'idea dei costi relativi di una buona illuminazione con mezzi artificiali, e della mano d'opera in una fabbrica.

Poniamo che le lampade sieno così disposte che una lampada elettrica di 100 watt serva per un operaio, che in questo caso speciale la lampada venga accesa circa 2 ore al giorno trecento giorni all'anno e che la durata della lampada sia di 1000 ore e che l'operaio lavori 8 ore al giorno, trecento giorni all'anno.

IMMOBILIZZI:

| | |
|---|---------|
| Costo di una lampada (prezzi correnti) | L. 10,— |
| » di un riflettore smaltato tipo razionale per officine | » 45,— |
| Costo installazione per lampada | » 35,— |
| Impiego totale | L. 90,— |

COSTO ESERCIZIO:

| | |
|--|---------|
| Interesse sull'immobilizzazione L. 90 al 6 % | L. 5,40 |
| Deprezzamento riflettori e installazione al 12 % | » 9,50 |
| Rinnovo lampade $\frac{600}{1000} \times L. 10$ | » 6,— |
| Pulitura a L. 0,25 per pulitura, 2 volte al mese | » 0,50 |
| Energia elettrica a L. 0,40 il kWh | » 24,— |

| | |
|--|-----------|
| Costo totale annuo per la manutenzione di una buona illuminazione, per operaio, per anno | L. 45,40 |
| Costo della mano d'opera. Paghe annue per operaio per anno 8 ore al giorno a L. 2,50 all'ora, 8×300 per L. 2,50 | L. 6000,— |

Se un operaio per effetto della buona illuminazione risparmia — in maggior produzione, o migliore qualità di prodotto — l'equivalente di soli 4 minuti al giorno per 300 giorni, egli compenserà il costo annuo dell'illuminazione. Una buona illuminazione è relativamente parlando, non costosa, e la sua introduzione e manutenzione costituisce un buon impiego per il proprietario di una fabbrica.

Queste cifre approssimative — che illustrano il basso costo di una buona illuminazione in confronto al costo della mano d'opera — mostrano pure come possano essere grandi le perdite sopportate inconsciamente dal proprietario di fabbrica adoperando una illuminazione non buona. Un operaio che perde, mettiamo, 30 minuti al giorno, perde più di L. 375 all'anno, o press'a poco nove volte quello che costa il fornirgli una buona illuminazione.

Il proprietario di una fabbrica, quando viene interpellato da un venditore di lampade elettriche, deve pesare bene tutti gli argomenti in favore di un cambiamento nel suo sistema d'illuminazione: che non sia basato solamente su un risultante risparmio di consumo d'energia. L'esempio dato più sopra dimostra quanto sia grande il guadagno di una maggiore produzione ottenuta per mezzo di cambiamenti razionali nel sistema d'illuminazione. Se il proposto nuovo sistema d'illuminazione sacrifica qualcosa nella qualità dell'illuminazione, o semplicemente sostituisce un non buon sistema a un'altro, non lo si deve accettare. Il proprietario di una fabbrica deve insistere che se la sua installazione di luce viene cambiata, il nuovo sistema deve soddisfare ai bisogni di una buona illuminazione, anche se questa involve il consumo di maggior energia. Prima di tutto bisogna avere un buon sistema d'illuminazione, e dopo fare tutto il risparmio nel consumo d'energia elettrica che è possibile, compatibilmente coi bisogni dell'illuminazione. Tutto ciò sarà di grande utilità al proprietario di una fabbrica.

Costo dell'assicurazione contro gli infortuni

Il compenso per i premi d'assicurazione di un dato impianto è basato sulla cifra dei salari, e il tasso è determinato dall'esperienza di sinistri verificati in una data industria, modificato dall'esperienza dello speciale impianto che si considera. Al tasso di 1 %, il premio annuo nel caso di 1000 operai e capi ad un salario approssimativo di L. 50 per settimana sarebbe L. 78.000.

Un'assicurazione può pagare i danni risultanti da due sinistri per mese (in media) su questo impianto, sostenere le sue spese ed avere un margine di profitto. In pratica 3 sinistri per mese, un terzo di questi, dovuto a insufficiente illuminazione, (una cosa abbastanza possibile) non darebbe all'assicuratore altro scampo che d'aumentare il tasso, al minimo mettiamo, del 35 %. Il premio sarebbe allora di L. 105.000, un aumento di L. 27.000. Se l'illuminazione costa soltanto L. 25 per operaio o L. 25.000 in totale per un anno, le spese annue del Proprietario per una insufficiente illuminazione ammontano a lire 52.000, di cui L. 27.000 abbisognano per Compagnia d'assicurazione per pagare i reclami di sinistri. Una spesa di lire 45 per anno, per impiegato, per lampade ed energia elettrica, può risparmiare una buona parte, se non tutta, di quest'ultima cifra.

* *

Problemi di illuminazione

Allo scopo di rendere completi e ben comprensibili le norme americane pubblicate nello scorso numero in appendice alla comunicazione dell'Ing. Clerici, l'Ing. Clerici stesso ci invia con preghiera di pubblicazione, la seguente tabella che è di quelle che nei capitoli sono indicate sotto il nome di «Tabelle del fabbricante» in cui sono specificate le caratteristiche delle lampade americane, quali vengono indicate nei listini e nei cataloghi.

Lampade al vuoto.

| Watt | Lumen iniziali | Lumen medi in percento del lumen iniziali | Lumen per watt iniziali | Lumen per watt medi in percento degli iniziali | Durata | Coefficiente di riduzione sferica |
|------|----------------|---|-------------------------|--|--------|-----------------------------------|
| 10 | 82 | 92 | 8.2 | 96 | 1,000 | 0,77 |
| 15 | 130 | 92 | 8.7 | 95 | 1,000 | 0,78 |
| 25 | 240 | 87 | 9.6 | 91 | 1,000 | 0,78 |
| 40 | 404 | 85 | 10.1 | 89 | 1,000 | 0,78 |
| 50 | 510 | 82 | 10.2 | 87 | 1,000 | 0,78 |
| 60 | 618 | 81 | 10.3 | 85 | 1,000 | 0,79 |

Lampade in atmosfera gasosa.

| | | | | | |
|-------|--------|----|------|----|-------|
| 75 | 885 | 91 | 11.8 | 91 | 1,000 |
| 100 | 1,310 | 91 | 13.1 | 91 | 1,000 |
| 150 | 2,145 | 90 | 14.3 | 90 | 1,000 |
| 200 | 3,060 | 90 | 15.3 | 91 | 1,000 |
| 300 | 4,950 | 90 | 16.5 | 91 | 1,000 |
| 500 | 9,050 | 90 | 18.1 | 90 | 1,000 |
| 750 | 14,345 | 85 | 19.1 | 85 | 1,000 |
| 1,000 | 19,700 | 85 | 19.7 | 85 | 1,000 |

SULL'INFLUENZA DELL'ILLUMINAZIONE NELLA PRODUTTIVITÀ DELLE OFFICINE

G. CIAMPI



Comunicazione per la XXIX Riunione Annuale dell'A. E. I.
Spezia - Settembre 1924

Che una buona illuminazione dei locali industriali contribuisca all'efficienza dell'operaio e conseguentemente al rendimento della fabbrica, è cosa abbastanza evidente. Crediamo tuttavia che nel nostro paese non si sia dato ancora all'argomento l'importanza e la considerazione che merita, nè sia stato fatto alcun tentativo di illustrarlo con dati ricavati dall'esperienza. Ci proponiamo perciò di dare un breve cenno delle ricerche sperimentali, eseguite in buon numero in questi ultimi anni agli Stati Uniti di America, allo scopo di determinare in quale rapporto ed entro quali limiti variano illuminazione e produzione in uno stabilimento industriale.

È noto come l'occhio umano sia ammirabilmente adattabile ai vari gradi d'intensità d'illuminazione. Dai 10.000 Lux di una giornata estiva di sole al circa 1/4 di Lux di una notte lunare, esso conserva la sua facoltà di vedere. Ciò non significa che questa funzione sia ugualmente perfetta nelle varie condizioni di luce, specialmente quando essa sia posta in relazione ad un lavoro da compiere in un determinato spazio di tempo. E quando in un locale industriale si passa dalla illuminazione diurna, da ritenersi variabile tra i 200 e i 900 Lux, a quella artificiale, che mediamente non supera i pochi Lux ed è quasi sempre accompagnata da insufficiente distribuzione e da fenomeni di abbagliamento prodotti da lampade nude in vista, è evidente, e non c'è capo-officina che non l'abbia riscontrato, che la velocità e l'esattezza dell'operaio subiscono una diminuzione, gli accidenti e gli infortuni sul lavoro sono assai più frequenti, ed il rendimento complessivo della fabbrica viene ad essere notevolmente peggiorato.

Se pertanto noi cercheremo di migliorare l'illuminazione artificiale in modo da mettere l'occhio del lavoratore nelle condizioni di luce più adatte al suo buon funzionamento, certamente influiremo in favore dei risultati del suo lavoro.

Ciò del resto è abbastanza dimostrato dagli studi eseguiti, e forse già noti al lettore, per porre in rapporto le facoltà

caratteristiche dell'occhio con il livello d'illuminazione dell'ambiente. Di ciò abbiamo visto un accenno nella comunicazione: «Sui problemi d'illuminazione secondo la tecnica moderna», presentata dall'ing. Clerici alla riunione dello scorso anno a Venezia, e pubblicata nel numero del 25 Settembre 1923 dell'«Elettrotecnica». Vi richiamiamo pertanto il lettore, limitandoci a ricordare che l'acuità e la rapidità della visione, la rapidità di accomodamento alle distanze, la continuità della visione (o visione sostenuta), sono tutte fortemente crescenti con il livello dell'illuminazione. Il vantaggio è generalmente più marcato per l'occhio difettoso che per l'occhio normale.

Quando si pensi che durante l'esecuzione di un lavoro l'occhio deve poter osservare distintamente sia corpi immobili che corpi in movimento e che, a seconda dell'esattezza e della velocità delle percezioni che esso riceve, saranno trasmessi agli arti i comandi per l'esecuzione di determinati movimenti in determinati istanti, risulta evidente che col crescere dell'illuminazione crescerà per tutta la macchina umana la possibilità di eseguire un certo lavoro perfettamente e nel minimo spazio di tempo.

A questo punto verrà fatto di porsi la domanda: quale sarà il limite dell'illuminazione a cui converrà arrivare per ottenere i migliori risultati? Per quanto riguarda le facoltà visive, si può dire che non vi è praticamente un limite, purchè l'impianto sia tecnicamente ben disegnato, in modo da dare sufficiente uniformità, evitare effetti di abbagliamento e di riflessione speculare. In casi speciali si è arrivati fino a 900 Lux di illuminazione artificiale, constatando la massima efficienza delle facoltà visive. Questo limite sarà dato invece da fattori economici, cioè corrisponderà a quel punto al di là del quale la spesa per l'aumentata illuminazione verrebbe a sorpassare il guadagno dovuto all'aumentato rendimento. Possiamo subito anticipare, dai dati che esamineremo più oltre, che siamo al giorno d'oggi, anche in America dove le alte intensità sono assai più frequentemente usate, ben lontani da questo punto, che vorrei chiamare di saturazione economica della luce.

In pratica l'influenza dell'illuminazione in un'industria risulterà più o meno grande a seconda del genere e dei sistemi di lavorazione che vi si seguono; una parte del lavoro sarà direttamente dipendente, in varia misura, dal buon funzionamento dell'occhio e perciò dalla qualità e livello dell'illuminazione, mentre un'altra parte ne potrà essere anche totalmente indipendente. Ad esempio, è ovvio che il rendimento di una macchina automatica non sarà influenzato dalle condizioni della luce. In linea generale si potrà dire che, assunto che ad un aumento di illuminazione corrisponda una maggior produttività, l'andamento della funzione dipenderà da come il lavoro è ripartito, in automatico, semiautomatico e puramente manuale.

Non è evidentemente una facile impresa il ricavare sperimentalmente qualche dato significativo sulla questione, a causa del gran numero di variabili che il problema comporta e di cui occorrerebbe tener conto. Bisognerebbe tener costanti una quantità di elementi che le necessità pratiche dell'azienda fanno invece variare, come ad esempio l'abilità individuale e le condizioni fisiche del personale, il tipo di lavorazione eseguita, ecc.

Il procedimento che è stato seguito in America nelle varie esperienze fatte consiste in generale nel controllare la produzione alle condizioni esistenti di luce per un determinato periodo di tempo; quindi procedere, se necessario, alla correzione dei difetti dell'impianto per quel che riguarda distribuzione, abbagliamento, ecc., e contemporaneamente aumentare l'intensità, verificando per un altro spazio di tempo l'andamento della produzione, con l'avvertenza di mantenere tutte le altre condizioni invariate, o di applicare fattori correttivi se variazioni avvengono. Qualche volta si è eseguito due o più aumenti sul primitivo valore dell'illuminazione, intercalandoli con ritorni alle intensità più basse, a titolo di controllo. Incidentalmente noteremo un fatto significativo, cioè che questo ritorno alle basse intensità è stato in molti casi impossibile ad eseguirsi poichè l'industriale, resosi conto del vantaggio della maggior luce, si oppose energicamente a rinunciarvi, anche per un periodo transitorio.

I risultati ottenuti nella totalità dei casi indicano un aumento della produzione per ogni aumento della luce. E per quanto, come abbiamo già osservato, questi risultati possano essere affetti da errori, pure la loro concordanza ci dovrà confermare che il principio è verificato.

Riporteremo schematicamente i risultati di varie prove eseguite in America tra il 1916 ed il 1922 e ci soffermeremo più a lungo ad esaminare un recentissimo esperimento, effettuato con speciali criteri di accuratezza e razionalità, di cui fu riferito e discusso all'ultimo congresso della « *Illuminating Engineering Society* » di America (Lake George - Settembre 1923), a cui lo scrivente ebbe l'opportunità di assistere.

In un locale di rifinitura di puleggie in ferro, alla vecchia illuminazione consistente in lampade nude che fornivano circa 2 Lux, fu sostituito un sistema di lampade in diffusori di disegno razionale che eliminarono ogni abbagliamento e portarono l'intensità media a circa 48 Lux. L'aumento di produzione fu verificato essere il 20%; l'aumento di spesa corrispondente al nuovo impianto risultò il 5 % del costo del salario complessivo; in altre parole, supposto che fossero impiegati 100 operai in tale lavoro, spendendo in più una somma corrispondente alla paga di 5 operai si ottenne un aumento di produzione corrispondente al lavoro di 20 operai in più, cioè un guadagno netto uguale alla produzione di 15 operai; operai che non costano niente, non occupano spazio, non richiedono macchine nè altre spese generali. Queste cifre crediamo non abbiano bisogno di altri commenti.

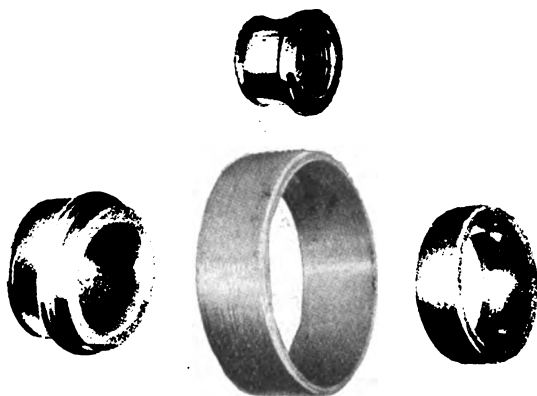


Fig. 1.

In un locale adibito al montaggio di carburatori, rinnovato l'impianto in modo da passare da 21 a 125 Lux, si ebbe un aumento di produzione del 12 %, con un aumento di spesa uguale a 0,9 del salario complessivo.

In una sala di lavorazione per bronzine di metallo dolce, portata l'intensità da 46 a 127 Lux la produzione aumentò del 15 per cento.

In un ufficio di tessitura ad un aumento da 15 a 90 Lux corrispose l'aumento del 17 % dei materiali prodotti.

In una sala di lavorazione a freddo di pezzi metallici si passò da 40 a 135 Lux di illuminazione media; vi corrispose un aumento di produzione del 12,2 % con un aumento di spesa uguale al 2,5 % del salario.

L'ultima esperienza di cui vogliamo occuparci più diffusamente fu eseguita in una fabbrica di supporti a rulli, e precisamente nello stabilimento della « *Timken Roller Bearing Company* », situato nella città di Columbus, Ohio.

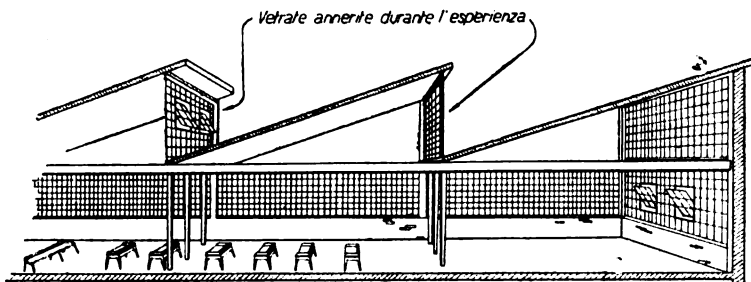


Fig. 2.

Il locale preso in esame era adibito all'ispezione di diversi pezzi metallici, come arrivavano dalla lavorazione eseguita da macchine automatiche. Questi pezzi consistevano in anelli cilindrici e conici e cappelli a vite, riprodotti nella figura 1.

Il lavoro di ispezione veniva effettuato in 3 stadi: un primo gruppo di ispettori controllava per mezzo di calibri i diametri e le profondità; il secondo le rotture ed i difetti del metallo; il terzo le imperfezioni nelle filettature a vite e gli altri

difetti di lavorazione. Alcune parti di questo lavoro, come l'ispezione della filettatura e dei difetti del metallo, richiedevano un accurato esame visuale mentre invece parte del controllo delle dimensioni, eseguito per mezzo di calibri indicatori ed a limite comportava poca azione dell'occhio.

Il personale, all'inizio dell'esperimento, consisteva di un capo-sala, uno scritturale e 38 ispettori. Il numero degli ispettori subì variazioni ogni settimana, e la media durante il periodo dell'esperimento fu di 44.

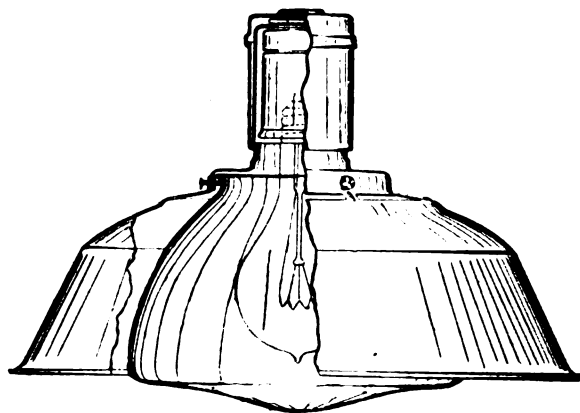


Fig. 3.

L'area occupata dal reparto era approssimativamente di 9 x 18 metri; il sistema di illuminazione all'inizio dell'esperimento consisteva in 6 lampade, delle quali 4 da 200 Watt e 2 da 250 Watt, provviste di ordinari riflettori smaltati; l'illuminazione media era circa 20 Lux. La distribuzione della luce, a causa del troppo grande e irregolare intervallo tra le lampade, era ineguale e produceva ombre dense.

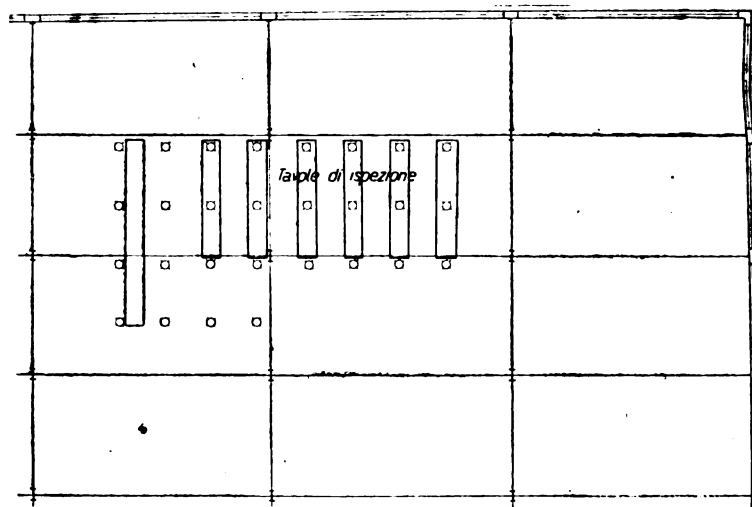


Fig. 4.

Il locale faceva parte di un edificio a denti di sega, e riceveva la luce del giorno in piccola parte da finestre laterali e in maggior quantità di vetrare poste sul tetto. (Fig. 2). Durante le prime due settimane dell'esperimento, in cui si controllò la produzione con l'impianto di illuminazione esistente, nelle ore del giorno si fece uso della luce artificiale in aggiunta a quella diurna, raggiungendo un'intensità media di circa 50 Lux. Il nuovo impianto fu eseguito con 28 armature consistenti in riflettore metallico smaltato con globo diffusore di vetro interno. (Questo tipo, disegnato e costruito dalla General Electric Co., è considerato l'ultima parola in fatto di illuminazione industriale per le ottime qualità di rendimento, diffusione e manutenzione che esso presenta - illustrato nella figura 3). Le armature furono collocate a circa metri 3,65 di altezza dal pavimento, e nella disposizione riportata nella figura 4.

Vennero installate nelle armature a differenti periodi 3 differenti tipi di lampade, in modo da avere tre differenti livelli di illuminazione, cioè 60, 130, 200 Lux. Allo scopo di ottenere la massima uniformità col nuovo sistema, le vetrare del tetto vennero annerite per evitare l'interferenza della luce diurna. L'esperienza procedette per settimane; per ognuna delle intensità in esame la prova cominciò in mercoledì e finì

in giovedì; le diverse intensità furono applicate alternativamente e ripetutamente. In una durata complessiva di 10 settimane fu sperimentata per due settimane l'intensità di 50 Lux con il vecchio sistema, per altre due settimane quella di 60 Lux col nuovo sistema e per 3 settimane ciascuna rispettivamente le intensità di 130 e 200 Lux.

L'ordine successivo degli esperimenti viene riportato nella seguente tabella:

| | Vecchio sistema 50 Lux | Nuovo sistema 60 Lux | Nuovo sistema 130 Lux | Nuovo sistema 200 Lux |
|-------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 15-21 Febbraio | x | | | |
| 22-28 " " | x | | | |
| 1-7 Marzo | | | | x |
| 8-14 " " | | | x | |
| 15-21 " " | | x | | |
| 22-28 " " | | | x | |
| 29 Marzo-4 Aprile | | | | x |
| 5-11 Aprile | | x | | |
| 12-18 " " | | | | x |
| 19-25 " " | | | x | |

Durante l'esperienza furono tenuti resoconti della produzione e delle ore effettive di lavoro con la maggiore esattezza possibile. Qualche volta poteva accadere che un ispettore lasciasse il lavoro per un'altra incombenza occasionale; in tal caso il tempo corrispondente veniva accuratamente detratto dal conteggio; analogamente nel caso che un ispettore già esperto venisse adibito ad istruire un nuovo assunto, il suo tempo non era conteggiato come lavorativo.

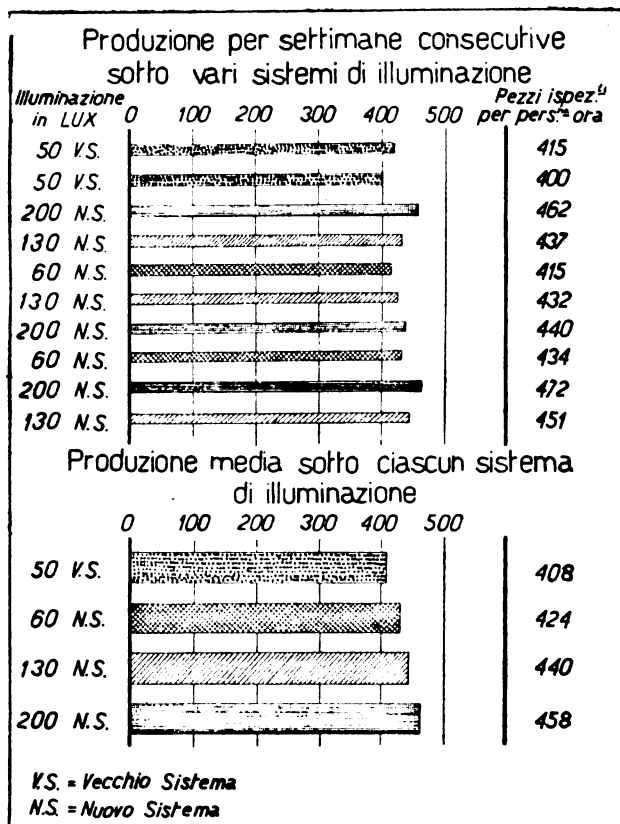


Fig. 5.

Tutto il personale era pagato ad ore. Si ebbe cura di non far sapere al personale stesso che veniva eseguito un esperimento di controllo della produzione; i vari cambiamenti di lampade nel nuovo impianto vennero fatti a sua insaputa. Naturalmente esso si accorse delle variazioni di intensità, ma non seppe esattamente come spiegarle; ci furono bensì dei lamenti quando, nel corso dell'esperienza, si passava da una intensità ad un'altra più bassa.

È stata talvolta posta la questione se e in qual modo le condizioni atmosferiche influiscano sul rendimento del lavoratore. Allo scopo di raccogliere elementi su questo punto, furono eseguite quattro volte al giorno letture di termometro a bulbo secco ed umido sul luogo dell'esperienza, e in base ad esse fu calcolata l'umidità relativa; fu pure tenuto nota dei dati meteorologici quotidiani, registranti il percento di sereno, la tem-

peratura esterna e la quantità di pioggia. Ma essendo l'esperienza eseguita nel periodo in cui funzionava l'impianto di riscaldamento, tanto la temperatura interna che l'umidità risultarono assai costanti, e perciò non fu possibile studiarne l'influenza. Ci fu invece una notevole variazione nella percentuale di sereno, ma questa, a parità delle altre condizioni, non apparve avere alcun effetto sulla produzione.

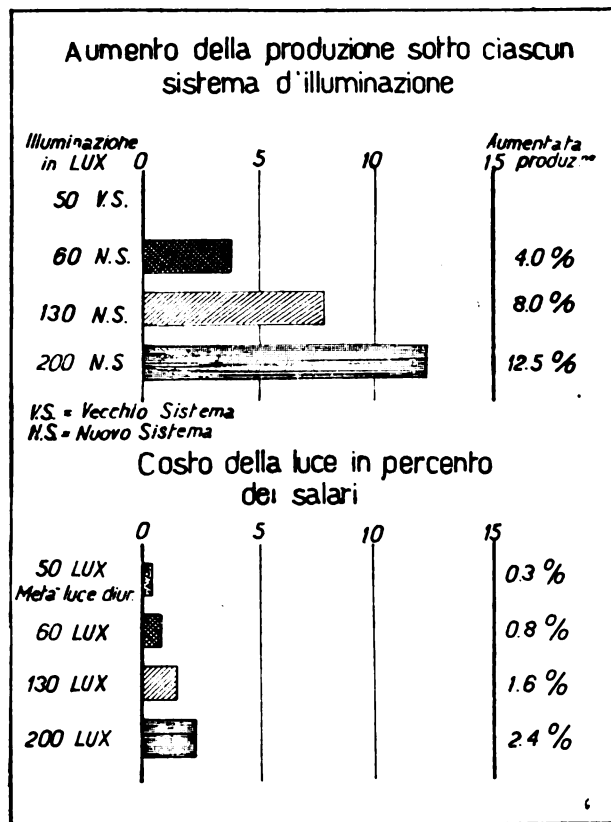


Fig. 6.

Il numero dei pezzi ispezionati durante l'intero periodo della prova, cioè dieci settimane, fu di 7.313.323. La tabella seguente mostra, diviso per settimane e con l'indicazione dell'illuminazione corrispondente, il numero totale dei pezzi ispezionati ed il numero totale delle ore di lavoro effettive, nonché la media dei pezzi ispezionati per persona-ora. Le illuminazioni segnate nella tabella, che di poco si discostano da quelle già indicate, sono il risultato medio di letture eseguite con fotometri portatili.

| Lux | Pezzi ispezionati | Ore d'ispezione | Pezzi per persona-ora |
|--------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|
| 50 Vecchio sistema | 684,164 | 1,644 | 415 |
| 50 " " | 581,709 | 1,449 | 400 |
| 200 Nuovo " " | 681,621 | 1,476 | 462 |
| 128 " " | 708,559 | 1,620 | 437 |
| 57 " " | 739,627 | 1,778 | 415 |
| 119 " " | 735,316 | 1,698 | 432 |
| 202 " " | 763,762 | 1,737 | 440 |
| 62 " " | 809,631 | 1,866 | 434 |
| 202 " " | 842,138 | 1,783 | 472 |
| 135 " " | 766,796 | 1,700 | 451 |

Nella tabella seguente è raffrontata la produzione media dei vari periodi corrispondenti ai diversi livelli d'illuminazione.

| Lux | Media dei pezzi ispezionati per persona e per ora | Aumento di produzione |
|----------------------|---|-----------------------|
| 200 | 458 | 12,5 % |
| 130 | 440 | 8 " |
| 60 | 424 | 4 " |
| 50 (Vecchio sistema) | 407 | 0 " |

Gli stessi risultati sono esposti graficamente nelle fig. 5 e 6.

Secondo ogni apparenza le cifre risultanti dall'esperienza danno una prova conclusiva che per il genere di lavoro eseguito nei locali presi in esame, la produzione è effettivamente influenzata dalle caratteristiche dell'illuminazione. Si noti che nel passaggio dal vecchio sistema, che forniva circa

50 Lux di intensità, ma presentava difettosa diffusione ed effetti abbaglianti, ad un sistema razionalmente disegnato e producente un'illuminazione di poco superiore, (60 Lux) si è riscontrato un aumento della produzione del 4 %. Portando la intensità da 60 a 130 Lux si è ottenuto un ulteriore aumento del 4 %; ed un altro 4,5 % quando si è arrivati ai 200 Lux. In totale nel passaggio dal vecchio sistema a 50 Lux al nuovo a 200 Lux, si è avuto un aumento del 12,5 % nella produzione.

Il calcolo dei fattori economici ha mostrato che il costo complessivo del nuovo impianto, per 200 Lux di illuminazione, era di dollari 0,32 per ora, in confronto di dollari 0,04 del vecchio sistema. Il personale aveva un salario medio di dollari 0,30 all'ora ciò che dà in totale per 44 persone dollari 13,20 all'ora. Ne risulta che il nuovo sistema aveva aumentato la produzione del 12,5 % ad un prezzo inferiore al 2,5 % del costo della mano d'opera.

È forse superfluo aggiungere che la nuova installazione, all'intensità di 200 Lux, fu mantenuta stabilmente dalla « Timken Roller Bearing Co » dopo l'esperimento.

□ CLASSIFICHIAMO LE LAMPADE IN “LUMEN”, E NON IN “CANDELE,” □

GUIDO ZEVI



Comunicazione alla XXIX Riunione Annuale dell' A. E. I.
Spezia - Settembre 1924

Ho avuto, recentemente, occasione di esaminare un po' minutamente delle lampade elettriche ad incandescenza del tipo ordinariamente in uso, e di soffermarmi in modo speciale sulle iscrizioni, in generale numeri, che si trovano scritte in nero sugli zoccoli di ottone delle lampadine stesse.

Una delle lampadine esaminate, di una fabbrica ben nota, portava questi numeri: 100-125.

Non essendovi altra indicazione di sorta, si suppose, come d'ordinario, che uno indicasse la tensione, l'altro una intensità luminosa; ma tanto l'uno che l'altro, nel caso speciale, potevano indifferentemente rappresentare la tensione o l'intensità luminosa.

Sottoposta la lampadina in esame alla tensione di 125 V e misurata la intensità luminosa nella direzione che risultava massima si trovarono 41 candele con un consumo totale di 97 watt cioè, un consumo specifico di 2.35 watt per candela (intensità luminosa massima, I_{max}).

E' superfluo aggiungere che se si fosse applicata una tensione 100 alla lampada, le cose sarebbero andate anche peggio.

Una seconda lampadina, presa a caso, come la prima, fra un grande numero a disposizione, portava sullo zoccolo i due numeri: 50-125.

Questa volta era eliminato il dubbio apparso nella prima lampada. Applicati i 125 volt risultò $I_{max} = 43$ candele ed il consumo totale di 71 watt, corrispondente ad un consumo specifico pari ad 1,65 watt per candela (intensità luminosa massima).

Potrei ancora esemplificare con dati simili, che sono stati anche regolarmente controllati, giacchè i risultati sopra ottenuti e che ho riportati non hanno un carattere particolare, ma generale. Alcune lampadine sullo zoccolo hanno la sola indicazione della tensione e del consumo, omettendo ogni indicazione circa l'intensità luminosa.

Il quesito che in conseguenza di questo esame scaturisce spontaneamente è questo:

Che cosa indicano i numeri posti sullo zoccolo delle lampadine? In quale ordine sono messi? Definiscono essi sufficientemente una lampada?

Io credo di potere asserire che il più completo arbitrio regni tutt'oggi in questo campo, tanto che chi acquista una lampadina che il venditore afferma essere di 10, 30, 50 candele, in realtà, non sa che cosa acquista di positivo. Infatti, ciò che indica il numero riferentesi al numero di candele, che è ormai l'unità che il pubblico ritiene effettivamente di ben comprendere, per lo meno perchè il nome ha analogia con quelle di cera o di stearina, nella migliore delle ipotesi, corrisponde alla intensità luminosa massima, cioè alla intensità che

la lampada ha in una determinata direzione e solo in quella direzione. La definizione della intensità luminosa in una determinata direzione, anche secondo il Vocabolario della Illuminazione, ora pubblicato dal Comitato Nazionale Italiano della Illuminazione e del Riscaldamento, è il rapporto fra il flusso luminoso emesso dalla sorgente, *supposta puntiforme*, entro un angolo solido infinitesimo avente la direzione considerata come asse, e la misura dell'angolo solido

$$I = \frac{d\Phi}{d\Omega}$$

Nessuna lampada ordinaria può davvero considerarsi puntiforme, e pertanto ogni qualvolta si parla di intensità luminosa di una lampada, non si può fare a meno di aggiungere, *in via approssimata*, sempre bene inteso nella direzione considerata, giacchè giova ripetere, chè l'approssimazione cui qui si accenna, non dipende da imprecisione di misura o di metodo, ma solo dal fatto che le sorgenti di luce ordinarie *non sono puntiformi*. Variando la direzione, varia, in generale, la intensità luminosa e si comprende quindi facilmente come la conoscenza delle intensità è massima, è assai relativa, perchè se la disposizione del filamento della lampadina è tale che effettivamente la intensità luminosa risulti forte in una determinata direzione e debole in tutte le altre, se non si utilizza la lampada limitatamente all'angolo infinitesimo, o prossimo ad esso che ha per asse quella direzione in cui l'intensità è massima, il che può anche essere, ma non è il caso comune, si ottiene, nel complesso, una lampada d'intensità luminosa debole, malgrado che la indicazione sia di una lampada molto intensa.

Per ovviare a questo inconveniente, si è allora, introdotta la intensità media (sferica od emisferica), definita come la intensità che dovrebbe avere una sorgente luminosa la quale irradiasse luce *uniformemente* in tutte le direzioni, (il cui solido fotometrico, in altre parole, fosse una sfera od una emisfera) per emettere in complesso lo stesso flusso luminoso della sorgente considerata.

$$\Phi = \int_0^{4\pi} I d\Omega = 4\pi I_m$$

Appare subito evidente come la considerazione della intensità media sferica, corrisponda effettivamente ad una assoluta identificazione di una lampada, giacchè essa rappresenta non più la intensità luminosa in una determinata direzione, che può, in generale, non avere alcun interesse, ma quella effettiva in tutte le direzioni.

Se quindi il numero indicante la intensità luminosa di una lampada, scritto sul proprio zoccolo, fosse quello delle candele medie sferiche, il problema attuale potrebbe dirsi quasi risolto.

Dalla relazione sopra riportata $\Phi = 4\pi I_m$ risulta che fra intensità media sferica e flusso luminoso v'è il rapporto costante $\frac{1}{4\pi}$ e quindi definire una lampada secondo il numero delle candele medie sferiche o secondo il flusso, misurato in lumen internazionali, si riduce, in sostanza, a scrivere sullo zoccolo un numero uguale a quello delle candele medie sferiche moltiplicato 4π , cioè per 12,57 circa.

Nelle comuni lampade a filamento metallico, col filo disposto a zig-zag il rapporto fra l'intensità massima I_{max} e quella media sferica, da taluni chiamato *coefficiente di ripartizione K* si aggira in media intorno ad 1,25, cioè: $I_{max} = 1,25 I_m$; ne consegue che

$$\Phi = 4\pi I_m = \frac{12,57 I_{max}}{1,25} = 10 I_{max}$$

In conclusione, se classifichiamo le lampade secondo il flusso luminoso, cioè in lumen internazionale, dovremo scrivere sullo zoccolo, se sono verificate quelle condizioni, un numero 10 volte più grande di quello cui oggi siamo abituati, ed invece di parlare di una lampada da 10, 25, 50 candele diremo una lampada da 100, 250, 500 lumen, con il vantaggio però sopra chiarito, che mentre oggi le candele si prestano ad ogni sorta di arbitri, perchè non si definisce di quali candele si tratta, il flusso luminoso è una proprietà fissa della lampada che la caratterizza in maniera definita.

Infatti, che cosa è il flusso luminoso di una lampada? E' la quantità di luce che la lampada emette nella unità di tempo. Nessuna condizione, nessuna ipotesi, si ha quindi, qui, sull'essere la sorgente luminosa puntiforme o no, nè sulla dire-

zione su cui si fa la misura, giacchè qui trattasi dell'integrale delle intensità luminose nelle varie direzioni.

La quantità di luce emessa nell'unità tempo (Φ) è una grandezza fotometrica, la quale è intimamente collegata alla quantità di energia (raggiante) emessa dalla sorgente luminosa, in corrispondenza dello spettro luminoso; essa è data dal prodotto dell'energia raggiante U (di dimensioni ordinarie $L^2 M T^{-2}$) moltiplicato per V (coefficiente di visibilità) grandezza fotometrica, la quale appunto definisce i valori della energia raggiante, sotto il riguardo speciale (fotometrico) che ci interessa. Il coefficiente V trasforma le grandezze energetiche in grandezze fotometriche, nella stessa guisa che nelle grandezze elettromagnetiche oltre alle tre grandezze fondamentali $L M T$ bisogna assumere come fondamentale una quarta grandezza assoluta (di natura elettromagnetica) che potrebbe essere la costante dielettrica o la permeabilità magnetica. (1)

La quantità di luce ha pertanto le seguenti dimensioni ($L^2 M T^{-2} V$) ed il flusso luminoso Φ , che altro non è che la quantità di luce emessa nell'unità di tempo, ha le dimensioni di una potenza (fotometrica) cioè ($L^2 M T^{-3} V$).

Riassunti, così, rapidamente i concetti fondamentali di flusso luminoso, intensità luminosa massima, sferica, ecc. che solo di recente, specie per gli studi e le interessanti pubblicazioni del Prof. Bordoni, sono stati organicamente sistemati, aggiungerò, ciò che del resto è ben noto, a tutti coloro che si occupano di illuminazione, che negli Stati Uniti d'America, da parecchi anni, le lampade si definiscono anche in lumen. E la stessa decisione è stata anche presa sia dall'American Engineering Society quanto dalla Illuminating Engineering Society di Londra. Ciò non ostante, questa nuova unità stenta ad estendersi, a concepirsi, mentre in realtà, per poco che ci si soffermi sopra, essa risulta la più ovvia.

Si può fare un parallelo fra il flusso elettromagnetico di un magnete lungo, rettilineo, di potenza determinata e il flusso di una sorgente luminosa. E' noto che nei pressi del polo del magnete (2), l'intensità del campo magnetico varia in ragione inversa del quadrato della distanza, variando la direzione della forza magnetica da un punto all'altro; in maniera analoga la illuminazione prodotta da una sorgente luminosa d'intensità determinata varia in ragione inversa del quadrato della distanza dalla sorgente e la direzione dei raggi luminosi varia da un punto all'altro della superficie illuminata.

Nella maggior parte delle applicazioni pratiche dei magneti, però, non è l'intensità del campo o la direzione della forza che interessa; la grandezza che abitualmente necessita di conoscere ai costruttori di macchine elettriche è il *flusso magnetico totale* inviato dal polo in tutte le direzioni, flusso che è uguale alla intensità del polo moltiplicata per 4π .

Per una sorgente luminosa, analogamente, non importa conoscere, se non in qualche caso speciale, la sua intensità in candele in una determinata direzione; ciò che occorre invece sapere per risolvere problemi di illuminazione è la quantità totale di luce ch'essa produce, ottenuta, similmente al flusso magnetico, moltiplicando per 4π il valore medio della intensità secondo l'insieme delle direzioni (intensità media sferica). Il risultato nel primo caso è il numero di linee di forza emanato dal polo, nel secondo i lumen prodotti dalla lampada.

Ai ragionamenti che ho sopra fatti per dimostrare la opportunità di classificare le lampade secondo il flusso luminoso cioè in lumen internazionali, si potrebbe obiettare che le cose potrebbero andare ugualmente se ci si intendesse una volta per sempre su ciò che si scrive come intensità luminosa in candele, essendo il flusso e l'intensità luminosa grandezze omogenee, e differendo i lumen dalle candele per grandezza numerica. Anzitutto, è appunto la considerazione della mancanza di questi accordi che dà luogo agli arbitri e che fa sorgere il problema, alla cui soluzione meglio corrisponde la classificazione in lumen anzichè in candele, come dirò fra poco. E la obiezione supposta è basata, fino a tanto che si tratti di intensità luminosa data in candele medie sferiche poichè effettivamente allora la differenza fra lumen e candele è solo numerica, ma quando l'intensità indicata è quella massima, ed è questo il caso comune, allora la cosa varia molto, giacchè per conoscere la lampada bisognerebbe che fosse indicato anche il coefficiente di ripartizione cioè il rapporto fra l'intensità luminosa massima e quella media sferica.

Il punto da risolvere è fondamentalmente commerciale per evitare che queste incertezze producano diversità di vedute e di criteri fra fabbricanti e fabbricanti e commercianti di lampade, col danno evidente di tutti. La stessa indicazione di una intensità luminosa (a parte se massima, o sferica o media sferica) in candele è assai di frequente imprecisa giacchè non vi si aggiunge di quale candela trattasi; e mentre i francesi per il passato adottavano la decimale, i tedeschi e noi stessi abbiamo in uso la Hefner che è 0,89 della prima e nè l'una nè l'altra corrispondono alla *candela internazionale* che è l'unità oggi in uso di intensità luminosa e definita dagli accordi intervenuti nel 1909 fra i Laboratori Nazionali fisico-tecnici di Washington, di Londra (Teddington) e Parigi e conservata dopo d'allora per mezzo di lampade elettriche ad incandescenza.

La candela decimale (francese) equivale a 1,02 e la Hefner a 0,90 candele internazionali.

Perciò quando si dice: questa lampada è da 50 candele, di quali candele si parla? Quanti potrebbero rispondere? Quando poi sulle lampade fosse indicato che trattasi di candele decimali, Hefner, internazionali, ecc., quale sforzo occorrerebbe fare per paragonare 2 lampade, ad es. da 50 candele, date in unità diverse?

Nel porre queste domande io mi riferisco sempre all'acquirente generico e non al tecnico specialista che questi problemi può risolvere con comodità, quando siano forniti i dati, nel suo gabinetto o nel suo studio.

Dimostrata la necessità di eliminare una volta per sempre queste indecisioni, io ritengo che due ragioni fondamentali debbano oggi decidere senz'altro per la classificazione delle lampade in lumen, e cioè:

1) che adottando i lumen internazionali non vi possono essere equivoci o dimenticanze spontanee o no, giacchè il lumen è di una sola specie: quello ormai definito dal Vocabolario della Illuminazione; mentre che parlando d'intensità luminosa media sferica che è la sola che potrebbe prendersi in considerazione, bisogna non tralasciare gli aggettivi specifici, il che può causare spesso delle dimenticanze, non sempre disinteressate.

2) che ormai il *lumen* è l'unità che tende ad essere adottata universalmente in America.

A queste considerazioni si può ancora aggiungere che per quanto una lampada sia definita come un apparecchio destinato alla produzione di luce, pure tuttavia lo scopo, l'effetto finale è quello di illuminare le superfici e quindi praticamente ciò che interessa è la illuminazione che si ottiene con una data lampada su una data superficie. Ora la illuminazione è data dal flusso luminoso diviso per la superficie; sono i lumen per metro quadrato, cioè i lux. Quindi ragionando inversamente, quando noi dobbiamo trattare i problemi pratici della illuminazione quando noi dobbiamo sempre riferire al flusso luminoso. Se ad esempio noi vogliamo illuminare una superficie con un dato numero di lux a m^2 , basterà moltiplicare la superficie in m^2 per il numero dei lux a m^2 per ottenere il flusso totale occorrente in lumen. Il problema sarà allora immediatamente risolto prendendo una lampada del corrispondente numero di lumen o frazionando questi in più lampade.

Anche in tutti i casi in cui si usano riflettori, diffusori, refrattori, interessa di conoscere non la intensità luminosa, ma il flusso che è ciò che noi modifichiamo, con quegli opportuni mezzi per ottenere speciali scopi di illuminazione, ed è questa un'altra importante considerazione per indurci alla classificazione delle lampade in lumen.

Per quanto si riferisce, poi, al consumo di energia, il consumo specifico dato in watt per candela non è che una espressione illusoria di ciò che impropriamente è detto rendimento luminoso della lampada, giacchè esso dipende dal tipo di lampada e dal modo di misura.

Al contrario il consumo specifico indicato in watt, per lumen, costituisce una valutazione corretta e indipendente dalla misura.

Il problema posto non è nuovo, anzi da molto tempo è stato agitato da diversi scienziati, ma purtroppo non è ancora stato risolto, nè, finora, nessun voto si è avuto dalle Associazioni tecniche interessate per tentare di risolverlo.

Un'ultima considerazione desidero fare ancora a riguardo di ciò che è opportuno che sia segnato sullo zoccolo delle lampadine elettriche. E' stato scritto che una specificazione completa dovrebbe comprendere: la tensione, la corrente, i watt consumati, il numero di candele, i watt per candela, la durata utile, cioè il tempo trascorso dall'inizio fino al momento

(1) Prof. UGO BORDONI - Su di alcune questioni riguardanti i fondamenti della fotometria ecc. — *Elettrotecnica*, anno VI, n. 21.

(2) A. BOUTARIC - Ind. El. — Anno XXVII, n. 6, 8, pag. 108.

in cui la potenza luminosa della lampada è ridotta del 20 per cento, ecc.

E' evidente che alcuni di questi dati sono di troppo; gli indispensabili sono tre, riferentisi alla tensione, alla qualità fotometrica, al consumo di energia.

E pertanto, come conclusione definitiva delle considerazioni sopra esposte, che mi onoro sottoporre all'esame dei Colleghi e alla loro approvazione, propongo che vengano invitate le fabbriche di lampadine elettriche a segnare i seguenti dati sugli zoccoli delle lampade stesse, nello stesso ordine in cui sono qui scritti:

1) la tensione di alimentazione della lampada in volt facendo seguire il numero dalla lettera V.

2) il flusso luminoso emesso dalla lampada espresso in lumen internazionale facendo seguire il numero dalla lettera L.

3) la potenza assorbita dalla lampada espressa in watt, facendo seguire il numero dalla lettera W.

Le lettere V, L, W si potrebbero omettere qualora ci fosse una intesa generale; in mancanza di questa, se una fabbrica scrive due soli dati, si potrà sapere almeno quali essi sono.

L'adozione di questi elementi, faciliterà inoltre di gran lunga i collaudi delle masse di lampadine elettriche giacchè nei capitolati d'oneri, potranno così essere definite senza possibilità di equivoci o di interpretazioni le condizioni cui debbono corrispondere le lampadine, restando, unica incertezza, la probabilità che si ha nella scelta di un discreto numero di lampade per le prove.

== Sunti e Sommari ==

ELETTROFISICA.

G. GIULIETTI e P. VANONI — **Uso del tubo di Braun per prove sui dielettrici.** (L'El., 15 dicembre 1923, Vol. II, N. 24, pag. 213)

La sensibilità all'azione dei campi elettrici del fascio di raggi catodici, che si produce nel tubo di Braun, e la relativa mancanza d'inerzia di detto fascio, hanno fatto sorgere l'idea di adoperarlo nello studio della dissipazione di energia nei dielettrici, sottoposti all'azione di campi elettrici alternativi.

Il metodo usato (vedi fig. 1) consiste nel sottoporre il fascio catodico all'azione contemporanea di due campi alternativi, prodotti da due coppie di elettrodi normali tra di loro. Una coppia è in serie con un gruppo di due condensatori ad aria (c , c), l'altra con un gruppo di due condensatori (c_1 , c_1) contenenti il dielettrico in esame: entrambe sono alimentate da un unico trasformatore elevatore (T) 40/4000 a 42 periodi di frequenza.

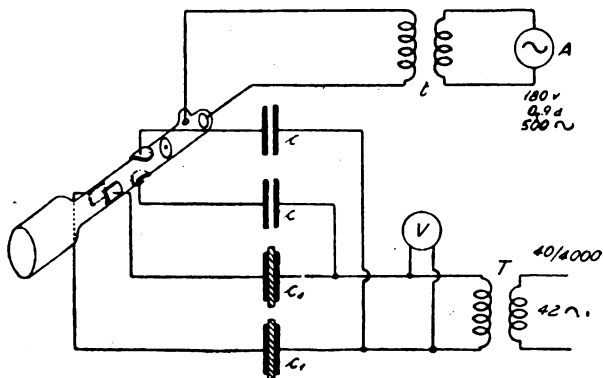


Fig. 1.

Negli esperimenti eseguiti si è adoperato un ordinario tubo di Braun, in cui le due coppie di elettrodi che danno i campi elettrostatici, sono esterne. L'alimentazione del tubo è ottenuta con una corrente ad alta tensione a 500 periodi, fornita da un trasformatore elevatore (T), alimentato da un piccolo alternatore (A) da stazione radiotelegrafica a scintilla musicale. In questo modo, per la persistenza delle immagini nell'occhio, si vede sullo schermo un'immagine formata da punti abbastanza vicini che danno l'impressione di una curva ben definita.

Giova notare che entrambi i campi, prima d'agire sul fascio di raggi catodici, subiscono l'azione deformatrice del vetro del tubo, e di sottili lastre di ebanite interposte a scopo di protezione tra vetro e metallo; ed inoltre che in questo dispositivo le due coppie di elettrodi si trovano spostate l'una rispetto all'altra nel senso assiale del tubo, in modo da eliminare il più possibile le azioni reciproche. L'intensità dei campi agenti sul tubo è regolata mediante opportune variazioni di spessore dei dielettrici nei condensatori che alimentano gli elettrodi.

Al fine di eliminare le possibili azioni parassite, che facilmente

intervengono nelle esperienze col tubo di Braun, gli AA. hanno eseguita l'esperienza alimentando entrambi i campi con due gruppi di condensatori ad aria, e verificando che sullo schermo appare in tal caso una semplice retta, dovuta all'essere i due campi ortogonali in fase fra di loro. L'inclinazione di questa retta dipende dal rapporto delle intensità dei singoli campi. Introducendo allora il dielettrico in esame tra le lamine di una coppia di condensatori, si vede apparire una curva che ricorda la nota forma del ciclo isteretico del ferro.

Per effetto delle perdite nel dielettrico in esame si viene a creare una differenza di fase tra il campo alimentato dai condensatori a dielettrico e quello alimentato dai condensatori ad aria. Questa differenza di fase è dovuta al fatto che il ramo del circuito, costituito dai condensatori a dielettrico, funziona come una capacità avente in parallelo una resistenza ohmica, e quindi in esso la tensione non è più in quadratura rispetto alla corrente, mentre ciò si verifica ancora nell'altro ramo. In causa di questo diverso sfasamento l'immagine sullo schermo dovrebbe risultare un'ellisse. La forma caratteristica che invece tale immagine presenta mostra l'intervento di un secondo fenomeno che produce altre perdite. Gli AA. ritengono che in esso possa essere compreso un effetto di isteresi dielettrica.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Il problema della congestione del traffico nelle vie cittadine. (Riassunto delle memorie presentate da B. HARLAND e R. F. KELKER alla riunione dell'American Electric Railway Association nel marzo 1924. - E. R. J., 8 marzo 1924, pag. 366 e 373).

Il movimento nelle città americane, specie nei quartieri centrali, ha raggiunto un tal grado di intensità da richiamare l'attenzione dei tecnici sul problema della viabilità e sulla ricerca dei provvedimenti atti a sfollare le vie da tutto ciò che riesce inutilmente ingombrante.

Le cause di questa congestione del traffico si possono analizzare come segue:

- 1) Il concentramento in un'unica zona di tutta l'attività commerciale, civica e sociale della città; ciò che porta, di conseguenza:
 - a) alla costruzione di edifici eccessivamente alti in una zona relativamente ristretta;
 - b) all'affollamento eccessivo di questo quartiere nelle ore di lavoro.
- 2) Lo straordinario incremento nella circolazione di autoveicoli verificatosi in questi ultimi anni.
- 3) L'inadeguata ampiezza delle strade le quali non sono, e non potevano essere, previste per un traffico di tale entità.
- 4) La deficienza di arterie trasversali di collegamento e di ampi viali di sfogo.
- 5) Gli ingorghi che si verificano agli incroci, alle stazioni, ai ponti sui fiumi e dovunque vi siano condizioni topografiche sfavorevoli.
- 6) La coesistenza, sullo stesso piano, delle varie specie di traffico e cioè del servizio merci, del servizio di trasporto dei passeggeri e del movimento dei pedoni.
- 7) La mancanza di un regolamento che disciplini la sosta dei veicoli sulla pubblica via ciò che porta ad un notevole ingombro delle aree stradali da parte di veicoli privati fermi in attesa.
- 8) La deficienza delle norme di polizia stradale per regolare il movimento.
- 9) Le contravvenzioni ai regolamenti sulla viabilità.

La congestione del traffico si risolve essenzialmente in una perdita economica che ricade su tutti i cittadini: la vita e gli affari ne sono colpiti; il costo dei trasporti aumenta; gli spostamenti da un punto ad un altro richiedono tempi più lunghi se pure non diventano praticamente impossibili; i valori degli immobili che traggono la loro vita dal movimento diventano instabili. Si calcola a 60 milioni di dollari la perdita annua provocata dall'ingorgo del traffico che si verifica nel quartiere centrale di Chicago per effetto delle sole vetture in sosta sulla pubblica via.

Oltre ciò vanno tenuti nel debito conto anche il disturbo ed il pericolo che la congestione del traffico apporta al pubblico e la maggiore percentuale di disgrazie che essa provoca.

E' sentita dovunque la necessità di un rimedio a questo stato di cose ed i provvedimenti suggeriti per raggiungere lo scopo sarebbero i seguenti:

- 1) assicurare la massima utilizzazione dell'attuale rete stradale;
- 2) eliminare dai quartieri più affollati tutto il traffico non indispensabile e rendere più spedito il movimento di quello che resta;
- 3) limitare l'altezza dei fabbricati;
- 4) aumentare l'area stradale dove ciò sia economicamente giustificato.

L'area stradale deve servire per il movimento del pubblico e non per deposito di oggetti privati, comprese le automobili: non v'è ragione di proibire al negoziante di depositare la propria merce sulla pubblica via e di permettere invece al proprietario d'automobile di farvi sostare a piacimento la propria macchina. A questo deve provvedere l'iniziativa privata costruendo apposite rimesse a servizio del pubblico. E' stato mosso l'appunto, ad un provvedimento di questo genere, di essere ingiusto perchè verrebbe a colpire solo una classe di cittadini, ma bisogna notare che le strade attuali non permettono la sosta che ad una piccola percentuale dei veicoli circolanti (nel quartiere centrale di Chicago, circa 3000 su 25000) e che, per di

più il movimento delle automobili private, mentre rappresenta circa il 51 % del traffico totale, non trasporta che il 19 % dei passeggeri. Gli autobus in servizio pubblico rappresentano invece il 2 % del traffico totale, ma trasportano il 74 % dei passeggeri. Appare quindi giustificato, nell'interesse pubblico, un provvedimento che proibisca il posteggio delle automobili private sulla pubblica via.

Un secondo provvedimento consiste nel commisurare l'ampiezza della strada al genere di traffico al quale è destinata. Nelle strade moderne la larghezza della carreggiata è determinata in base alle linee di traffico per le quali essa deve servire; un eccesso di larghezza è dannoso perchè favorisce l'indisciplinamento del movimento e va a scapito dei marciapiedi laterali. Meglio ancora se si potessero assegnare a ciascun tipo di veicolo itinerari propri, lungo strade diverse in guisa da rendere più omogeneo e quindi più spedito il movimento su ciascuna di esse.

Spesso un fattore essenziale di congestione del traffico, è dato dalla irrazionalità della rete stradale ed è provato che con uno studio accurato del problema si riesce molte volte, e con provvedimenti di poca entità, quali l'apertura di una trasversale di allacciamento, la chiusura di uno sbocco, l'allargamento di un certo tratto e simili, a portare un notevole sollievo al movimento di tutto un quartiere.

L'aumento della rete stradale e l'allargamento delle strade esistenti sono problemi difficili ed assai costosi: spesso conviene creare nuove vie di sbocco sia abbassando i tram al di sotto del piano stradale, sia abbassando o sopralzando i marciapiedi laterali. Sono però tutti provvedimenti che, oltre a costare enormemente, non risolvono che temporaneamente il problema se non si mette contemporaneamente un freno all'incremento continuo del traffico, limitando rigidamente l'altezza dei fabbricati.

Ricerche eseguite per stabilire la relazione fra l'incremento del traffico e l'aumento della popolazione permettono di stabilire, in linea di massima, che il primo varia con un rapporto che sta fra la prima e la seconda potenza del secondo.

Assumendo allora come dati normali: 10 mq di area stradale per 30 mq di area coperta con edifici a cinque piani, e cioè per una superficie totale coperta di 150 mq, si può calcolare l'incremento di traffico corrispondente ad edifici di maggiore altezza applicando il coefficiente relativo all'aumento di popolazione.

Nella tabella seguente è raccolta una serie di questi valori:

| Numero dei piani | Equivalenti dal punto di vista dal traffico con esponente | | |
|------------------|---|--------|--------|
| | 1 | 1,5 | 2 |
| 5 | 150 mq | 150 mq | 150 mq |
| 10 | 300 " | 425 " | 600 " |
| 15 | 450 " | 780 " | 1350 " |
| 20 | 600 " | 1200 " | 2400 " |

In altre parole, per un edificio a 10 piani le esigenze di traffico sono raddoppiate rispetto a quello di 5 piani se si considera l'esponente uno, e riescono invece quadruplicate se ci si riferisce alla seconda potenza.

Per un edificio a 20 piani, quali si incontrano facilmente nelle città americane, l'incremento proporzionale del traffico varia fra 4 e 16 volte il valore normale. E siccome le strade restano quelle che sono, si capisce come il movimento debba risultare congestionato.

Per rendere efficaci i provvedimenti studiati, occorre quindi provvedere anzitutto a limitare l'altezza dei fabbricati. Questa limitazione obbligherà anche il quartiere centrale degli affari, per seguire il suo sviluppo, ad estendersi su zona sempre più vasta ciò che concorrerà a risolvere il problema della viabilità nella zona ove la crisi è attualmente più acuta.

Dopo che si sarà provveduto a limitare l'altezza dei fabbricati ed a proibire la sosta dei veicoli, si potranno emanare norme per la regolazione del movimento. A questo riguardo si osserva che sarebbe opportuno separare il movimento commerciale dal movimento di porto escludendo quest'ultimo dalle vie o dai quartieri più affollati; sarebbe pure opportuno creare itinerari speciali per il movimento di scambio fra i diversi quartieri. In merito alla larghezza delle strade si osserva che non conviene predisporre arterie per più di otto linee di traffico e che per quelle da sei linee in su, sono necessarie isole di sicurezza per i pedoni in corrispondenza agli attraversamenti. La regolazione del movimento a mezzo di segnalazioni automatiche disposte lungo le vie riesce pure di sollievo perchè, oltre ai vantaggi diretti, obbliga i veicoli a ridurre la loro velocità media.

Per provvedere in modo organico e razionale alla regolazione del traffico nelle vie cittadine si consiglia infine di creare un'autorità unica responsabile con mezzi adeguati alle proprie dipendenze, la quale si occupi dello studio dei diversi problemi e della ricerca delle soluzioni, alla stessa guisa come è stato fatto per l'igiene, per la protezione contro i pericoli di incendio ed, in generale, per la tutela degli interessi collettivi della popolazione.

La questione è abbastanza importante da giustificare simile provvedimento.

g. a. r.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

Le "Norme Oli", e la Commissione governativa.

Fin dall'anno scorso ad iniziativa del Direttore del Laboratorio Oli e Grassi, esistente presso il Politecnico di Milano, fu nominata dal Ministero una Commissione allo scopo di dettare delle norme generali per la fornitura degli oli, sia lubrificanti che isolanti. Per la parte che riguarda gli oli isolanti, la Commissione ed il Comitato Elettrotecnico Italiano lavorarono di conserva, cosicchè le Norme recentemente pubblicate dall'A.E.I. (vedasi questo Giornale, quest'anno N. 6), hanno potuto uniformarsi a tutti i suggerimenti della Commissione Governativa, soprattutto per quanto concerne le proprietà e le prove fisiche e chimiche. Successivamente la Commissione ha pubblicato le sue norme, del tutto identiche a quelle dell'A.E.I., con la sola aggiunta di due articoli (49° e 50°) i quali attribuiscono funzioni arbitrali alla Commissione Governativa ed al citato Laboratorio del Politecnico di Milano. Con tutta la deferenza verso tali istituzioni, l'A.E.I. non può evidentemente accogliere tali designazioni nelle sue Norme, alle quali essa intende di conservare un carattere esclusivamente tecnico del tutto estraneo ai rapporti contrattuali che possono intercedere fra fornitori e compratori. Ad ogni modo è da segnalarsi con piacere il fatto che le stesse prescrizioni tecniche abbiano ottenuto la sanzione dei due enti, con che viene conferita la maggiore autorità e assicurata la maggior diffusione alle norme stesse.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXIX RIUNIONE DELL'A. E. I.

SPEZIA - Palazzo delle Scuole Secondarie - Via V. Veneto

25-30 Settembre 1924

Elenco delle pubblicazioni destinate alla Riunione.

Memorie pubblicate:

| Data pubblicazione | | |
|--------------------|------------------|--|
| 15 Luglio — | | Vocabolario dell'illuminazione. |
| 25 " — | C. CLERICI: | L'illuminazione nell'industria elettrica (pubblicato come articolo). |
| 5 Agosto — | VENTURINI: | Servizio di vendita dell'energia a piccoli utenti. |
| 5 " — | E. PUGNO VANONI: | Su di un moderno impianto di Roentgenerapia. |
| 25 " — | C. CLERICI: | Problemi di illuminazione |
| 25 " — | C. CLERICI: | Stato attuale della fabbricazione delle lampade. |
| 25 " — | L. PELLO': | L'occhio umano e l'illuminazione. |
| 25 " — | L. PELLO': | Effetto del colore delle pareti e dei soffitti sulla illuminazione. |
| 25 " — | G. STORCHI: | Sui sistemi di distribuzione per pubblica illuminazione. |
| 25 " — | (PERI): | Alcuni rilievi sperimentali sulla illuminazione degli interni. (Comunicazione alla Sezione di Torino). |
| 5 Settem. — | U. BORDONI: | Alcune ricerche sui fenomeni di abbagliamento. |
| 5 " — | C. CLERICI: | Di un codice dell'illuminazione. |
| 5 " — | G. CIAMPI: | Sull'influenza dell'illuminazione sulla produttività. |
| 5 " — | G. ZEVI: | Classifichiamo le lampade in lumen. |

In preparazione (in ordine d'arrivo):

| Data d'arrivo del manoscritto | | |
|-------------------------------|--------------|---|
| 13 Agosto — | MONTEFINALE: | Tecnica degli alti vuoti. |
| 13 " — | MATTEINI: | Progetto di tubi elettronici. |
| 14 " — | A. ASTA: | Le variazioni di tensione e la loro influenza, ecc. |
| 15 " — | D'ANGELO: | Cavi conduttori per distribuzione, ecc. |
| 16 " — | G. PERI: | La nostra situazione in illuminazione. |

20 Agosto — *Da Note dell'Azienda Elettrica Municipale:*

- 20 » — G. REVESSI: L'impianto di illuminazione di Milano.
 20 » — G. SOMEDA: In tema di lampade e di scarto di tensione.
 20 » — G. PICKER: Alcuni dati sperimentali sulla illuminazione di ambienti interni.
 20 » — G. PICKER: La regolazione automatica delle tensioni nelle piccole centrali.
 20 » — S. MARIETTI: Note sui Getters usati nella fabbricazione delle lampadine.
 28 » — M. PARIS: Misure balistiche dei valori massimi per mezzo dei diodi.
 1° Settem. — M. PARIS: Variazioni di temperature e di emissione elettrotecnica di un filamento di tungsteno.
 1° » — A. MENDICI: Variazioni di temperature e di splendore di un filamento di tungsteno.

Sono annunciate altre Comunicazioni.

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI BOLOGNA.

La sera di venerdì 1° agosto, la Sezione di Bologna si radunò per ascoltare la parola del socio, Ing. Prof. G. Sartori, che aderendo all'invito rivoltogli dal Presidente, Ing. Amati, si compiacque informare i colleghi su quanto di notevole aveva rilevato a Londra, nel suo recente viaggio per rappresentare la A. E. I. alla Conferenza Mondiale dell'energia.

Rilevò anzitutto come per un tecnico sia oltremodo interessante farsi un concetto del come in quella grande metropoli sia risolto il problema del movimento che si esplica sopra una superficie di circa 300 Km² con un complesso di viaggi (brevi o lunghi) che supera i 20 milioni al giorno, cui provvedono circa 3000 autobus, 20 000 taxi, 150 km di ferrovie sotterranee, tutte equipaggiate elettricamente, dipendenti in gran parte dalla grandiosa centrale a vapore di Chelsea di 80 000 kW di potenza.

Fatto un cenno del perchè a Londra la produzione dell'energia non è centralizzata in poche grandi centrali, benchè affidata ad alcune grandi ma anche a innumerevoli piccole, passò subito a discorrere dell'Esposizione di Wembley. Ideata nel 1910 per festeggiare nel 1915 il 7° centenario della promulgazione della Magna Carta, base della Costituzione inglese, largita da Giovanni senza Terra sotto la pressione dei nobili ribellatisi, fu interrotta dalla guerra e ripresa poi con concetto più largo e più vasto, chiamando a concorso le Indie, i Dominions, le Colonie, i Protettorati, ecc., onde convincere suditi e non sudditi che l'Impero Britannico basta a sè stesso per ogni provvista di indole commerciale, industriale, agricola; che i mezzi culturali di cui dispone non sono inferiori a quelli di alcun popolo, che ogni via di comunicazione o collegamento, terrestre, marittima ed ancora elettricamente con fili e senza fili, è assicurata nel modo più perfetto e più completo. E occorre riconoscere, per la verità, che il visitatore paziente può, da questa esposizione, molto ben riuscita, assurgere alla sintesi di quanto possa questo popolo, per molti aspetti, meraviglioso.

L'esposizione occupa circa 90 ettari di terreno. I due grandi padiglioni dell'Ingegneria e dell'Industria, che coprono circa 40 000 m² di terreno cadauno, costituiscono per il tecnico, indubbiamente l'attrattiva principale e la più interessante. Non tanto per grandi novità sensazionali, quanto piuttosto per modalità con cui particolari problemi furono risolti.

In questo rapido cenno di cronaca della interessante rassegna fatta dal Prof. Sartori non è possibile che dare il sommario:

Transverter e macchine analoghe precedenti — Convertitore in cascata (di uso frequentissimo in Inghilterra e Colonie; quasi sconosciuti da noi) — Comando automatico a distanza e interzione e disinterzione automatica di sottostazioni convertitrici — Quadri monobloc per tensioni fino a 30 000 volt di ingombro (circa 1/10 dei quadri ordinari) — Correzione fattore di potenza con condensatori statici — Motori asincroni sincronizzati — Indicatore Lipmann del fattore di potenza (diffusissimo in tutti gli impianti inglesi) — Materiale per trazione a corrente continua — Turbine a vapore e macchine a stantuffo a unidirente — Locomotive a vapore con il suo capostipite originario di Stephenson, ammiratissimo.

Accompagnavano la parola del conferenziere grandi proiezioni, fotografie e disegni.

Per quanto concerne la Conferenza Mondiale dell'energia il Prof. Sartori — stante anche l'ora inoltrata — si richiamò a quanto in argomento è già stato pubblicato nell'*Elettrotecnica* del 25 luglio; ha però messo nel dovuto rilievo l'accoglienza deferente e simpatica che in ogni occasione ebbe la Delegazione italiana condotta dal Capo della stessa Gr. Uff. Guido Semenza, che ha in Inghilterra larghissime aderenze e amicizie personali e gode grande autorità anche per la sua carica di Presidente della Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Ricordata la serata data dalla Delegazione Italiana dove i colleghi, Principe Ginori Conti e Vismara, illustrarono rispettivamente

gli impianti del Larderello il primo, e i principali impianti idroelettrici italiani, il secondo, fece un accenno al ricevimento dato dalla Lega Italo-Britannica (di cui è Presidente Sir Rennel Rod) in onore dei rappresentanti della Confederazione Generale del Lavoro italiana e al quale intervennero pure alcuni membri della A. E. I. Si scambiarono in quella occasione calorosi brindisi fra Sir Rennel Rod (Presidente della Lega) e l'on. Benni (Presidente della Confederazione del Lavoro) e parimenti fra altre cospicue personalità della Finanza e dell'Industria e del Commercio. Vibrò in quella serata una nota di alta italianità e per la Patria lontana vi furono ricordi di eroismi compiuti e di conseguite conquiste, nonchè auguri ed auspici per la sua immancabile ascesa futura.

La conversazione del Prof. Sartori fu alla fine vivamente applaudita e il Presidente, Ing. Amati, lo ringraziò a nome di tutti.

*

Si radunò poi il Consiglio Direttivo della Sezione per deliberare intorno al contributo della Sezione per le onoranze che, sotto gli auspicci del Consiglio dei Professori della Scuola di Ingegneria, colleghi, ammiratori, discepoli, intendono tributare al chiarissimo Prof. Dott. Luigi Donati. Trattasi così disse il Presidente Ing. Amati, di riunire in un volume tutte le principali memorie scientifiche del Prof. Donati, già pubblicate negli Atti della R. Accademia di Scienze di Bologna e altrove, ma pochissimo note perchè egli non diede mai fiato alle trombe, ma piuttosto, per innata modestia e umiltà, procurò sempre di toglierlo. Ma in quelle Memorie vi è tanta profondità di pensiero, tanta bellezza scientifica espressa in modo così preciso, vi sono adombrate tante verità che attendono dalle esperienze e dal tempo la loro conferma, che occorre diffonderle quanto più è possibile. E la forma escogitata è certamente, nell'esito, la più sicura e la più degna.

La Sezione di Bologna pertanto, che ebbe il Prof. Donati a suo primo Presidente, e che guardò sempre a lui come a una specie di nume tutelare, memore delle sue altissime benemeritenze per la scienza, per la scuola, per la A.E.I., intende concorrere largamente a queste onoranze. In questo riguardo l'Ing. Amati propone che il contributo della Sezione venga fissato dal Prof. Sartori che è membro del Comitato esecutivo delle onoranze stesse.

Il Consiglio direttivo approva a grande acclamazione.

*

Furono poi accolte le dimissioni del Cassiere, Ing. Ruggero Gaudenzi, per gravi impegni sopraggiuntigli e il Presidente lo ringrazia dell'opera solerte piegata. Viene nominato in sua vece l'Ing. Francesco Rubini.

Il Presidente leva la seduta del Consiglio a mezzanotte.

Errata-corrige.

Norme di Bordo.

A pag. 510 (N. 21, 25 luglio 1924) all'articolo 58 secondo capoverso aggiungere:

« La sezione massima di ciascun conduttore per cavi a due conduttori, ecc., ecc. ».

Articolo Labocchetta.

Le prime cinque righe della prima colonna a pag. 502 devono essere portate in testa alla colonna precedente (2ª di pag. 501).

Alcune prove su un moderno impianto di Roentgenterapia.

| pag. | col. | riga | leggi |
|---|------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 529 | I | 3 la valvola | la velocità |
| 532 | > | 15 fig. 6 | fig. 7 |
| > | > | 16 fig. 7 | fig. 8 |
| > | > | 18 V ₀ | V ₀ |
| > | II | 2 6.54 10 ⁻¹⁶ | 6.54 10 ⁻²⁷ |
| > | > | V ₀ | V ₀ |
| > | > | 20 (tabella nella colonna t leggi) | (tabella nella colonna t leggi) |
| 533 | I | 20 fig. 8 | fig. 9 |
| 534 | II | 2 trasformatore, perchè | trasformatore attraverso a valvole. |
| È allora facile determinare quale variazione subisce la tensione in questa parte dell'impianto, una volta ammesso che sia sinusoidale la curva della tensione fornita dal trasformatore, perchè | | | |
| > | > | 16 fig. 14 | fig. 15 |
| 525 | I | 44 restarono | restando |

Verbali della XXVIII Riunione.

A pag. 437 l'o. d. g. presentato dal Prof. Lombardi a nome della Comm. R. T. è stato riprodotto per equivoco nella 1ª forma, già pubblicata a pag. 410 nel verbale della 5ª seduta, e deve intendersi sostituito dal testo emendato che figura a pag. 437 nella 2ª colonna.

Personale

Il Consocio Ing. La Greca Carmelo della Sezione di Napoli ha ottenuto la libera docenza in Costruzioni Elettromeccaniche.

L'ELETTRATECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTRATECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

L'esposizione e la sala di dimostrazione alla Spezia.

Uno degli elementi per cui la prossima riunione sociale alla Spezia si differenzierà notevolmente dalle precedenti, sarà l'esposizione di apparecchi ed impianti di illuminazione, per interno ed esterno, che si svolgerà nei locali dell'edificio scolastico di Via Vittorio Veneto e nelle vie adiacenti. Qualche cosa di analogo, ma in forma più modesta, si ebbe lo scorso anno a Padova, con la mostra di apparecchi scientifici e per radio trasmissione, in occasione della seduta speciale che si tenne appunto presso quella Scuola di ingegneri; ma quest'anno la esposizione — come si può desumere dalle notizie comunicate dall'Ufficio Centrale e pubblicate più avanti — sarà assai più ampia e costituirà il vero complemento e, in un certo senso, la dimostrazione pratica di quanto verrà esposto e discusso nelle sedute della Riunione. In particolare ci piace richiamare qui l'attenzione sulla *sala di dimostrazione*, organizzata secondo quanto si fa già largamente in altri paesi, ma con spirito latino dall'Ing. Clerici. In tale sala verrà data coi mezzi più semplici e più impressionanti la dimostrazione pratica e intuitiva dei moderni problemi inerenti alla scienza ed all'arte dell'illuminazione. E' innegabile infatti che, se la tecnica dell'illuminazione racchiude alcuni problemi del più alto interesse scientifico che giustificano acute indagini teoriche e sperimentali — del genere di quelle di cui ci occupammo nello scorso numero a proposito dell'abbigliamento — essa ha bisogno soprattutto della larga diffusione di alcuni concetti e di alcune nozioni che sono in fondo abbastanza elementari. E se per tale diffusione fra i tecnici possono bastare le memorie che andiamo pubblicando e la discussione che di esse si farà nelle sedute della riunione, occorre, per la grande massa dei profani che è, in fondo, la più interessata nella questione, qualche cosa di più semplice, che parli direttamente ai sensi. I nord americani, col loro spirito pratico, si sono messi da tempo sulla via di queste dimostrazioni pratiche ed intuitive di cui la sala predisposta alla Spezia ci darà un saggio; ed è veramente da augurarsi che essa sia visitata da molti — congressisti o no — perchè, come ci scrive giustamente il Clerici, l'iniziativa può veramente segnare il principio d'un salto in avanti assai considerevole della scienza, dell'arte, e dell'industria della illuminazione.

Problemi di illuminazione.

Pubblichiamo intanto alcune nuove memorie destinate alle discussioni del Congresso. L'Ing. PERI, rifacendosi ai suoi precedenti ed apprezzati lavori e toccando di nuovo sinteticamente tutti i vari problemi, ci mostra quanta strada abbia ancora da compiere il nostro paese nel campo dell'illuminazione artificiale; il Prof. REVESSI, partendo dall'importanza di una buona regolazione della tensione per una buona illuminazione, mostra l'utilità e la semplicità dei metodi grafici ed analitici da lui sviluppati per lo studio del comportamento di più linee diverse, in parallelo. Il D'ANGELO tratta invece dei tipi di cavi e di conduttori studiati per le particolari esigenze della distribuzione in serie; ed è veramente lodevole lo sforzo dei nostri costruttori inteso sempre allo studio degli innumerevoli problemi che si accompagnano alla produzione industriale di qualsiasi nuovo tipo di materiale. L'Ing. MARIETTI infine tratta

brevemente dei processi chimici — oggi largamente impiegati — per perfezionare il vuoto nell'ampolla delle lampadine; processi di cui l'idea prima risale ad un nostro connazionale: il Malignani di Udine, di cui è doveroso richiamare qui il nome.

Lampade a incandescenza e tubi elettronici.

La tecnica dei tubi elettronici è figlia primogenita della tecnica delle lampadine; e ne è prova il fatto che lo sviluppo della prima si appoggia, anche industrialmente, in gran parte sullo sviluppo della seconda. I problemi costruttivi riguardanti i tubi elettronici, a cui si deve il magnifico recente slancio della radio, sono tuttavia assai più complessi e delicati, che non quelli delle lampadine ad incandescenza ed i costruttori di diodi e di triodi hanno dovuto spiegare, nell'affrontarli e nel risolverli, una grande ingegnosità ed un solido dominio degli aiuti, che le scienze fisiche e chimiche potevano offrire. Come è noto, uno dei più importanti laboratori italiani per la fabbricazione di tubi elettronici o valvole ioniche è quello della R. Marina, che, creato dall'Istituto Radiotelegrafico di Livorno e sviluppato attraverso studi e tentativi fino a portarlo ad un notevole livello di produzione, ha ora la sua sede normale nel R. Arsenale della Spezia, dove si confida potrà essere visitato dai Soci durante la prossima Riunione Annuale.

I colleghi MONTEFINALE e MATTEINI, sulla scorta della esperienza direttamente raccolta nell'Officina valvole ioniche della R. Marina, riassumono in due memorie, destinate appunto alla Riunione Annuale, lo stato di due importanti questioni: quella della produzione degli altissimi vuoti e quella del calcolo e del progetto, che van diventando ogni giorno più razionali e meno empirici, dei diodi e dei triodi. Certo non si è ancora giunti a quella precisione di previsioni, che consentono ad esempio i tipi fondamentali di macchine elettriche; ma, se si pensa al fatto che pochi anni or sono le proprietà dei tubi elettronici erano ancora considerate, e non a torto, come qualcosa di misterioso, non si può non restare colpiti dallo straordinario progresso raggiunto, che permette di dominare in tutti i suoi elementi sostanziali il calcolo dei tubi stessi, mentre la loro importanza diventa ogni giorno maggiore per ogni ramo dell'elettrotecnica.

LA REDAZIONE.

Elenco dei fabbricanti in Italia ... di macchinario e materiali elettrici ...

L'Ufficio Centrale sta preparando la 3^a edizione dell'elenco, del quale pervengono continue richieste da parte di Ministeri, Enti pubblici, Camere di commercio, Consolati, ecc. È quindi interesse di tutte le Ditte costruttrici in Italia di essere incluse in questa vera Guida dell'industria elettrotecnica nazionale.

Gli interessati sono pregati di rivolgersi direttamente all'Ufficio Centrale (Via S. Paolo 10 - Milano (9)).

□ SULLA TECNICA DEGLI ALTI VUOTI PER TUBI ELETTRONICI □ □ □ □

G. MONTEFINALE



Comunicazione alla XXIX Riunione Annuale dell' A. E. I.
Spezia - Settembre 1924

1. - *Preliminari.* — L'avvento dei tubi Coolidge nella radiologia e dei tubi elettronici a due e tre elettrodi nella radiotelegrafia, nei quali si richiede ormai, come condizione indispensabile di funzionamento, un grado di rarefazione interna dell'ordine dei milionesimi, dei decimilionesimi ed anche dei centomilionesimi di millimetro di mercurio, ha contribuito in grado notevole al perfezionamento della tecnica degli alti vuoti, sviluppatasi in precedenza attraverso a numerose ricerche sui gas rarefatti e per le necessità dell'industria delle lampade ad incandescenza e dei tubi per raggi X in genere.

Mentre fu possibile costruire pompe meccaniche od a vapori di mercurio capaci di realizzare, anche da sole, pressioni bassissime, si studiarono e si perfezionarono meglio sistemi fisico-chimici, già adottati dall'industria delle lampade, per servirsene per la purificazione del vuoto ottenuto, ciò che è indispensabile nella costruzione dei tubi elettronici, in cui il raggiungimento e la conservazione del vuoto sono abitualmente ostacolati dai fenomeni di occlusione gassosa negli elettrodi interni e nello stesso vetro.

Senza le necessarie cautele costruttive, l'emissione di gas da parte del vetro costituente i globi e da parte degli elettrodi metallici, per effetto di riscaldamento o di bombardamento di raggi catodici, può raggiungere, infatti, nei tubi elettronici una tale intensità da far salire rapidamente la pressione da valori dell'ordine di 10^{-6} mm di mercurio, come quelli ottenuti colle pompe, fino a qualche decimo di millimetro.

2. - *Effetti di ionizzazione interna nelle valvole.* — Trascorrendo quei tipi di tubi a vuoto per cui la presenza di gas nell'interno era, od è tuttora, condizione indispensabile di funzionamento (audion de Forest, relais di Lieben-Reisz, tubi al neon ed altri tubi anche moderni contenenti speciali gas inerti), gli effetti dell'esistenza di gas residui nei tubi ad alto vuoto sono da considerarsi sempre come molto dannosi. Essi si possono ricapitolare nei seguenti:

a) *Diminuzione dell'azione raddrizzatrice.* — In quanto gli ioni gassosi prodotti per collisione degli elettroni colle molecole dei gas residui trasportano indifferentemente corrente da un elettrodo all'altro a seconda del segno della tensione applicata. Ne segue che alla pura corrente elettronica unidirezionale si sovrappone una corrente di ionizzazione più o meno intensa, la quale rende imperfetto il fenomeno di raddrizzamento dovuto alla prima.

b) *Aumento del potere conduttivo interno del tubo.* — In quanto gli ioni positivi che giungono al catodo possono provocare, per effetto di bombardamento, un aumento dell'emissione elettronica, e quindi delle molecole ionizzate per urto, con diminuzione della resistenza interna della valvola — anche in conseguenza della diminuita carica spaziale — ed aumento eccessivo della corrente anodica. ⁽¹⁾

c) *Emissione di raggi secondari.* — Per cui, con differenze di potenziale piuttosto grandi, gli ioni positivi bombardanti il catodo producono una vera e propria emissione catodica come nei tubi a raggi X, la quale può produrre fluorescenze nei globi di vetro, danneggiandoli.

d) *Disintegrazione del filamento.* — Come conseguenza del bombardamento positivo che esso subisce con forti potenziali anodici; ciò che tuttavia non si verifica in modo apprezzabile nel caso dei gas inerti, come ad esempio nei raddrizzatori *tungar* della « General Electric Co. »

e) *Diminuzione dell'isolamento fra elettrodi.* — Per i noti effetti di polverizzazione del tungsteno, provocata dalla reazione chimica dei gas ionizzati con tale metallo, ed il conseguente deposito metallico sulle pareti interne dei bulbi.

f) *Irregolarità nelle curve caratteristiche e fenomeni di*

(1) Ciò si verifica per quasi tutti i gas, fatta eccezione per l'ossigeno ed i suoi composti gassosi, tra cui specialmente il vapor d'acqua, che riducono in proporzioni grandissime l'emissione elettronica da qualunque specie di catodo ed in particolar modo dal tungsteno.

isteresi viscosa. — Comuni tanto alle valvole riceventi, quanto alle trasmettenti, ma che nelle prime sono sempre dovuti ad imperfetta vuotatura e nelle seconde quasi sempre a sviluppo di gas occlusi.

3. - *Occlusione.* — Le pareti solide dei bulbi, come pure le parti metalliche costituenti gli elettrodi interni delle valvole, si comportano come spugne rispetto ai gas, assorbendone alla pressione atmosferica quantità relativamente grandi. Il molibdeno assorbe, ad esempio, tanto gas quanto quello contenuto in parecchie centinaia di volte il suo volume; il platino, il nichel ed il cobalto, quando scaldati a 400° C, assorbono grandi quantità di idrogeno. Secondo Graham il palladio, a temperatura ordinaria, assorbe 376 volumi di idrogeno ed impiegando lo stesso metallo come catodo nell'elettrolisi ne assorbe anche 935 volumi (idrogeno catodico).

A codesto fenomeno, studiato specialmente per il gas idrogeno, venne dato il nome generico di « occlusione » e si credette per qualche tempo — ciò che sembrava confermato dalle esperienze di Troost e di Hautefeuille (1875) — che nel palladio si formasse una vera combinazione chimica coll'idrogeno assorbito (Pd_2H); ma nel 1898 Hoitsema e Roozeboom ne dimostrarono l'insussistenza, ed oggi non si conosce ancora la vera ragione del fenomeno dell'occlusione, sia per l'idrogeno, sia per gli altri gas. Probabilmente, più che di una combinazione chimica, si tratta di una vera e propria *soluzione solida* del gas nel metallo.

L'unico modo di scacciare i gas occlusi nel vetro e nelle parti metalliche interne è quello di dilatarne le molecole per mezzo del riscaldamento nel vuoto od anche del bombardamento con elettroni, equivalendo quest'ultimo ad un riscaldamento intensivo delle parti colpite dal flusso elettronico. Ma siccome non è praticamente possibile di espellere tutti i gas occlusi nei metalli o nel vetro, raggiunto un certo grado di vuoto, necessita assicurare alle valvole le migliori possibili condizioni di refrigerazione durante il funzionamento, onde impedire successive emanazioni gassose, che andrebbero a detrimento della conservazione del vuoto.

Ciò contrasta, naturalmente, colla necessità di aumentare il più che possibile il riscaldamento dei catodi ed obbliga perciò ad adottare materiali che non assorbano i gas molto rapidamente, come il nichel o, meglio, il nichel al cromo e, di più, ad impiegare le minime quantità di metallo, ciò che è in contrapposto colla necessità di dare agli elettrodi la massima robustezza meccanica. Uno degli svantaggi del nichel è poi quello di diventare relativamente molle quando ne sono estratti i gas occlusi, mentre il molibdeno ed il tungsteno presentano per loro conto, nelle stesse condizioni, l'inconveniente di diventare fragili.

Non tutti i gas occlusi nelle parti costitutive delle valvole sono dovuti a fenomeni di assorbimento in soluzione solida (*absorption* degli inglesi) o di condensazione superficiale (*adsorption*) in determinate condizioni di temperatura e pressione; è invece da ritenere che buona parte di essi vi si trovino già — ab origine — come conseguenza dei processi di preparazione industriale. Così, dal trattamento a caldo del nichel tetracarbonile liquido ($\text{Ni}(\text{CO})_4$), che si ottiene per successive torrefazioni e riduzioni delle nicheline (solfato di nichel), si ha nichel puro ed ossido di carbonio (CO), una parte del quale gas resta occlusa nel metallo. E non è nemmeno inspiegabile la presenza dell'idrogeno come conseguenza del trattamento elettrolitico delle leghe di nichel e delle metalline in bagno di cloruro di nichel e rame, in quanto, come è noto, l'H si porta sempre al catodo.

Così per il molibdeno, che si ricava dalla torrefazione della molibdenite e riscaldando successivamente l'ossido formatosi (MoO_3) in corrente d'idrogeno o nel forno elettrico con carbone per avere il molibdeno metallico. Meno spiegabile può essere la presenza dell'H, per solo processo di lavorazione, nel tungsteno, che si ottiene col noto processo Goldschmidt, riducendo cioè l'acido tungstico con polvere di alluminio e facilitando la fusione con aria liquida.

E per quanto riguarda il vetro basta rammentare che esso è un miscuglio di anidride silicica (SiO_2), di carbonato di sodio o potassio con ossido di calcio, e che portando a fusione la miscela si formano silicati di sodio o potassio, mentre resta un eccesso di SiO_2 e si svolge anidride carbonica (CO_2), di cui una parte resta occlusa; ciò che ne spiega il successivo svolgimento dai tubi sovrariscaldati.

4. - *Qualità del vetro.* — Nonostante gli inconvenienti che tale materiale presenta nel raggiungimento e nella conser-

vazione del vuoto, è da ritenersi che la tecnica dovrà avvalersene ancora per molti anni nella costituzione dei globi dei tubi elettronici, almeno per quelli ricevuti, dato che la tendenza attuale è di costituire le grosse valvole per trasmissione o completamente in quarzo, o con anodi esterni raffreddati artificialmente e combinati con parti in vetro per soddisfare alle esigenze dell'isolamento elettrico.

I dati di cui oggi si dispone riguardo alla scelta delle qualità di vetro da usarsi nella costruzione dei tubi elettronici, sono tuttora assai scarsi.

I vetri a base di silicato di potassio e calcio sembrerebbero preferibili a quelli costituiti con silicato di sodio e calcio, perchè più duri, meno fusibili e completamente incolori. Adottando palloncini di cristallo, nella cui fabbricazione non entrano i carbonati alcalini, ma invece il piombo sotto forma di minio (Pb, O_2), si dovrebbero avere minori quantità di gas occlusi per costruzione, ma, per converso, i così detti cristalli, come il « flintglas », lo « strass » ed altri sono facilmente fusibili. Perciò non si prestano nella costruzione delle valvole, in cui è necessario portare, nel processo di epurazione dei gas, i globi fino a temperature superiori ai $400^\circ C$. Dato però che i vetri più fusibili si lavorano meglio, qualche Ditta adopera bulbi a base di minio e silicato di potassio, anche perchè essi non lasciano passare i raggi attinici, che offendono la vista.

Usando bulbi di quarzo, cioè di anidride silicica pura (Si, O_2), si dovrebbe verificare minima produzione di gas occlusi, in quanto risulta impossibile l'eliminazione di ossigeno dal quarzo anche alla temperatura di fusione ($2000^\circ C$). A dir vero le lampade a globi di quarzo sono di colore bianco-latte, e risultano trasparenti soltanto se sottilissime; ma, più che da questo inconveniente, la diffusione dei triodi a quarzo (limitati ad alcuni tipi di elevata potenza) sembra ostacolata dall'alto prezzo di costruzione. Ad ogni modo alcune qualità di vetri quarzosi, come quello americano conosciuto sotto il nome di « pyrex »⁽²⁾, si sono dimostrate vantaggiose nella fabbricazione delle valvole, specialmente per il loro alto punto di fusione.

La Ditta inglese Mullard ha realizzato grossi triodi a bulbo cilindrico di quarzo con anodi di molibdeno molto sviluppati e vicinissimi al bulbo, ciò che è possibile in questo caso per il più alto punto di fusione del quarzo in confronto con quello del vetro. Per le ottime qualità diatermiche che il quarzo presenta, detti triodi possono smaltire il calore corrispondente a $9500 W$ in funzionamento normale e vi è notizia che la stessa Ditta abbia costruito triodi di tale tipo, capaci di dissipare fino a $24 kW$ circa.

Un altro dei requisiti a cui deve rispondere il vetro per tubi elettronici è quello di possedere altissimo isolamento, sia a freddo, sia, specialmente, a caldo, onde impedire, quanto più è possibile, effetti di dispersione fra gli elettrodi e quei fenomeni di elettrolisi del vetro, che si manifestano appunto come conseguenza della conduttività stabilentesi a caldo fra parti in contatto con elettrodi fortemente positivi (passaggi di piastra) e parti in contatto con elettrodi a potenziale negativo (come sono abitualmente i passaggi di griglia), con conseguenti depositi metallici presso questi ultimi (annerimento caratteristico preventivo) e successivo dissolvimento del vetro, perdita del vuoto, ecc. Sotto il punto di vista della resistività, i vetri di Jena sembrerebbero i più consigliabili per costruzione di tubi a vuoto.

5. - *Trattamento termico degli elettrodi e del vetro.* — Esso deve essere preceduto da accurato ripulimento esterno di tutte le parti metalliche lavorate, detergendone con soluzione alcoolica di acetone ogni traccia di grasso od altro materiale estraneo, capace di costituire nuova fonte di produzione gassosa. Le parti stesse vengono poi sottoposte ad energica dissossidazione entro apposita stufa a vuoto con parete di silice fusa, lasciandovole successivamente raffreddare entro atmosfera di idrogeno.

L'espulsione dei gas occlusi nel vetro viene operata, analogamente, riscaldando i palloncini in apposito forno mentre le pompe di vuotatura sono in azione, tenendo presente che i vetri al piombo possono essere portati nel vuoto fino alla temperatura massima di $460^\circ C$, i vetri al sodio fino a $500^\circ C$ ed i vetri pyrex fino a $600^\circ C$. Non è però da credere che con tale trattamento tutti i gas occlusi nel vetro vengano espulsi, in

quanto è noto che i silicati trattengono notevoli quantità di vapore d'acqua anche alle temperature predette; ma si può ritenere che i bulbi, così trattati, emettano piccolissime quantità di gas alle temperature ordinarie di funzionamento delle valvole (circa $100^\circ C$ nei triodi per trasmissione).

Secondo Langmuir, per rimuovere tutto il vapore acqueo dal vetro bisognerebbe eseguirne il riscaldamento a vuoto in due o più stadii di temperatura decrescente, mantenendo i globi per circa mezz'ora ad ognuna delle temperature. Sheerwood ha trovato che i gas emessi dal vetro alle basse temperature sono gas assorbiti per adesione molecolare, mentre a temperature superiori ai $300^\circ C$ avviene una vera e propria decomposizione del vetro, con emissione quasi esclusivamente di vapore d'acqua il quale, secondo Langmuir, si troverebbe in soluzione nel vetro. Da ciò emerge, ad ogni modo, di quale importanza sia, agli effetti del mantenimento del vuoto, il tenere fresche le valvole durante il loro funzionamento, ricorrendo, se del caso, ad apposito sistema di ventilazione.

Il trattamento termico preventivo in forno a vuoto di tutte le parti metalliche interne delle valvole e del vetro dovrebbe diminuire in grado rilevante la capacità di tali materiali ad assorbire nuove quantità di gas durante la successiva lavorazione dei tubi; ma non può escludere una più radicale epurazione gassosa a valvole sigillate, che viene eseguita per mezzo del bombardamento elettronico, portando il filamento alla massima accensione possibile, in modo che gli altri due elettrodi risultino sovrariscaldati per la degradazione dell'energia cinetica posseduta dagli elettroni. In queste condizioni il filamento di tungsteno emette ossido di carbonio in ragione del 70 o dell'80 % dell'intera emissione, anidride carbonica ed idrogeno per il rimanente; gli altri due elettrodi, se di nichel, emettono dal 75 al 90 % di ossido di carbonio, dal 20 al 10 % di anidride carbonica e piccole quantità d'H.

Attualmente vi è la tendenza di sostituire al bombardamento elettronico (che è poco economico, perchè cimenta eccessivamente i filamenti specialmente per l'urto degli ioni positivi, indebolendo così i triodi già prima che entrino in funzione) il sistema dei forni ad induzione ad alta frequenza del tipo derivato, per iniziativa di Northrup, da quelli stessi che s'impiegano nell'industria per la fusione di metalli preziosi, del quarzo, del vetro ed in genere per ottenere altissime temperature nei laboratori sperimentali.⁽³⁾

6. - *Pompe a vuoto.* — Le pompe meccaniche antecedenti a quella molecolare di Gaede (1912) presentano, allo stato attuale della tecnica, interesse puramente storico, nonostante gli ottimi servizi che ne furono tratti in numerose ricerche di laboratorio e nell'industria delle lampade ad incandescenza (pompa a pistone di Geryk e di Gaede, a mercurio di Sprengel, di Geissler-Toepler, pompe rotative a mercurio e in olio di Gaede, ed altre).

Attraverso i successivi perfezionamenti delle pompe medesime fu possibile spingere gradualmente le rarefazioni dall'ordine del millesimo fino ai $0,00005$ e $0,00002$ mm di colonna di mercurio, diminuendo contemporaneamente il tempo impiegato per ottenere tale grado di vuoto. Ma soltanto coll'avvento delle pompe molecolari e di quelle a condensazione di vapori di mercurio si ottennero i mezzi più idonei per raggiungere in brevissimo tempo vuoti dell'ordine del milionesimo e del decimilionesimo di mm di Hg, come sono quelli necessari nei tubi elettronici, ed in genere nei tubi duri.

La pompa molecolare di Gaede, descritta particolareggiatamente in varie pubblicazioni⁽⁴⁾, costituisce il risultato finale degli studi sui movimenti molecolari dei gas a bassissime pressioni e sulla viscosità gassosa (M. Knudsen, Smoluchowski, Gaede); essa si basa su di un principio che può ritenersi sufficientemente esatto, quando si tratti di un gas le cui molecole siano dotate, come avviene nei tubi a catodo caldo, della sola velocità normale dovuta all'agitazione termica. Secondo tale principio, le molecole gassose che investono una parete solida immobile rimbalzano con direzione e velocità completamente indipendenti dalla velocità intrinseca ante-collisione, comportandosi come se subissero una brevissima condensazione sulla parete stessa, rievaporando subito dopo in direzione qualunque.

Se perciò, come avviene nella pompa molecolare, la parete è animata da un movimento di traslazione — del tipo ro-

(2) Prodotto originale della Ditta americana « Corning Glass Works » e costruito attualmente anche in Europa dalla Società francese « Le Pyrex ».

(3) Bollettino Radiotelegrafico dell'Istituto E. e R.T. — Vol. II, N. 23, pag. 353.

(4) W. GAEDE - Phys Zeits. — Anno 1912, N. 13, pag. 867-870 e Ann. d. Phys., Anno 1913, N. 41, pag. 337-380.

tativo — in contrapposto di altra parete fissa posta a brevissima distanza, tutte le molecole del gas ambiente assumono in media, per effetto di viscosità, una componente di velocità eguale e parallela a quella da cui è animata la superficie mobile, ciò che provoca, fra punti determinati del percorso molecolare, differenze di pressione direttamente proporzionali al coefficiente di viscosità del gas, alla velocità di traslazione della parete mobile, alla lunghezza del percorso delle molecole ed inversamente proporzionali alla distanza delle pareti. E poichè il coefficiente di viscosità è indipendente dalla pressione, la differenza di pressione ottenibile con una data velocità risulta egualmente indipendente dalla pressione media del gas interno.

In queste condizioni un manometro derivato fra i due punti considerati segna sempre dislivello costante, e se uno di questi punti viene mantenuto per mezzo di pompa ausiliaria ad un grado di vuoto — detto *vuoto preparatorio* — pari alla differenza di pressione stabilita da determinate condizioni di spostamento della superficie mobile, nell'altro punto si avrà teoricamente pressione zero.

Nella pompa molecolare del Gaede lo spostamento avviene a velocità di rotazione intorno agli 8000 giri al minuto, ma che possono raggiungere anche i 12 000 giri; per cui, insieme agli altri particolari costruttivi, sui quali non è possibile intrattenersi, fu necessario provvedere un apposito sistema di cuscinetti in olio funzionanti per forza centrifuga, ciò che costituisce un notevole inconveniente dell'apparecchio, in quanto l'olio tende a penetrare nel corpo di pompa, sia per capillarità, sia all'atto dell'arresto, quando non sia stata ristabilita la pressione atmosferica in ogni parte della macchina.

A questi inconvenienti ha cercato di rimediare M. Holweck, costruendo una nuova pompa molecolare derivata da quella di Gaede, che può funzionare senza olio e quando ferma conserva a lungo la bassa pressione iniziale, conferita ad intervalli mediante pompa semplice da 1/50 di mm di mercurio (*). Sia la pompa di Gaede, sia quella di Holweck sono state adottate con vantaggio dal laboratorio Valvole ioniche del R. Arsenal di Spezia.

Lo stesso grado di vuoto che danno le pompe molecolari può essere raggiunto colle così dette pompe a vapori di mercurio, delle quali quella a *diffusione* di Gaede ha ormai ceduto il posto nella vuotatura dei tubi elettronici alla *pompa a condensazione* di Langmuir (1916) (**), che possiede maggiore rapidità di esaurimento ed è ritenuta da taluni preferibile alle stesse pompe molecolari.

Tanto la pompa a diffusione quanto quella a condensazione sono basate sul noto principio degli eiettori a getto gassoso, ma nella prima il gas da evacuare è spinto verso un getto di vapori di mercurio per diffusione attraverso ad orifizio strettissimo, mentre nella seconda sono gli stessi atomi di mercurio che nel collidere colle molecole gassose impartiscono ad esse una parte del momento di cui sono dotati, in virtù della loro altissima energia cinetica, condensandosi successivamente sulle pareti fredde della pompa.

Le prime pompe a condensazione costruite da Langmuir, e quelle stesse che furono costruite successivamente da altri (†), erano interamente in vetro, ma ora si preferisce, perchè più pratica, la pompa a condensazione metallica, che può dare vuoto fino a 0,000 000 01 di Hg ed è stata adottata anche dalla Regia Marina, sebbene sia meno usata delle pompe molecolari.

7. - *Perfezionamento del vuoto con l'aiuto dell'aria liquida.* — Questo metodo, basato sulle proprietà assorbenti del carbone scoperte da Dewar nel 1875 e già impiegato largamente dall'industria prima della creazione delle pompe molecolari ed a condensazione di vapori di mercurio, appartiene ai così detti metodi o *sistemi fisico-chimici* di perfezionamento del vuoto a base di speciali *assorbenti*. Questi processi, limitati dapprima all'uso del carbone di legno a bassissima temperatura (— 185° C) si vanno rapidamente estendendo anche ad altre categorie di sostanze impiegate nella tecnica delle lampade ad incandescenza e che agiscono come veri reagenti a caldo (*getters*) sui gas residui.

Si chiamano sistemi fisico-chimici in quanto non si cono-

sce ancora, nella maggior parte dei casi, se l'eliminazione dei gas in presenza degli assorbenti, ed in determinate condizioni di temperatura e pressione, si debba ascrivere a soli fenomeni di condensazione superficiale (*adsorption* degli inglesi e dei francesi), secondo la teoria delle forze interatomiche sviluppata da Langmuir, od a fenomeni di soluzione solida dei gas nei metalli e nei liquidi (*absorption*) od infine a vera e propria reazione chimica. J. W. McBain ha suggerito il nome generico di *sorption*, difficilmente traducibile in italiano, per includere l'insieme dei fenomeni suddetti che si utilizzano nella produzione del vuoto. (*).

Sebbene il carbone di legno, ed in grado maggiore quello derivato dalle noci di cocco e dal nocciolo, possieda le migliori qualità assorbitive dei gas, vi sono altre sostanze, come il vetro in polvere, la silice, l'alluminio, la lana di vetro, il torio, la schiuma di mare, ecc., che finemente sminuzzate e portate a *bassima temperatura* possono rendersi egualmente utili allo scopo suddetto; ma il carbone di legno è di gran lunga il più energico ed il più economico fra gli assorbenti da usarsi a bassa temperatura.

Blythwood ed Allen constatarono in una certa esperienza come 216 grammi di carbone di noce di cocco alla temperatura dell'aria liquida fossero in grado di abbassare in tre ore la pressione di 925 cm³ di aria da quella iniziale di 40 mm fino a 0,0009 mm di mercurio. Claude, del quale sono note le numerosissime ricerche sul potere di condensazione superficiale del carbone di legno, ha trovato che a pressioni dell'ordine del centomillesimo di mm di Hg un grammo di detta sostanza alla temperatura di — 185° C elimina 130 cm³ di idrogeno, oppure 18 000 cm³ d'azoto.

Importanti ricerche in questo senso furono condotte durante la guerra mondiale dal « Chemical Warfare Service » degli Stati Uniti d'America e da altri Istituti europei, per la necessità di adottare il miglior tipo di assorbenti dei gas asfissianti. Si trovò, ad esempio, che il potere assorbente del carbone vegetale varia notevolmente colla sua struttura, cioè colla porosità, e che il carbone tratto dalle noci di cocco ha potere assorbente per unità di volume di gran lunga superiore a quello ottenuto da legni meno densi; che tale potere è anche in relazione col trattamento subito durante la preparazione e coll'impiego anteriore del carbone; che alcuni gas rari, come il neon e l'elio, non vengono affatto assorbiti; che i carboni « purgati », ai quali cioè si è fatto alternativamente assorbire aria alla temperatura dell'aria liquida, espellendola successivamente a caldo, hanno potere assorbente maggiore, ma solo entro determinati limiti; che il carbone di legno scaldato nel vuoto fino a 900° C perde completamente le sue proprietà assorbenti, ma poi le riacquista col trattamento gassoso a temperature più basse, ed altri risultati non meno importanti.

L'interesse che presentano oggi tali deduzioni dal punto di vista pratico è alquanto diminuito, perchè la purificazione del vuoto coi processi a base di carbone di cocco e di nocciolo ed a base di aria liquida sembra destinata a passare in seconda linea per i costruttori di valvole, di fronte ad altri metodi più economici e di maggior rendimento.

Il sistema consisteva, come è noto, nell'intercalare fra la pompa ed i bulbi da vuotare, una apposita trappola costituita da una fiala riempita di assorbente, immersa in recipiente di Dewar pieno di aria liquida. Usando la pompa a condensazione di Langmuir si otteneva con ciò il duplice scopo di fissare i gas residui e di provocare la condensazione dei vapori di mercurio passati per diffusione dalla pompa verso il tubo da vuotare, ciò che non è di assoluta necessità eseguendo la vuotatura colle pompe molecolari.

Difatti nel Laboratorio Valvole della R. Marina si è preferito, fino a qualche tempo fa, di limitare l'impiego delle trappole a carbone ed aria liquida alla sola operazione di raffinamento definitivo del vuoto per mezzo del bombardamento elettronico, ed oggi si è abbandonato anche questo sistema in favore di quelli a reagente chimico, così diffusi nell'industria delle lampade ad incandescenza.

8. - *Assorbenti metallici dei gas.* — Sebbene tutti i metalli siano avidi di gas, soltanto pochi di essi si prestano praticamente per il miglioramento del vuoto. Così il palladio, o meglio il *nero di palladio*, specie di precipitato a fiocchi neri, quando portato alla temperatura dell'aria liquida in ebollizione (— 185° C), costituisce un assorbente molto energico per l'idrogeno, ed il *nero di platino* è, a sua volta, in queste con-

(*) M. HOLWECK - Pompe moléculaire-hélicoidale (« L'Onde Electrique », — Septembre 1923, N. 21, pag. 497-503.

(**) « L'Elettrotecnica » - 15 Febbraio 1920, Vol. VII, pag. 82.

(†) Bollettino radiotelegrafico dell'Istituto E.R.T., Vol. I, N. 9, Anno 1920, pag. 216/2.

dizioni un potente eliminatore dell'ossigeno. La « General Electric Company » si è valsa del nero di palladio nella vuotatura dei primi kenotron, nel suo Laboratorio di Schenectady.

I metalli della serie alcalina e quelli della serie alcalino-terrosa, compreso il torio, presentano a caldo, e specialmente allo stato di vaporizzazione, una grande affinità chimica per i gas e particolarmente per l'azoto; ma siccome la maggioranza di essi possiede tensione di vapore troppo alta, soltanto i metalli del gruppo delle terre rare, come torio e zirconio, hanno ricevuto qualche applicazione nella vuotatura dei tubi di Coolidge, con un processo basato sulla sublimazione della polvere di torio, per mezzo del quale risultano rapidamente eliminati tanto l'azoto quanto l'ossigeno, l'idrogeno, il vapor d'acqua, l'ossido di carbonio e gli altri gas residui.

Sono poi generalmente note le proprietà assorbitive possedute dai vapori di tungsteno sviluppati da filamenti accesi in vuoto imperfetto, per cui i gas residui sono fissati per reazione chimica sulle pareti fredde del recipiente, con una fenomenologia assai vasta che interessa la stessa tecnica delle lampade ad incandescenza. Langmuir, che ha studiato profondamente il comportamento dei vapori di tungsteno ed anche di quelli di molibdeno in presenza dei gas, ha tratto dalle suddette proprietà un'ingegnosa applicazione, costruendo una valvola con anodo costituito da sottilissima pellicola metallica depositata sulle pareti del vetro per effetto di sublimazione del tungsteno in vuoto parziale (1918).

Ma poichè tali reazioni non avvengono più, od avvengono in modo imperfetto, quando la rarefazione raggiunge i limiti del vuoto esistente negli odierni tubi elettronici duri, la depurazione gassosa coi soli vapori di tungsteno non ha ricevuto pratica applicazione nella vuotatura, se non in quei casi in cui risulta possibile di combinare l'impiego di un filamento incandescente con quello di un campo elettrico, vale a dire producendo attraverso i gas una scarica a bassa tensione. Siccome ciò equivale ad aumentare notevolmente la velocità degli ioni positivi gassosi — tanto che essi possono penetrare nelle pareti del vetro nella stessa maniera delle particelle *alfa* (atomi di elio caricati positivamente) espulse dagli atomi radioattivi — ne risulta enormemente aumentata la loro attitudine a combinarsi chimicamente colle molecole gassose colle quali si scontrano, epperò a fissarle.

Nel caso particolare dell'azoto si trova, ad esempio, che con alte pressioni l'effetto della scarica elettrica si traduce in reazione elettrochimica, in quanto l'azoto si combina col tungsteno in un composto chimico permanente, mentre alle basse pressioni l'azione è puramente meccanica e reversibile e cioè l'azoto rimane fissato sul vetro in modo da esserne nuovamente espulso per effetto di riscaldamento.

Codesti fenomeni, benchè osservati da Plücher fin dal 1858, e resi evidenti colla successiva constatazione del graduale indurimento dei tubi per raggi X, sono di loro natura assai complessi e tutt'altro che completamente spiegati, comprendendo azioni chimiche fra i gas ed il vetro, fra i gas ed il catodo o l'anodo, occlusione dei gas nel vetro, nel catodo, ecc. Così si osserva: che la quantità di gas assorbita per scarica elettrica dipende anche dalla qualità del vetro e cioè l'eliminazione gassosa risulta minima coi vetri di Jena, maggiore coi vetri al piombo e massima con quelli a base di sodio; che l'assorbimento aumenta con la tensione anodica e col diminuire della pressione ed è in rapporto col così detto « potenziale di ionizzazione », che tale assorbimento è più o meno rapido ed energico a seconda della natura dei reagenti volatilizzati, e così via.

Quest'ultima causa sembra avere preponderanza decisa su ogni altra, se ciò deve arguirsi dall'estensione che vanno prendendo studii, esperienze ed applicazioni coi vari assorbenti metallici, non solo nella tecnica delle lampade elettriche, in cui il processo di vuotatura con pompe a stantuffo (1/8 di mm. di Hg) e fosforo amorfo è in uso da parecchi anni (esperienze di Malignani del 1894), ma altresì nella vuotatura dei tubi elettronici. Esperienze fatte da Dushman e Huthsteiner survolando a filamento acceso lampade ad incandescenza monowatt da 100 candele e 120 V fino a 156 V, da prima in condizioni normali, ed introducendo successivamente in esse piccole tracce di fosforo, hanno dimostrato che mentre nel primo caso occorre circa un quarto d'ora per far discendere la pressione interna dal valore iniziale di 1 micron fino ad un centesimo di micron circa, nel secondo bastava un minuto per far sparire il 90 % del gas residuo. S'intende che in tali esperienze — come del resto nella pratica ordinaria di fabbricazione delle lampadine — il campo elettrico di ionizzazione è unicamente quello che esiste fra le due estremità del filamen-

to, e ad esso si deve la luminescenza bluastra caratteristica che accompagna il fenomeno di assorbimento durante la prima fase di rapido abbassamento della pressione, dopo di che la luminescenza sparisce e la pressione decresce più lentamente.

Il fosforo ha azione prevalente sull'idrogeno, ed anche sul vapor d'acqua, come conseguenza delle sue ottime qualità igroscopiche; quando la sua volatilizzazione non è troppo spinta non conferisce alcuna colorazione sensibile ai bulbi, ciò che lo rende più adatto di altri assorbenti metallici, come magnesio, arsenico, solfo, iodo, nella vuotatura dei grossi triodi, nei quali la trasparenza del vetro ha tuttora notevole importanza, per la necessità di sorvegliare le piastre.

Prove esaurienti fatte anche nel R. Arsenal di Spezia, in seguito ad indicazioni del collega Prof. Vallauri, hanno dimostrato che il magnesio ha azione più energica del fosforo sui gas residui e dà quindi vuoto migliore, ma il precipitato solido che si deposita sulle pareti vi costituisce una patina metallica lucente, la quale, oltre a peggiorare l'isolamento fra elettrodi, rende le lampade opache, ciò che non è però un grave inconveniente per le valvole di ricezione. Anzi, si è trovato che il sistema di vuotatura al magnesio è indispensabile nelle valvole riceventi con filamento al torio — sulle quali riferisce a parte il collega Ing. Matteini — richiedendosi in esse un grado di vuoto ben più alto che in quelle a consumo normale, allo scopo di impedire eventuali azioni chimiche fra i gas residui e lo strato di torio superficiale. E' stato anche possibile, pur procedendo alla vuotatura al magnesio, evitare il deposito su determinate parti dei bulbi, così da permettere sia la sorveglianza dell'accensione, sia un migliore isolamento elettrico fra i vari elettrodi di passaggio. (*)

Spezia - Officina Radiotelegrafica della R. Marina,
Luglio 1924.

(*) Nella compilazione di questi appunti, dedicati ai colleghi dell'A.E.I. e della Regia Marina che s'interessano particolarmente della tecnica costruttiva dei tubi elettronici, mi furono di valido aiuto le varie relazioni del Laboratorio di ricerche della « General Electric Co » e specialmente il lavoro magistrale del Dushman (The production and measurement of high vacua - General Electric Review, Vol. XXIII e Vol. XXIV, 1920 e 1921) nonché i preziosi suggerimenti del Dott. Livio Pavolini del Laboratorio chimico della R. Marina in San Bartolomeo, a riguardo della chimica degli elettrodi e del vetro.

PROGETTO DI TUBI ELETTRONICI PER RADIOTELEGRAFIA □ □ □ □ □

CARLO MATTEINI



Comunicazione alla XXIX Riunione Annuale dell'A. E. I.
Spezia - Settembre 1924

1. *Generalità.* — I tubi elettronici si sono imposti in un breve volger di anni nella radiotecnica per le loro preziose qualità e sono stati anzi uno dei principali fattori del rapido progresso da essa compiuto.

La costruzione di questi apparecchi è stata, fin quasi ad oggi, largamente basata su criteri empirici. Ormai, con le maggiori nozioni acquisite sul comportamento dei tubi elettronici e con i numerosi risultati sperimentali di cui si può disporre, è possibile procedere con criteri più razionali, se non ad un esatto calcolo costruttivo di un tubo elettronico, almeno a una determinazione di massima delle dimensioni delle varie parti che lo costituiscono.

Crediamo perciò che sia di qualche interesse far conoscere i metodi seguiti, per questo progetto, nel Laboratorio Valvole Ioniche della R. Marina, ed i criteri prescelti per le determinazioni sperimentali, che hanno condotto appunto all'adozione di tali metodi. Naturalmente nella elaborazione di questi sistemi di calcolo, ci siamo valse dei più recenti studii in materia (1), servendoci però, per quanto riguarda diagrammi e tabelle, dei risultati ottenuti da esperienze appositamente istituite.

I criteri da noi adottati non pretendono naturalmente di

(1) G. STEAD - The short tungsten filament as a source of light and electrons (Journal I. E. E. Vol. 58, pag. 107-117, gennaio 1920).

B.S. GOSSLING - The development of thermionic valves for naval uses, (riass. in Radio Review, Vol. I, Agosto 1920, pag. 544).

condurre a risultati rigorosamente esatti, anzitutto perchè il comportamento di un tubo elettronico è talmente complesso, che non è possibile tener conto di tutto in un calcolo teorico, e poi perchè non è stato sempre possibile di raggiungere nelle misure tutta la precisione desiderabile. In sostanza si è cercato di sviluppare un metodo che permettesse un calcolo di massima delle dimensioni di un tubo elettronico, mirando più che altro a ridurre il numero delle prove sperimentali, che erano prima necessarie per ottenere un triodo di determinate caratteristiche.

2. Criteri generali di calcolo. — I tubi elettronici usati in radiotelegrafia si possono dividere in tre categorie: 1° tubi elettronici a tre elettrodi (triodi), per apparati riceventi; 2° tubi elettronici a tre elettrodi (triodi), per apparati trasmissenti; 3° tubi elettronici a due elettrodi (diodi), adoperati come raddrizzatori di corrente negli apparati trasmissenti.

I criteri di calcolo sono presso a poco gli stessi per i tubi dei tre tipi. Comunque, conviene trattare distintamente i tre casi, poichè, specialmente per quanto si riferisce alle dimensioni da attribuire agli anodi, vi è una differenza sostanziale fra tubi riceventi e trasmissenti. Infatti, in questi ultimi, le dimensioni degli anodi sono imposte dalla potenza perduta nell'interno del tubo, che deve poter essere dissipata in calore senza compromettere l'integrità di esso.

I dati, in base ai quali si può procedere al calcolo del tubo, sono generalmente:

Per triodi riceventi: la corrente anodica per tensione di griglia uguale a zero, la pendenza della caratteristica (o conduttanza mutua), il coefficiente di amplificazione interna e spesso anche la corrente di saturazione e la tensione anodica di esercizio.

Per triodi trasmissenti: la potenza utile che devono sviluppare, la corrente anodica normale, la pendenza e il coefficiente di amplificazione.

Per i diodi: la corrente anodica di utilizzazione e la tensione continua che si vuole avere ai capi del condensatore livellatore.

Molte volte poi è fissata per il costruttore anche la tensione di accensione dei filamenti, questo più specialmente per i triodi riceventi, per i quali si è ormai giunti ad una vera normalizzazione di tipi, analoga a quella delle lampadine elettriche.

La parte del calcolo, che si riferisce alla determinazione delle dimensioni del filamento, è identica per tutti i tipi di tubi elettronici, perciò abbiamo anzitutto sviluppato questa, trattando poi, separatamente per ogni tipo, il calcolo delle dimensioni geometriche degli elettrodi, riferito unicamente al caso di elettrodi cilindrici.

3. Caratteristiche dei filamenti. — L'emissione elettronica totale (corrente di saturazione) in un tubo elettronico, dipende unicamente dal catodo incandescente. Tale catodo è in generale costituito da un filamento del tipo di quelli usati per le lampadine elettriche. Fino a poco tempo fa si usavano esclusivamente gli stessi filamenti di tungsteno delle lampade e solo da poco si è cominciato ad impiegare per i tubi elettronici i filamenti di tungsteno al torio, che, a parità di temperatura, danno una emissione elettronica assai superiore a quella dei filamenti di tungsteno puro. Negli esperimenti da noi eseguiti si è potuto constatare, che si ha vantaggio usando filamenti al torio, quando la percentuale di quest'ultimo sia dell'ordine del 2%. Lo sfruttamento delle preziose qualità del torio è però subordinato alla possibilità di lavorare in un vuoto più spinto, di quello che si ha nei triodi con filamento di tungsteno, e all'aver fatto subire un appropriato trattamento termico ai filamenti, in modo che il torio venga ad affiorare, e rivesta il tungsteno di una sottile pellicola. Bastano infatti le minime tracce di un gas, o peggio ancora di vapore acqueo⁽²⁾, perchè si produca la disintegrazione di questa sottile superficie di torio, e il filamento perda quindi le sue proprietà. Per costruire triodi con filamento toriato è quindi necessario ricorrere a sistemi, che consentano di ottenere un vuoto superiore a quello che si può avere con pompe molecolari e con carbone ed aria liquida. Ci è stato possibile ottenere un tale vuoto facendo uso del magnesio, nel modo che è accennato più particolarmente nello studio del Com. Montefinale.

Il trattamento termico per ottenere l'affioramento del torio consiste nel riscaldare il filamento nel vuoto, dopo monta-

to, portandolo ad una temperatura che è di 1600° C secondo Langmuir, e di 1900° ÷ 2000° C secondo Fleming. Nelle nostre esperienze, questa temperatura è risultata di 1800° circa. Si è inoltre riscontrato che, per ottenere l'affioramento del torio, non basta che il filamento sia portato ad una temperatura di 1800°, ma occorre che nello stesso tempo sia applicata all'anodo e alla griglia, riuniti in parallelo, una tensione positiva due o tre volte superiore a quella di esercizio. La durata di questo trattamento è in media di 1 o 2 minuti primi, dopo i quali il torio si è completamente diffuso alla superficie del filamento.

4. Calcolo dei filamenti. — L'emissione elettronica di un filamento dipende, oltre che dalla natura, anche dalla temperatura a cui esso è portato e dalle sue dimensioni. Il riscaldamento viene effettuato per mezzo della corrente elettrica. Perciò, fissata la temperatura che si deve raggiungere, il progetto di un filamento, si riconduce al problema di determinarne le dimensioni, in modo che si abbia l'emissione elettronica voluta, e di calcolare i valori di tensione e di corrente di accensione, necessari per ottenere che sia raggiunta la temperatura fissata. Nella scelta di questa, l'elemento più importante da considerare è la vita del filamento, che risulta tanto più lunga, quanto meno spinta è la temperatura di esercizio. Conviene quindi scegliere la minima temperatura compatibile con una certa emissione elettronica, senza dover ricorrere a dare dimensioni esagerate al catodo.

Un altro fattore importante, relativo alla durata, è la sezione del filamento. A parità di temperatura, conviene infatti operare con filamenti di sezione maggiore, anche se la potenza occorrente per l'accensione debba essere più grande, per poter conferire al triodo una maggior resistenza meccanica agli urti ed alle vibrazioni ed in genere una maggior durata. La robustezza del filamento è particolarmente importante per i triodi che debbono essere impiegati su navi e su aeroplani. Un limite superiore all'accrescimento del diametro è imposto dalla necessità di dover impiegare filamenti non troppo corti, divenendo difficile e costosa, se non impossibile, la lavorazione per lunghezze inferiori ai 15 mm.

Il metodo da noi seguito per il calcolo dei filamenti, è analogo a quello usato per le lampadine elettriche. Si può infatti parlare di emissione elettronica in milliamper per watt, nello stesso modo che si parla di candele per watt, relativamente alle lampade. Per una data sostanza, l'emissione per cm² del catodo dipende solo dalla temperatura; questa poi è caratterizzata dal numero di watt per cm². In conseguenza anche l'emissione per watt di una data sostanza avrà un determinato valore per ogni temperatura. Sperimentalmente abbiamo ricavato, nel modo che vedremo più avanti, le curve che ci danno l'emissione E , in milliamper per watt, in funzione della tem-

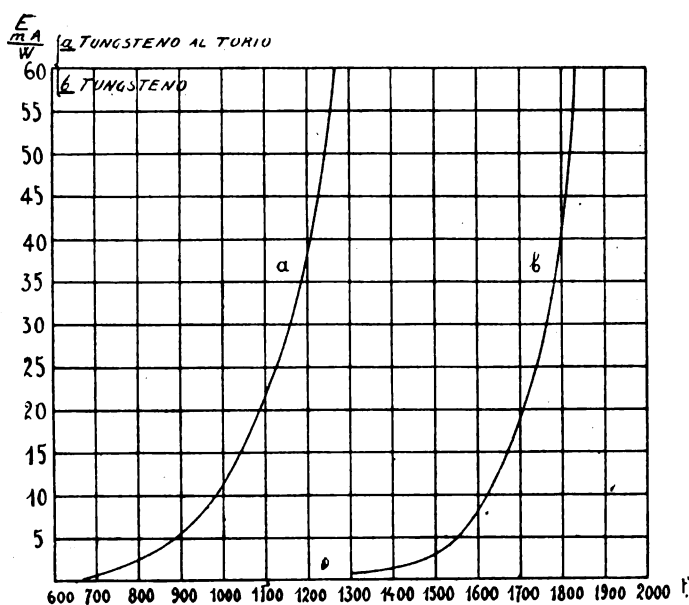


Fig. 1.

peratura. Queste curve, riportate nella fig. 1, sono state determinate per il tungsteno al torio (curva a), e per il tungsteno ordinario (curva b). Facciamo notare intanto che, nel presente studio, tutte le temperature sono centigrade e non assolute. Per la temperatura di funzionamento sono stati da noi

(2) J. LANGMUIR - Fenomeni fondamentali nei tubi elettronici con catodo di tungsteno. — (G. E. R., vol. XXIII, n. 6, pag. 503 e n. 589 e Bollettino R. T., vol. II, n. 13, pag. 6).

rispettivamente scelti, in base all'esperienza fatta, i valori di 1640° circa per il tungsteno e di 1200° per il tungsteno al torio.

Fissata la temperatura e data l'emissione elettronica totale che si vuole ottenere, per mezzo delle curve della fig. 1, potremo ricavare la potenza che occorre per l'accensione del filamento. Da questa potremo agevolmente dedurre le dimensioni del filamento stesso.

Al costruttore molte volte è imposta la tensione di accensione. Quando ciò avviene, converrà stabilire il valore di questa, tenendo presente che quanto la tensione è minore, tanto maggiore è il diametro del filamento, e tanto maggiori saranno le probabilità di lunga durata di esso per le ragioni che abbiamo precedentemente esposto. Per altro gli stessi motivi che limitano l'aumento del diametro, limitano la diminuzione della tensione.

Nota la potenza e la tensione di accensione, si ha anche il valore della corrente. Il problema si riconduce quindi a quello di determinare quale è il diametro di un filo, che, percorso da una data corrente, è portato alla temperatura voluta. La relazione esistente fra queste tre grandezze è data dalla nota formula

$$t = \frac{0,24}{h} \frac{4 \rho}{\pi} \frac{i^2}{d^2}, \quad [1]$$

dove h è il coefficiente di emissione termica, ρ la resistenza specifica del materiale costituente il filo in Ω cm, i la corrente in A, e d il diametro del filo in cm. Per temperature molto elevate h e ρ cessano di essere costanti, perciò abbiamo ritenuto opportuno determinare sperimentalmente la relazione fra t , i , e d . Su h ha influenza anche il grado di vuoto esistente nel triodo, e si è infatti constatato che per vuoti bassi occorre, a parità delle altre condizioni, una corrente assai più grande per raggiungere la stessa temperatura, come era evidentemente prevedibile.

Per una data temperatura, h e ρ ritornano ad essere costanti, e la [1] può scriversi allora sotto quest'altra forma:

$$i = \alpha d^x \quad [2]$$

dove $x = \frac{0,24 \cdot 4 \cdot \rho}{\pi h t}$. Determinando quindi sperimentalmente la relazione che esiste fra t e i per un filamento di un dato diametro, si può per mezzo della [2] ricavare questa relazione per qualsiasi altro diametro.

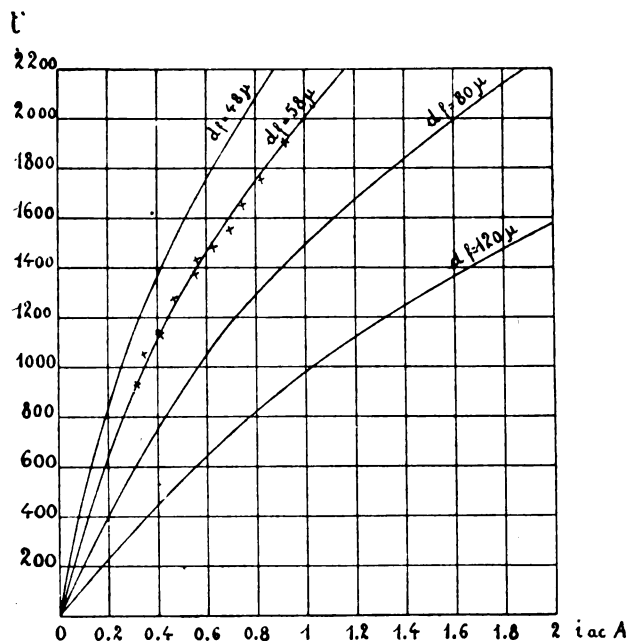


Fig. 2.

La determinazione sperimentale è stata effettuata misurando, per mezzo di un pirometro ottico e per diversi valori della corrente di accensione, la temperatura di un filamento di 58 micron, con il quale avevamo appositamente costruito alcune lampadine, aventi lo stesso grado di vuoto dei triodi. Come conferma, si è misurata la temperatura dei filamenti di alcuni triodi, ma tale misura è risultata assai meno agevole della precedente, per la difficoltà di traggardare dall'esterno un filo che è completamente circondato dalla placca. Per questa

ragione abbiamo preferito fare tali misure soltanto a scopo di controllo, ed effettuare la ricerca osservando il filamento delle lampadine speciali. I risultati delle esperienze sono riportati in forma grafica nella fig. 2. La curva relativa al diametro di 58 μ è sperimentale, mentre quelle relative agli altri diametri sono state ricavate dalla prima con l'ausilio della [2]. Si è constatato inoltre che l'aggiunta del torio non ha alcuna influenza apprezzabile sull'andamento di queste curve. Esse possono quindi essere adoperate indifferentemente per i filamenti di tungsteno ordinario e di tungsteno al torio.

La curva sperimentale, precedentemente determinata per il diametro di 58 μ , permette di calcolare il valore di x per qualsiasi temperatura. Il problema che ci eravamo proposti può quindi essere risolto per mezzo della [2].

Per calcolare la lunghezza del filamento basta ricordare che, in base alla legge di Ohm,

$$l = \frac{\pi d^2 V}{4 \rho i}$$

e sostituendo ad i il suo valore in funzione di d , si ha

$$l = \frac{\pi d^{\frac{1}{x}} V}{4 \rho x} \quad [3]$$

che può mettersi anche sotto la forma

$$\frac{l}{V} = \frac{\pi d^{\frac{1}{x}}}{4 \rho x}$$

Questa relazione è stata pure determinata sperimentalmente per le temperature di 1200° e di 1640° C, che sono quelle da noi scelte per i filamenti di tungsteno al torio e di tungsteno ordinario. Queste curve sono riportate nella fig. 3.

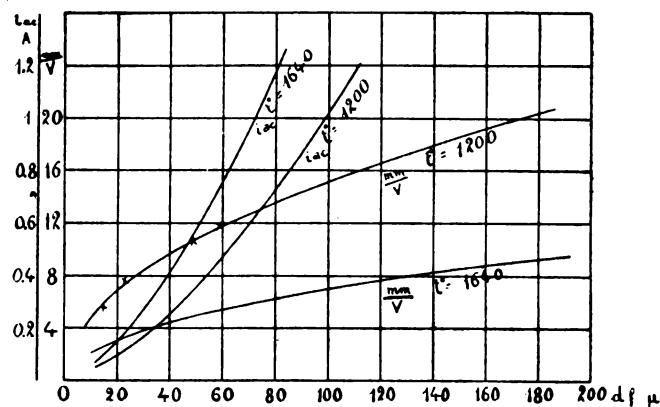


Fig. 3.

Nella stessa figura abbiamo tracciato le due curve rappresentate dall'equazione [2] per le medesime temperature. Perciò, entrando in questo diagramma con il valore della corrente di accensione, si hanno subito il diametro del filamento e la lunghezza di esso in mm per volt. Da quest'ultima, per mezzo della tensione di accensione, si ricava la lunghezza totale del filamento.

5. Distribuzione della temperatura lungo il filamento. — Il procedimento di calcolo delle dimensioni del filamento, esposto nel paragrafo precedente, presuppone che la temperatura sia praticamente uniforme per tutta la lunghezza. In realtà, per l'azione raffreddante degli elettrodi di sostegno, la temperatura del filamento va gradatamente decrescendo dal centro verso le estremità (a parte l'influenza di eventuali appoggi intermedi). Un filamento calcolato nel modo anzidetto dà perciò una emissione elettronica inferiore a quella che ci eravamo prefissi di ottenere. Bisogna quindi introdurre nel calcolo una correzione, che tenga conto della disuniformità della temperatura, e che ci permetta perciò di ottenere risultati più rispondenti alla realtà.

Per determinare quali siano le leggi seguite da questa correzione, abbiamo esaminato, a mezzo di un pirometro ottico, il modo di distribuirsi della temperatura lungo filamenti di diverso diametro e di diversa lunghezza, per differenti temperature della porzione centrale del filamento.

Per questo scopo, abbiamo costruito una serie di speciali lampadine a filamento rettilineo, e misurato a mezzo del pirometro la temperatura di zone della lunghezza di 2 mm.

ricoprendo, con appositi schermi, la rimanente parte. Da queste misure è risultato che, come era prevedibile, per un dato diametro, qualunque sia la lunghezza del filamento, la temperatura massima viene raggiunta sempre alla stessa distanza dalle estremità. Riportiamo ad esempio, nella fig. 4, le curve sperimentali ottenute per due filamenti di tungsteno del diametro di 58μ , e della lunghezza rispettivamente di 15 e di 21 mm. Le curve della fig. 5 mostrano invece il modo di variare della distribuzione della temperatura, per i diversi valori massimi di questa e per due differenti diametri: 48 e 180μ .

Dal confronto delle due serie di curve si può dedurre, che la temperatura massima viene raggiunta in un punto tanto più vicino all'estremità, quanto più piccolo è il diametro.

FILAMENTI DI TUNGSTENO $\phi 58 \mu$

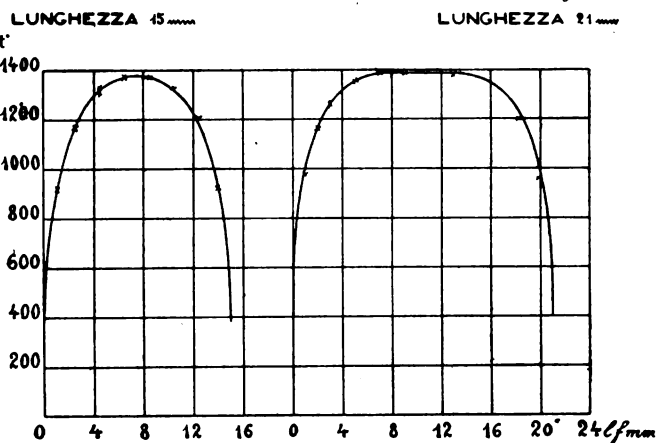


Fig. 4.

Queste misure sono state effettuate per molti filamenti di differente diametro e lunghezza, per poterne trarre conclusioni relativamente sicure. Ci siamo però limitati a riportare solo i risultati relativi ad alcuni casi limite, per ragioni di spazio. Riassumendo, le conclusioni generali che si possono trarre dalle esperienze sono le seguenti:

1° Per una data temperatura e per un dato diametro, la temperatura raggiunge il valore massimo ad una distanza dagli estremi, che è indipendente dalla lunghezza del filamento.

FILAMENTI DI TUNGSTENO

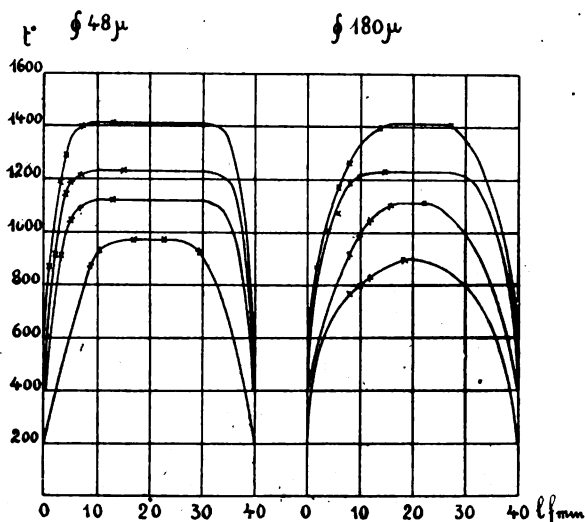


Fig. 5.

2° per un dato diametro, la temperatura raggiunge, nella massima parte dei casi sperimentati, il valor massimo ad una distanza tanto minore dagli estremi, quanto più elevata è la temperatura stessa.

3° Per una data temperatura, la distanza predetta è tanto minore, quanto più piccolo è il diametro del filamento.

In base a queste conclusioni potremo procedere alla determinazione quantitativa della correzione di cui abbiamo prima parlato. Se I_s è l'emissione elettronica totale di un filamento di lunghezza l , lungo il quale la temperatura è distribuita nel modo anzidetto, e se I'_s è l'emissione che si avrebbe dal medesimo filamento se la sua temperatura fosse costante

ed eguale alla massima del caso precedente, la correzione può essere calcolata considerandola come una correzione c della lunghezza l del filamento, che soddisfi alla relazione:

$$\frac{I_s}{l-c} = \frac{I'_s}{l} \quad [4]$$

In altri termini, si tratta di sostituire alla lunghezza reale l , una lunghezza fittizia $l' = l - c$ di un filamento a temperatura costante, che ci darebbe la stessa emissione I_s . La correzione c , determinata con questo concetto, è indipendente dalla lunghezza del filamento. Questo avviene in base alla 1ª delle conclusioni che abbiamo anteriormente dedotto. La correzione dipende invece dalla temperatura e dal diametro.

Per calcolare c abbiamo costruito alcuni diagrammi, portando come ascisse le distanze delle varie zone del filamento dall'estremità e come ordinate le emissioni elettroniche corrispondenti alla temperatura di ogni singola zona. Eseguendo l'integrazione grafica di detti diagrammi, estesi a tutta la lunghezza del filamento, si ha il valore della emissione elettronica totale I_s , mentre per mezzo della loro ordinata massima, si ricava la emissione totale fittizia I'_s . Da questi valori, per mezzo della [4], si ottiene c . Per tracciare i diagrammi era necessario conoscere la legge di variazione dell'emissione elettronica in funzione della temperatura, e d'altra parte le curve della fig. 1 non erano state ancora determinate, perchè è stata appunto la conoscenza della correzione cercata, che ha

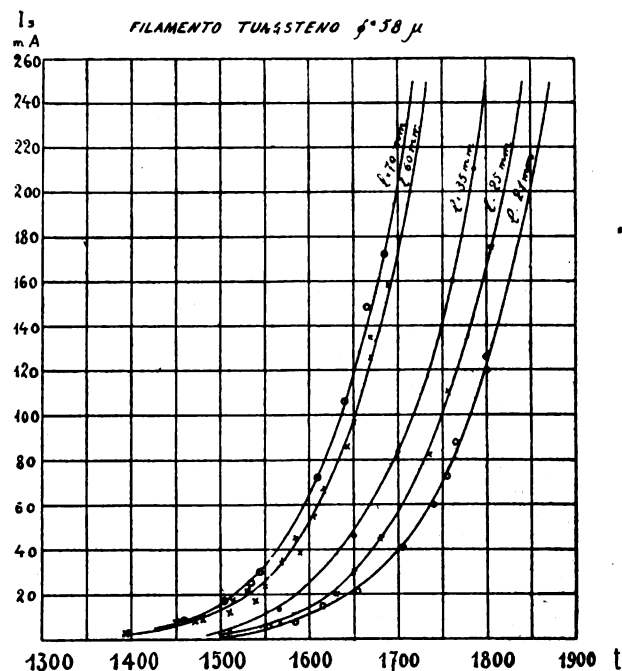


Fig. 6.

permesso di tracciare quelle curve. Non abbiamo ritenuto opportuno servirci della formula del Richardson, perchè essa, pur rappresentando assai esattamente il modo di variare della corrente elettronica in funzione della temperatura, comprende due costanti, che possono variare alquanto a seconda dei materiali usati e delle condizioni sperimentali. Mediante i risultati di apposite esperienze è stato possibile costruire diagrammi ausiliari di emissione in funzione della temperatura, i quali a loro volta hanno permesso di calcolare la correzione c nel modo indicato.

La detta correzione non dipende soltanto dalla temperatura e dal diametro, ma anche dalla natura del filamento. Infatti, se la legge di distribuzione della temperatura è la stessa per filamenti di diversa natura, non è uguale la legge di variazione dell'emissione in funzione della temperatura. Abbiamo perciò determinato le correzioni separatamente per il tungsteno al torio e per il tungsteno ordinario. Per quest'ultimo si è proceduto poi anche ad un calcolo più diretto della correzione. Si sono costruiti alcuni diodi, aventi tutti filamenti dello stesso diametro, ma di lunghezza differente e si è misurata la corrente di saturazione per diverse temperature del filamento, ottenendo le curve della fig. 6, in cui le ascisse rappresentano la temperatura massima, cioè quella della parte mediana del filamento. Se le ipotesi prima fatte corrispondono alla realtà, vale a dire se per un dato diametro e per una data temperatura

c è indipendente dalla lunghezza del filamento, deve essere soddisfatta la relazione

$$I_s = I_u (l - c)$$

dove I_u è l'emissione elettronica per unità di lunghezza fittizia del filamento. Questa equazione rappresenta una retta, e quindi, se la detta relazione è soddisfatta, tracciando il diagramma di $I_s = f(l)$ con i valori ricavati dalle curve della fig. 6, devono ottenersi delle rette variamente inclinate a seconda della temperatura, che tagliano l'asse delle ascisse in un punto di ascissa uguale a c .

I risultati sperimentali hanno confermato ciò pienamente, e riportiamo, come esempio, nella fig. 7 alcune di queste rette.

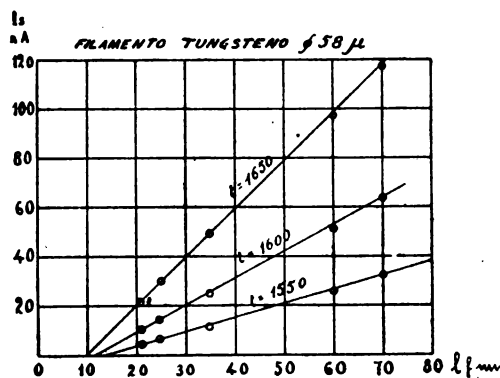


Fig. 7.

Non si è eseguito il calcolo di c con questo sistema per il tungsteno al torio, perchè si può ottenere da esso la grande emissione elettronica che è propria del torio, solo dopo aver fatto subire al filamento lo speciale processo che provoca lo affioramento del torio. Ora nella pratica, se è abbastanza facile ottenere triodi con filamenti toriati, che abbiano caratteristiche assai simili, è invece difficilissimo ottenere che in differenti triodi si abbia l'affioramento del torio nella stessa identica maniera.

Non vi era quindi la possibilità di determinare c con il metodo suaccennato per i filamenti toriati, perchè si poteva attribuire alla disuniformità della temperatura una minore emissione elettronica, dipendente invece da un insufficiente affioramento del torio. Ad ogni modo fra i due metodi seguiti per la determinazione di c non vi è differenza sostanziale riguardo ai risultati. Infatti si è potuto constatare che, determinando per uno stesso filamento la correzione con i due metodi, i risultati sono concordanti.

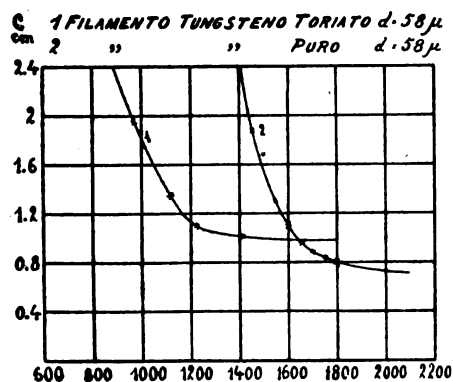


Fig. 8.

Nella fig. 8 abbiamo riportato le curve della correzione c in funzione di t per due filamenti dello stesso diametro, uno di tungsteno al torio e uno di tungsteno ordinario. La fig. 9 dà invece c in funzione del diametro, per alcune temperature.

Noto il valore di questa correzione, è stato possibile risalire dai valori della emissione integrale, misurati per filamenti ordinari di lunghezza l , ai valori effettivi dell'emissione specifica (in milliamperere per watt di accensione) per una data temperatura. Con tale procedimento sono stati dedotti i diagrammi della fig. 1.

Per calcolare in modo più esatto un filamento, così da ottenere una certa emissione elettronica, converrà partire da un valore I'_s alquanto superiore a quello che si vuole ottenere.

Calcolato il filamento in funzione di I'_s , con il metodo esposto al § 4, in base alla correzione c testè determinata, ricaveremo per mezzo della [4]: $I_s = I'_s \frac{l-c}{l}$.

Se I_s è assai prossimo al valore che volevamo ottenere, potremo costruire il filamento delle dimensioni così calcolate; altrimenti si dovrà procedere ancora per successive approssimazioni. Ovvero il calcolo può farsi partendo da una tensione di accensione alquanto inferiore a quella data e dal giusto valore di I_s e poi aggiungere c alla l ricavata, verificando se la tensione necessaria è abbastanza prossima a quella data e, se

2 CURVA Sperimentale DELLE CORREZIONI
PER FILAMENTI TORIATI $d=58 \mu$
1 CURVA DELLE CORREZIONI FILAMENTI TORIATI $d=1200$
cm 3 " " " " "TUNGSTENO $d=1660$

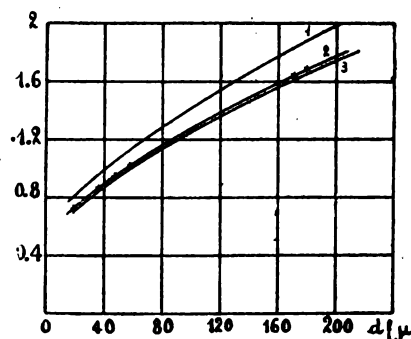


Fig. 9.

è necessario, procedere anche qui per approssimazioni successive.

Se poi si fosse liberi di scegliere a piacere la tensione, si potrebbe senz'altro calcolare il filamento per la I_s voluta ed accrescere poi di c la lunghezza ricavata; in tal caso è arbitraria la scelta a priori del diametro ovvero della intensità di corrente. (3)

6. Relazione fra le temperature media e massima dei filamenti. — Avendo eseguito le esperienze precedentemente descritte per determinare il valore della correzione c , ci è sembrato interessante ricavare, dai dati già raccolti, anche il rapporto che intercede fra la temperatura media e la massima di un filamento. Ciò può riuscire particolarmente utile, quando dal rapporto fra resistenza a caldo e resistenza a freddo, si voglia risalire al valore massimo della temperatura, poichè è

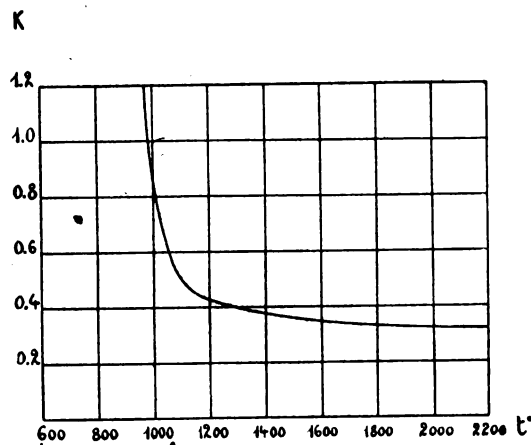


Fig. 10.

evidente che il rapporto fra le due resistenze si riferisce alla temperatura media e non alla massima. Detto rapporto è stato da noi espresso in funzione di una correzione β , calcolata con gli stessi criteri della correzione c per l'emissione elettronica. Fisicamente il ragionamento da noi seguito non è rigoroso, ma quantitativamente conduce a risultati soddisfacenti ed ha inoltre il vantaggio di fornirci un termine di correzione indipendente

(3) Si noti che in realtà occorre dare al diametro un valore del $2 \pm 3\%$ superiore a quello calcolato, per tener conto della diminuzione che esso subisce durante la lavorazione per la costruzione del triodo.

dalla lunghezza del filamento. Procedendo allora in modo analogo a quanto si è fatto per la correzione c , si è stabilita la seguente relazione

$$\frac{t_{\max}}{l} = \frac{t_m}{l - \beta} \quad [5]$$

dove t_{\max} e t_m sono rispettivamente le temperature massima e media (centigradi). La determinazione di β si è fatta procedendo anche in questo caso alla integrazione grafica dei diagrammi, che danno la distribuzione della temperatura in funzione della lunghezza del filamento. Si è così potuto stabilire che la correzione varia secondo la radice quadrata del diametro, e si può quindi porre

$$\beta = k d^{\frac{1}{2}}$$

Anzichè tracciare le curve relative a diversi diametri, abbiamo ritenuto più utile tracciare la curva di k in funzione di t (figura 10). Nella formula precedente β risulta espresso in cm per d espresso in μ . Noi abbiamo così tutti gli elementi per determinare il rapporto fra la temperatura media e la massima; dalla [5] si ha infatti

$$\frac{t_m}{t_{\max}} = 1 - \frac{k d^{\frac{1}{2}}}{l}$$

Servendoci di questa relazione abbiamo tracciato nella fig. 11 tre curve, che mostrano come varii, per una data temperatura

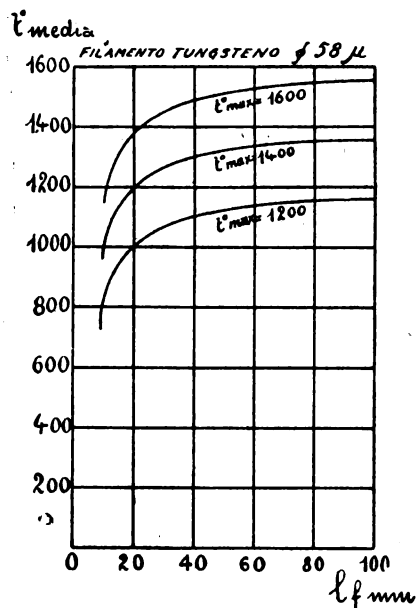


Fig. 11.

massima, la temperatura media a seconda della lunghezza dei filamenti. Queste curve si riferiscono a filamenti del diametro di 58 μ .

7. *Calcolo delle dimensioni degli elettrodi dei triodi riceventi.* — Come già è stato detto al § 2, i dati che in generale ha il costruttore per procedere a questo calcolo sono: la corrente anodica per tensione di griglia uguale a zero, il coefficiente di amplificazione interna (ν), la pendenza della caratteristica (g_v) e spesso anche la corrente di saturazione e la tensione anodica di esercizio (v_a).

Quando tutti questi dati siano imposti, potremo calcolare il diametro della griglia in funzione della tensione anodica e della corrente anodica, ricorrendo alla nota formula dell'Eccles, per anodi cilindrici:

$$i_a = 14,65 \cdot 10^{-3} \frac{L}{r_g} \left(\frac{v_a + \nu v_g}{1 + \nu} \right)^{\frac{2}{3}} \quad [6]$$

dalla quale, ponendo $v_g = 0$, si ha

$$r_g = 14,65 \cdot 10^{-3} \frac{L}{i_a} \left(\frac{v_a}{1 + \nu} \right)^{\frac{2}{3}} \quad [7]$$

dove r_g è il raggio della griglia in cm, v_a e i_a sono espressi rispettivamente in volt e in milliampere e dove L è la lunghezza fittizia l' del filamento, già definita nel precedente § 5, espres-

sa in cm, nel caso di filamenti rettilinei ed è invece uguale a $\frac{l'}{2}$ se il filamento è disposto a V, a $\frac{l'}{4}$ se è a W e ad np se il filamento è spiralizzato, essendo n il numero delle spire e p il passo dell'elica in cm. La lunghezza L si deduce dal calcolo del filamento eseguito in funzione del valore dato di I_a .

Noto r_g si potranno determinare gli altri elementi geometrici in funzione di ν , ricorrendo alla formula di J. Thomson

$$\nu = 2 \pi N r_g \frac{\lg \frac{r_p}{r_g}}{\lg \frac{1}{2 \pi N r}} \quad [8]$$

dove N è il numero delle spire del filo di griglia per cm, r_p è il raggio della placca in cm e r il raggio del filo di griglia in cm. Per rendere più spediti i calcoli, ci si può servire del sistema indicato dall'Eccles (*), il quale consiglia di scrivere la formula precedente sotto la forma

$$\nu = 2 \pi N r_g \gamma$$

avendo posto

$$\gamma = \frac{\lg \frac{r_p}{r_g}}{\lg \frac{1}{2 \pi N r}}$$

termine che si può calcolare facilmente, dopo avere stabilito i valori di $\frac{r_p}{r_g}$ e di $\frac{1}{2 \pi N r}$, con l'ausilio del diagramma riportato in fig. 12, tolto dal citato libro dell'Eccles.

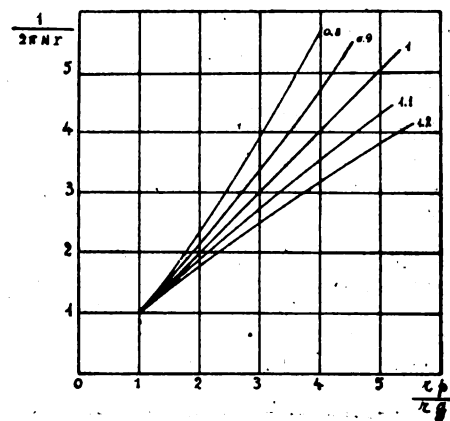


Fig. 12.

Il rapporto $\frac{r_p}{r_g}$ può essere stabilito a priori (*), osservando che la [8], derivata rispetto a r_g , è massima per $\lg \frac{r_p}{r_g} = 1$, cioè per $\frac{r_p}{r_g} = 2,718$.

L'altro termine si può fissare per tentativi, cercando di assegnargli un valore compatibile con la condizione di non dover adoperare un filo di griglia molto piccolo. Infatti ciò renderebbe impossibile di costruire una griglia meccanicamente solida, e capace di sopportare, senza deformarsi, l'elevata temperatura che si ha nell'interno dei triodi, particolarmente dei trasmettenti. D'altra parte è bene ricordare che con un filo di griglia molto grosso la corrente di griglia aumenta e diminuisce il rendimento. Noti ν , r_g , r_p e γ si può determinare N e quindi anche r , tenendo però sempre presenti le considerazioni testè svolte.

Determinati così tutti gli elementi geometrici del triodo, si può verificare se con questi valori si abbia la pendenza voluta della caratteristica. La pendenza è una grandezza che varia con il valore della tensione di griglia e della tensione anodica; perciò, quando si parla semplicemente di pendenza, si intende quella riferita al punto di mezzo della caratteristica, e cioè di ordinata eguale a $I_a/2$.

(*) ECCLES - Continuous wave wireless telegraphy. — Vol. I, Cap. V. — The Wireless Press - Londra, 1921.

(*) A. C. BARTHLETT - Triode valve design (Radio Review, vol. I, n. 14, novembre 1920, pag. 744).

Una relazione analitica fra la pendenza ed i vari elementi può avere derivando la [6] rispetto a v_a , cioè

$$g v = \frac{d i_a}{d v_a} = \frac{3}{2} \cdot \frac{14,65 \cdot 10^{-3} \cdot v}{(1 + v)^{\frac{3}{2}}} \cdot \frac{L}{r_a} (v_a + v v_a)^{\frac{1}{2}}$$

Non abbiamo ritenuto opportuno servirci di questa espressione, data la difficoltà di determinare a priori quale sia il valore di v_a , corrispondente al punto di mezzo della caratteristica, da introdursi nella formula. Abbiamo perciò preferito servirci della formula che si usa in pratica, per determinare sperimentalmente la pendenza.

Tale formula è la seguente: (*)

$$g v = \frac{0,7 I_s - 0,5 I_a}{v''_a - v'_a} \quad [9]$$

dove v''_a e v'_a sono i valori della tensione di griglia corrispondenti ai valori $0,7 I_s$ e $0,5 I_s$ della corrente anodica. Sostituendo allora nella [9] i valori di v''_a e v'_a ricavati dalla [6], per i_a rispettivamente uguale a $0,7 I_s$ e a $0,5 I_s$, e semplificando, si ha

$$g v = 0,0758 \frac{v}{1 + v} \sqrt{\left(\frac{L}{r_a}\right)^2 I_s} \quad [10]$$

dove i simboli hanno i significati ormai noti.

Questa formula applicata a triodi di diverso tipo, ha dato risultati assai concordanti con quelli sperimentali. Nella figura 13, sono tracciate le curve che mostrano il modo di va-

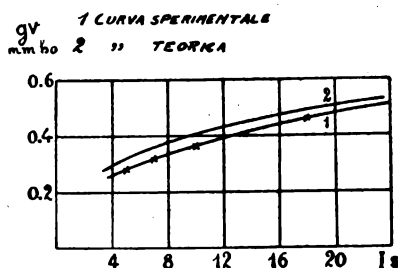


Fig. 13.

riare della pendenza in funzione della corrente di saturazione per un dato triodo. La 1 è la curva determinata sperimentalmente, la 2 è invece stata ottenuta calcolando $g v$ con la formula [10]. E' opportuno osservare che la curva 1 della fig. 13 non è affatto una media delle misure eseguite su diversi triodi, ma è stata tracciata rilevando la pendenza per un triodo preso a caso fra diversi dello stesso tipo. Se si confrontano queste curve con quelle della fig. 18 dello studio già citato del Com. Vicedomini (*), si rileva come esse abbiano presso a poco lo stesso andamento. Si può quindi ritenere che la relazione esistente fra $g v$ e I_s non sia rappresentata da una retta come era stato supposto, attribuendo la piccola curvatura ad errori sperimentali, ma che in realtà sia rappresentata da una parabola del terzo ordine.

Calcolando allora con la [10] la pendenza in funzione degli elementi ormai noti, se essa risulta insufficiente, converrà ritoccare I_s , variando lievemente le dimensioni del filamento, fino ad ottenere la pendenza voluta.

Quando fra i dati di calcolo non vi siano nè la tensione anodica, nè la corrente di saturazione, converrà assegnare a r_a il minimo valore compatibile con la possibilità di costruire una griglia che non vada in contatto con il filamento. I valori minimi di r_a , realizzabili in pratica allo stato odierno della tecnica, variano fra 0,1 e 0,15 cm. Il minimo di 0,1 cm è impiegabile soltanto con griglie verticali e con filamenti toriati, i quali, lavorando a più bassa temperatura, hanno minori probabilità di deformarsi per effetto del calore. Introducendo il valore stabilito di r_a nella [10] potremo calcolare I_s , assegnando a L un valore approssimato, che si può stabilire facilmente in base ai dati noti di molti triodi già costruiti. Si procederà poi per successive approssimazioni fino ad ottenere due valori di L e I_s , che siano sufficientemente d'accordo.

Una volta noto anche L potremo determinare la tensione anodica di esercizio con la [7]. (†)

La lunghezza da assegnare alla placca non è determinata da speciali ragioni. Essa non dovrà essere inferiore a L ; comunque converrà assegnarle una lunghezza assai prossima a quella effettiva del filamento, poichè si è potuto constatare che, quanto più essa è prossima a questo valore, tanto più grande risulta la conduttanza g e quindi la pendenza. E' bene però ricordare che l'aumento di questi due ultimi valori è assai piccolo.

8. *Calcolo delle dimensioni degli elettrodi dei triodi trasmettenti.* — Il dato principale per il calcolo di un triodo trasmettente è la potenza utile che esso deve essere capace di erogare. Per eseguire il calcolo occorre però determinare la potenza totale assorbita dal triodo, ed è quindi necessario conoscere per prima cosa il rendimento. In fatto di triodi quest'ultima quantità è un elemento molto incerto, perchè esso, come è noto, dipende largamente dal circuito di utilizzazione. Questo rendimento può infatti variare per uno stesso triodo dal 50 ÷ 85 %, a seconda dello schema del circuito. Ad ogni modo trattandosi di un calcolo di massima, si può assumere un valore medio, tenendo presente che rendimenti dell'80 ÷ 85 % non sono raggiungibili che in particolari circuiti e che in generale il rendimento cresce con l'aumentare della potenza. Si potrà ritenere che il rendimento sia del 60 ÷ 65 % per i triodi di potenza inferiore a 1 kW, del 70 % per potenze da 1 a 5 kW e del 75 ÷ 80 % per potenze superiori.

Dal valore così fissato del rendimento, dedurremo subito la potenza totale, che è espressa dal prodotto della tensione anodica per la corrente anodica normale. Quest'ultima corrisponde in generale ad una tensione di griglia positiva. Tuttavia nel calcolo riterremo, in prima approssimazione, che essa corrisponda alla tensione di griglia zero, sia per metterci nelle condizioni più sfavorevoli, perchè la i_a per $v_g = 0$ è sempre minore di i_a corrispondente a un qualsiasi valore di tensione di griglia positiva, e sia perchè, così procedendo, avvicineremo il punto di funzionamento al ginocchio inferiore della caratteristica, avvicinandoci anche alle condizioni di miglior rendimento.

Abbiamo così, oltre v e $g v$ dati, anche i valori di v_a e di i_a per procedere al calcolo.

Manca ancora la corrente di saturazione I_s , che occorre per calcolare il filamento. Questa potremo dedurla per successive approssimazioni dalla [10], nel modo che abbiamo già indicato per i triodi ricevanti. In questo caso, conoscendo sempre il valore di v_a , conviene però calcolare la I_s con la [10 bis].

I calcoli per determinare le varie dimensioni degli elettrodi procedono poi con lo stesso sistema seguito per i triodi ricevanti. Occorre invece determinare la lunghezza dell'anodo, in modo che esso abbia una superficie tale da permettergli di dissipare in calore, senza deformarsi e senza raggiungere una temperatura molto elevata, la potenza perduta. Quest'ultima si ha dalla differenza fra la potenza totale, prima determinata, e la potenza utile. Si può dunque calcolare la superficie della placca, considerando che, se essa è a raffreddamento naturale, potrà dissipare da 1,5 a 2 W/cm² se in nickel, e 6 W/cm² se in molibdeno. Nel caso dei triodi di grande potenza, nei quali gli anodi, generalmente di rame, vengono refrigerati con acqua o con olio, la potenza dissipata per unità di superficie varia naturalmente a seconda della velocità di circolazione del liquido refrigerante ed è compresa fra 10 e 18 W/cm².

In base al risultato di questo calcolo si potrà stabilire che il filamento sia messo in opera rettilineo oppure ripiegato o spiralizzato e determinare in conseguenza il valore di L , definito nel precedente § 7. Ad ogni modo è conveniente che la lunghezza dell'anodo non sia molto inferiore alla lunghezza L .

9. *Calcolo delle dimensioni degli elettrodi dei diodi.* — I dati di calcolo per un diodo sono: la corrente anodica di utilizzazione e la tensione continua che si deve avere disponibile ai capi del condensatore livellatore. La tensione alternativa da rettificare è in generale data, altrimenti potremo stabilirla con-

(†) Quando sia data la tensione anodica e sia incognita la corrente di saturazione potremo determinare questa ultima mediante la seguente relazione

$$I_s = \left[\frac{g v \cdot v_a}{1,235 v (i_a)^{\frac{1}{2}}} \right]^2 \quad [10 \text{ bis}]$$

ottenuta sostituendo nella [10] il valore di r_a dato dalla [7].

(*) F. VICEDOMINI — Prove comparative su triodi per apparati ricevanti r. t. (L'Elettrotecnica, vol. X, n. 19 e 20, 3 e 5 luglio 1923 e Pubblicazione n. 21 dell'Istituto E. e R. E. T. della R. Marina).

siderando che, a parità di altre condizioni, la capacità del condensatore livellatore risulterà tanto minore per quanto più grande sarà il rapporto fra il valor massimo della tensione alternata e il valore della tensione continua. Il rapporto fra questi due valori dipende anche dallo schema del circuito di utilizzazione, cioè secondo che i diodi vengono impiegati in circuiti monofasi o polifasi.

Vediamo adesso come, in funzione di questi elementi noti, si possa calcolare la corrente di saturazione, in base al cui valore si potranno determinare le dimensioni del filamento. Per calcolare detta corrente seguiremo il metodo indicato dal Jouaust, riferendoci al caso di un circuito di utilizzazione monofase con due diodi, cioè il cosiddetto dispositivo di rettificazione di Hull. Si intende che le considerazioni che seguono si potranno applicare, con leggere varianti, al caso di circuiti più semplici o più complicati. Se $V \sin \omega t$ è la tensione applicata al diodo e U la tensione continua che si deve avere, il diodo comincerà a dar luogo a un passaggio di corrente solo al tempo t_0 , definito dalla relazione $V \sin \omega t_0 = U$ e cesserà di farla passare al tempo $\frac{T}{2} - t_0$, dopo il quale il valore istantaneo della tensione alternata diviene inferiore a U . Durante l'altra semionda entrerà in funzione l'altro diodo, con le stesse modalità del primo.

Il condensatore livellatore è quello che fornisce continuamente energia al circuito di utilizzazione e si carica nei brevi periodi di funzionamento dei diodi. Durante questo tempo esso deve quindi ricevere la quantità totale di elettricità che deve poi fornire per un periodo completo della corrente alternata. Se i è la corrente di utilizzazione, questa quantità di elettricità è rappresentata da iT . Ora la corrente fornita dal diodo è variabile, ma noi supporremo che la tensione che permette di ottenere la corrente di saturazione sia piccola in confronto di $V - U$. Ammetteremo quindi che nel diodo passi sempre la corrente di saturazione, per tutta la durata del suo funzionamento. Indicando con α il termine ωt_0 , α risulta definito dalla relazione $\alpha = \arcsin \frac{U}{V}$, ciascun diodo comincerà a funzionare al tempo $\frac{\alpha}{2\pi} T$ e cesserà al tempo $\frac{\pi - \alpha}{2\pi} T$, cioè la durata del funzionamento sarà $\frac{\pi - 2\alpha}{2\pi} T$, e la quantità di elettricità fornita al condensatore sarà

$$I_s \frac{\pi - 2\alpha}{2\pi} T.$$

Poichè i diodi sono due, la quantità totale sarà

$$I_s \frac{\pi - 2\alpha}{\pi} T$$

e per quanto si è già detto dovremo avere

$$I_s \frac{\pi - 2\alpha}{\pi} T = iT$$

cioè

$$\frac{i}{I_s} = \frac{\pi - 2\alpha}{\pi}$$

relazione che ci permette appunto di determinare la corrente di saturazione.

Il valore della potenza consumata in ciascun diodo, in base a cui si possono calcolare le dimensioni della placca, risulta dalla relazione

$$P_p = \frac{1}{T} \int_{\alpha}^{\pi - \alpha} (V \sin \omega t - U) dt = iV \left(\frac{2 \cos \alpha}{\pi - 2\alpha} - \frac{U}{V} \right).$$

L'ipotesi fatta che il diodo eroghi sempre la corrente di saturazione non risponde alla realtà. Per tenere conto in un certo modo di questa ipotesi, conviene allora attribuire nel calcolo al valore di i dato un incremento del 20 % circa.

La determinazione così del raggio della placca, come degli altri elementi ancora incogniti, può farsi poi seguendo i criteri già esposti a proposito dei triodi.

Conclusione. — In questo studio abbiamo illustrato i criteri da noi seguiti per il progetto dei tubi elettronici. Certamente, con l'aumentare dei dati sperimentali, di cui mano a mano viene a disporre il costruttore e con il perfezionarsi continuo dei mezzi di ricerca, anche i criteri di calcolo da noi accennati diverranno sempre più esatti e più completi. Si può quindi affermare che non è lontano il giorno, in cui anche per i triodi si potrà procedere ai calcoli costruttivi con la stessa approssimazione che già si raggiunge nelle macchine elettriche.

Nel chiudere questa nota i sensi della mia più viva ricono-

scenza sono rivolti al Prof. Vallauri che con i suoi preziosi consigli mi è stato di valido aiuto nello svolgimento di tutto il lavoro. (*)

Spezia, Laboratorio Valvole Ioniche
della R. Marina, luglio 1924.

(*) A guisa di esempio riportiamo i seguenti calcoli di massima per il progetto di due triodi.

1) Triodo ricevente con filamento di tungsteno al torio.

Dati: $I_s = 12 \text{ mA}$ i_a (per $v_g = 0$) = 1 mA

$v = 8$ $v_{ac} = 1,9 \text{ V}$ $g v$ minimo = $0,4 \text{ mmho}$

Calcolo: Dalla curva a) della fig. 1 per $t = 1200^\circ$ si ha $E = 38,5 \text{ mA/W}$; assegnando a I_s un valore di 24 mA si ottiene:

$$P_{ac} = \frac{I_s}{E} = \frac{24}{38,5} = 0,623 \text{ W}$$

$$i_{ac} = \frac{0,623}{1,9} = 0,328 \text{ A}$$

Dalle curve della fig. 3 per $t = 1200^\circ$ e $i_{ac} = 0,3284$ si ricava $d = 47 \mu$ e $\frac{l}{V} = 10,5 \text{ mm/V}$, quindi

$$l = 1,9 \cdot 10,5 = 20 \text{ mm.}$$

Dalla fig. 9 si ha $c = 10,6 \text{ mm}$ e quindi $l' = 9,4 \text{ mm}$; in conseguenza

$$I_s = \frac{P_s l'}{l} = \frac{24 \cdot 9,4}{20} = 11,3 \text{ mA}$$

che possiamo ritenere accettabile. Date le dimensioni del filamento, questo potrà essere montato rettilineo e sarà $L \approx l'$.

Ponendo $r_g = 0,125 \text{ cm}$ dalla [7] si ricava

$$v_a = (v + 1) \left[\frac{r_g \cdot i_a}{14,65 \cdot 10^{-3} L} \right]^{\frac{2}{3}} = (8 + 1) \left[\frac{0,125 \cdot 1}{14,65 \cdot 10^{-3} \cdot 0,94} \right]^{\frac{2}{3}} = 39 \text{ V}$$

Abbiamo poi $r_p = 2,718 \cdot r_g = 0,35 \text{ cm}$.

Assegnando a $\frac{1}{2\pi N r}$ il valore 2 si ricava $\gamma = 1,44$ e quindi

$$N = \frac{v}{2\pi r_g \gamma} = \frac{8}{6,28 \cdot 0,125 \cdot 1,44} = 7,1 \text{ spire per cm.}$$

$$r = \frac{1}{6,28 \cdot 7,1 \cdot 2} = 0,0112 \text{ cm.}$$

Assegneremo alla placca e alla griglia una lunghezza di 17 mm , cioè un poco inferiore a quella del filamento, per rendere più agevole la costruzione del triodo.

Con le dimensioni così calcolate la pendenza risulta

$$g v = 0,0758 \frac{v}{v + 1} \sqrt{\left(\frac{L}{r_g} \right)^2} I_s = 0,0758 \frac{8}{9} \sqrt{\left(\frac{0,94}{0,125} \right)^2} 11,3 = 0,58 \text{ mmho,}$$

cioè superiore al valore minimo che volevamo ottenere.

2) Triodo trasmettente della potenza di 5 kW con filamento di tungsteno ordinario.

Dati: i_a (per $v_g = 0$) = 475 mA $v = 100$ $g v = 9$.

Calcolo: Ritenendo il rendimento probabile di $0,7$ si ha

$$P_i = \frac{5000}{0,7} = 7150 \text{ W}$$

e la potenza perduta $P_p = 7150 - 5000 = 2150 \text{ W}$.

$$\text{Quindi } v_a = \frac{7150}{0,475} = 15000 \text{ V.}$$

La I_s potremo calcolarla con la [10 bis]

$$I_s = \left[\frac{g v \cdot v_a}{1,265 \cdot v \cdot (l)^{\frac{2}{3}}} \right]^{\frac{3}{2}} = \left[\frac{9 \cdot 15000}{1,265 \cdot 100 \cdot (475)^{\frac{2}{3}}} \right]^{\frac{3}{2}} = 5300 \text{ mA}$$

Dalla curva b) della fig. 1 per $t = 1640^\circ$ si ricava $E = 11,75 \text{ mA/W}$,

$$\text{quindi } P_{ac} = \frac{5300}{11,75} = 450 \text{ W}$$

Sceghieremo per il filamento un diametro $d = 700 \mu$; tenuto conto che esso si assottiglia durante la lavorazione, introdurremo nei calcoli un valore $d = 690 \mu$.

Dalla relazione $i = \alpha d^{\frac{3}{2}}$ (per $t = 1640^\circ \alpha = 0,00162$) si ha

$$i = 0,00162 \cdot (690)^{\frac{3}{2}} = 29,5 \text{ A}$$

$$\text{in conseguenza } V = \frac{450}{29,5} = 15,25 \text{ V.}$$

Dalla $\frac{l}{V} = \frac{\pi}{4 \rho x} d^{\frac{1}{2}}$ (per $t = 1640^\circ \cdot \frac{\pi}{4 \rho x} = 1,43$) abbiamo

$$\frac{l}{V} = 1,43 \cdot \sqrt{\frac{1}{690}} = 37,5 \text{ mm/V}$$

$$\text{e } l' = 3,75 \cdot 15,25 = 57,2 \text{ cm.}$$

Per la temperatura scelta, $c = 3,1$, perciò la lunghezza reale del filamento risulta

$$l = 57,2 + 3,1 = 60,3 \text{ cm.}$$

La tensione di accensione da applicare effettivamente risulta quindi

$$V_{ac} = \frac{60,3}{3,75} = 16,1 \text{ V}$$

e la potenza $16,1 \cdot 29,5 = 475 \text{ W}$.

Non essendo possibile usare un filamento rettilineo così lungo,

senza costruire un triodo di dimensioni esagerate, lo piegheremo a spirale. Ponendo il numero n di spire uguale a 32 e il passo p a 0,5 cm si ha

$$L = np = 32 \cdot 0,5 = 16 \text{ cm.}$$

Dalla [7] ricaveremo allora

$$r_p = 14,65 \cdot 10^{-3} \frac{L}{t_a} \left(\frac{v_a}{1+v} \right)^{\frac{3}{2}} = 14,65 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{16}{475} \left(\frac{15000}{101} \right)^{\frac{3}{2}} = 0,9 \text{ cm}$$

e quindi $r_p = 2,718 \cdot 0,9 = 2,4 \text{ cm}$

Assegnando a $\frac{1}{2\pi Nr}$ il valore 1,7, in modo che r non risulti troppo piccolo, si ricava $\gamma = 1,8$

$$N = \frac{100}{6,28 \cdot 0,9 \cdot 1,8} = 9,8 \text{ spire per cm}$$

$$r = \frac{1}{6,28 \cdot 9,8 \cdot 1,7} = 0,009 \text{ cm.}$$

Il triodo in parola potrà essere costruito con anodo di rame raffreddato artificialmente. Assegnando alla potenza dissipata per unità di superficie il valore di 10 W/cm^2 , la lunghezza della placca risulta

$$l_p = \frac{P_p}{2\pi r_p \cdot 10} = \frac{2150}{6,28 \cdot 2,4 \cdot 10} = 14,3 \text{ cm.}$$

In realtà, essendo $L = 16 \text{ cm}$, occorrerà dare alla griglia una lunghezza di 17 cm e all'anodo una lunghezza di 18 cm.

LA NOSTRA SITUAZIONE IN ILLUMINAZIONE, A CHE PUNTO SIAMO E DOVE DOBBIAMO TENDERE □ □ □ □ □

GUIDO PERI



Comunicazione alla XXIX Riunione Annuale dell' A. E. I.
Spezia - Settembre 1924

Il consumo di energia elettrica.

Le statistiche del 1920 danno come consumo annuo di energia elettrica per abitante in Italia 85 kWh ⁽¹⁾ contro 500 kWh negli S. U. d'America e 700 kWh in Svizzera. La popolazione che usufruisce di energia elettrica è l'11 % della popolazione totale in Italia, ⁽²⁾ il 26 % in Svizzera, il 37 % negli S. U. d'America.

Una delle cause che mantengono la nostra nazione in arretrato rispetto ad altre nazioni è senza dubbio la difficoltà per la produzione di energia elettrica con mezzi termici, e la deficienza relativa di potenza idrica.

Mentre i kW di potenza idraulica utilizzabili per persona in Italia risultano 0,12 ⁽³⁾, essi sono il doppio negli S. U. d'America, il quadruplo nella Svizzera, il sestuplo nella Svezia. Il grado attuale di utilizzazione della potenza realmente disponibile si può approssimativamente ritenere del 25 % tanto in Italia, che in Svizzera, che negli Stati Uniti; ma occorre non dimenticare che in Germania la utilizzazione della potenza idraulica si avvicina al 45 %. Ciò che salta tuttavia alla vista è la sproporzione tra il grado di utilizzazione dell'energia, sia rispetto al numero dei kWh, sia rispetto al numero degli utenti, tra noi e le nazioni per cui la utilizzazione della potenza disponibile è su per giù la stessa.

Da cosa deriva ciò? Evidentemente da una specie di coscienza in ritardo dei benefici che l'energia elettrica può apportare, dalla minor preparazione della gran massa del pubblico a essere convinto che, per certe applicazioni, l'energia elettrica è ciò che di più adatto ed economico possa immaginarsi. Tra queste applicazioni metto in prima linea l'illuminazione.

Il consumo di energia elettrica per illuminazione oscilla in media, per le varie nazioni, dal 10 al 15 per cento del consumo totale, ma interessa indistintamente la generalità dei cittadini (anche il tugurio del povero nel più appartato paese è fornito di una lampadina elettrica) e, per le stazioni centrali, rappresenta il cespite di entrata più redditizio.

Una Società elettrica per cui il carico in kWh dovuto a illuminazione sia il 15 % del carico totale, vendendo l'energia

per luce a circa 4 volte il prezzo medio dell'energia per forza motrice, introita per vendita luce oltre il 41 % del provento totale di esercizio. Se il carico di illuminazione potesse essere portato al 25 % del totale (e ciò è possibile e fu realizzato da qualche Società), esso renderebbe, nelle condizioni ora dette, il 60 % del provento totale.

La campagna per una migliore illuminazione.

Al presente vi è una forte tendenza a porre, tecnicamente e commercialmente, la illuminazione sopra un piede di parità con le altre branche dell'elettrotecnica pratica, a diffondere i principi fondamentali che devono governare la illuminazione nelle varie applicazioni industriali, commerciali, cittadine o domestiche, a dimostrare i vantaggi che dalla illuminazione razionalmente intesa ed attuata possono derivare. Questa campagna di rinnovamento è di ispirazione commerciale (la scienza e la pratica pura sono troppo povere per fare ciò); ma il beneficio che ne conseguirà ai produttori di energia ed ai fabbricanti di lampade sarà ben minor cosa di quello che ridonderà sui consumatori, siano essi fabbriche, aziende, negozi, o la massa minuta del pubblico.

La tendenza è contemporaneamente verso una migliore e maggiore illuminazione. È logico che il diffondersi della illuminazione debba essere una conseguenza del saperla applicare nei modi e coi mezzi più opportuni e che prima di mirare fondatamente ad accrescere il numero delle lampade o la loro potenza, occorre sapere utilizzare bene ciò che si ha.

Da questo livello di conoscenza e di applicazione pratica siamo ancora piuttosto lontani, ed è significativo che la spinta ad inquadrare un movimento così importante in una superiore forma tecnica e commerciale insieme, ci venga dagli Stati Uniti ove il progresso dell'elettricità è pur già così vivo.

Più luce o luce più adatta?

La tendenza ad un livello di vita sempre più alto e di attività sempre più intensa ha spostato i limiti che una decina d'anni fa sembravano assegnati ai valori della illuminazione industriale, commerciale o di strade. Le nazioni in cui esistevano ed esistono codici speciali per regolamentare la illuminazione, industriale o di scuole etc., hanno provveduto ad ammettere intensità di illuminazione più alte; e nelle strade di parecchie nostre città si hanno valori della illuminazione eguali al doppio ed al triplo dell'anteguerra.

Ciò è anche in relazione con la comparsa di unità di sempre maggior rendimento e di minor costo di manutenzione, e dell'attuazione di sistemi di impianto economici e sicuri.

Non è sufficiente però che un impianto di illuminazione dia un certo numero di candele o di lux con la minore spesa in watt e con le minori cure d'esercizio; è necessario che la illuminazione possa essere nella maniera più completa e razionale utilizzata dall'occhio. Entra quindi in giuoco oltre al fattore tecnico ed economico il fattore fisiologico; ed è questo che, non ostante la sua importanza preponderante, è sovente trascurato dagli installatori.

Il primo e fondamentale nemico di una buona illuminazione è l'abbagliamento. A questo proposito riferirò esaurientemente un collega in una comunicazione a parte. Basta qui riassumere i lati di maggior interesse pratico. L'abbagliamento è il senso di offesa e di accecamento provvisorio dell'occhio quando è colpito da raggi di intensità luminosa eccedente un determinato limite in rapporto alla superficie emittente. L'occhio, per la legge di adattamento, restringe la pupilla, se l'intensità cui è sottoposto è forte; un tale movimento di difesa non può essere istantaneo. Cosicché in definitiva, se le condizioni di abbagliamento esistono, la vista ne rimane doppiamente indebolita: e per l'offesa alla retina e per la minor apertura della pupilla; il che vuol dire una imperfetta, antigienica e dispendiosa utilizzazione della luce, un rendimento pessimo in tutti i sensi.

Questo grave inconveniente è specialmente notevole nella illuminazione di negozi e vetrine, ed illuminazione commerciale in genere, ove lampade di forte potenza, prive di qualsiasi protezione sono poste di contro alla vista del pubblico, quasi che bastasse ad attrarlo l'eccessivo splendore, come per la proverbiale farfalla, mentre il pubblico al di là di quello splendore non vede più nulla, precisamente come non vede più nulla sul palcoscenico di un teatro all'aperto quando gli si volta contro gli occhi la fila di lampade della ribalta per formare il sipario artificiale.

⁽¹⁾ Occorre notare che il consumo è 600 kWh per abitante in Lombardia e 2 kWh in Puglia e Calabria. Per tutto il mondo, il consumo medio di energia elettrica all'anno per abitante è 59 kWh.

⁽²⁾ La percentuale riferita all'intera popolazione del mondo è 6,5%.

⁽³⁾ Cinque milioni di kW per 40 milioni di abitanti.

In una delle nostre fabbriche d'automobili (fig. 1, 2) più riccamente illuminate, sono impiegate, per la illuminazione delle officine, armature con riflettore metallico tronco-conico, aperto al disopra della lampada, in modo che questa rimane totalmente esposta alla vista (*). Le lampade sono di forte potenza piuttosto vicine e la loro altezza di sospensione (conseguente alla poca altezza del soffitto) è meno di tre metri. La illuminazione sulle macchine è quindi notevolmente ricca; ma l'operaio che per poco alzi gli occhi dalla macchina, o per qualsiasi motivo percorra la corsia centrale, ha la vista abbagliata dallo splendore del filamento incandescente della lampada, il quale con tutta facilità, per la sua piccola altezza dal pavimento, viene ad essere compreso nell'angolo di visione.

Il difetto, data la relativamente piccola altezza del soffitto, non poteva essere eliminato coi mezzi soliti. I riflettori a campana in vetro non sono di tipo industriale. I riflettori a campana

limite. In effetto è bene scegliere le dimensioni dei globi con maggior larghezza.

Nelle scuole e negli uffici è di rimarchevole importanza il fenomeno della « riflessione speculare » da parte dei fogli bianchi, delle carte e dei libri. Un osservatore per esempio intento in 0 (fig. 3) è colpito dai raggi riflessi della lampada L ; ma se la lampada è sollevata a maggior altezza L' rispetto al tavolo T , oppure è spostata verso l'osservatore in L'' , pur rimanendo alla stessa altezza, il fenomeno della riflessione speculare è attenuato o eliminato.

Un miglioramento notevole della illuminazione si otterrà sempre sospendendo le lampade in alto o proteggendole con riflettori o globi. A questo proposito occorre notare che scopo della lampada è far vedere senza essere vista, e che maggiore sarà la diffusione della luce, minori saranno i fenomeni perturbatori di cui ci occupiamo; rimanendo fermo che anche nella



Fig. 1. — Una sala d'officina.

metallici, per la piccola altezza di sospensione, dovrebbero essere a cono molto ristretto per coprire sufficientemente la sorgente luminosa, e quindi, oltre ad avere piccolo rendimento, lascierebbero nell'oscurità il soffitto e le pareti, creando una causa secondaria di abbagliamento, meno avvertibile, ma sempre pregiudizievole, che potrebbe chiamarsi « abbagliamento per contrasto ».

Nel caso accennato, va quindi bene un riflettore metallico aperto, ma le lampade dovrebbero essere in vetro fortemente smerigliato, od opale, oppure racchiuse in globo opalino.

Abbagliamento può anche derivare dagli stessi globi diffondenti se la loro dimensione non è proporzionata alla intensità della lampada racchiusa. I trattati speciali dicono quale sia il massimo splendore di una sorgente (primaria o secondaria) di luce per evitare l'abbagliamento. Un globo opale da 250 mm contenente una lampada da 200 watt in gas inerte emette luce con intensità press'a poco uniforme di 180 candele (la lampada dà, per suo conto, supposta del tipo in parallelo, 240 candele sferiche, da cui bisogna dedurre l'assorbimento del globo). La superficie apparente del globo è $\frac{1}{4} \pi 25^2 = 510 \text{ cm}^2$ e quindi lo splendore $\frac{180}{510} = 0,35$ candele p. cmq. Questo sarebbe un

diffusione della luce v'è un limite che non occorre oltrepassare (vedasi illuminazione indiretta) per non togliere il contributo che ad una perfetta visione porta il giuoco delle ombre e delle luci.

In conclusione, l'adozione di lampade più potenti dev'essere intesa, almeno in un primo tempo, come compenso alla inevitabile perdita di illuminazione dipendente dalla convenienza di sospendere le lampade più in alto (questo ha particolarmente valore nella illuminazione stradale) o di munirle di riflettori e globi di tipo e di densità di vetro adatti. Portata la illuminazione su di una base razionale fisico-fisiologica, potrà riconoscersi, in un secondo tempo, l'opportunità di dare alla intensità di illuminazione valori più elevati degli attuali.

Qual'è l'intensità più economica per illuminazione industriale?

Occorre notare che la intensità di illuminazione di un ambiente diminuisce col tempo:

- a) per il degradamento proprio della lampada;
- b) per lo sporcarsi dell'apparecchio di illuminazione (polvere, ecc.);
- c) per l'alterarsi della proprietà riflettente delle pareti (vernice, tappezzeria, ecc.).

La concomitanza di questi tre fenomeni nella più sfavorevole situazione (lampade dopo circa 1000 ore di funzionamento, riflettori non puliti da un mese, pareti verniciate con miscele

(*) L'Elettrotecnica, N. 23-24, 1924, pag. 558.

scadenti a lontananza di un anno o più) può ridurre la illuminazione a valori anche inferiori al 30 per cento al valore iniziale.

A parte l'influenza delle pareti (la quale d'altronde è tanto meno avvertibile quanto più il locale è ampio) è prudente contare su un valore medio della illuminazione eguale al 75 % di quello corrispondente a lampade nuove e riflettori e globi puliti di fresco.

Sovente nella determinazione della illuminazione non si tiene nel dovuto conto questo lato di deprezzamento dell'impianto.

E' ovvio che se, salvaguardando le condizioni più adatte alla visione (eliminazione dell'abbagliamento, riflessione speculare, contrasti troppo vivi tra oggetti nello stesso angolo di vista, ecc.) la intensità di illuminazione aumenta, aumenta la facilità e la rapidità di visione. Ma è pur ovvio che la relazione non può essere lineare. L'occhio, abituato, per l'adattamento durante i secoli, non solo alla luce del mezzogiorno, ma anche alla luce crepuscolare, aumenta rapidamente il suo potere visivo quando la illuminazione passa dallo zero ad un valore an-

potere visivo imprende a diminuire, per ritornare teoricamente a zero per valori della illuminazione, cioè dello splendore, estremamente alti, quali non possono verificarsi che con la diretta luce del sole.

La relazione tra la sensazione visiva (che può ritenersi rappresentata dalla *acuità visiva*) e la intensità di illuminazione è data dalla *legge di Fechner*: uno stesso cambio percentuale della intensità di illuminazione produce la stessa variazione dell'acuità visiva. Ad esempio, se per un aumento della intensità di illuminazione da 10 a 15 lux, l'aumento relativo dell'acuità è di 1, lo stesso aumento di 1 si ha se l'intensità passa da 20 a 30, da 30 a 45, ecc., (fig. 4).

Ricompare con ciò nel campo fisiologico la legge esponenziale regolante parecchi fenomeni nel campo fisico. Come infatti la resistenza degli isolatori diminuisce della stessa percentuale del suo valore ogni grado di aumento di temperatura, come, nei fenomeni transitori dell'elettricità, questa diminuisce della stessa frazione nello stesso tempo, così la illuminazione deve crescere sempre della stessa percentuale del suo valore per produrre uno stesso aumento di sensazione.



Fig. 2. — Una sala d'ufficio.

che piccolo, ad esempio 10 lux. Se la illuminazione continua ad aumentare, l'aumento della sensazione continua, ma sempre più lentamente.

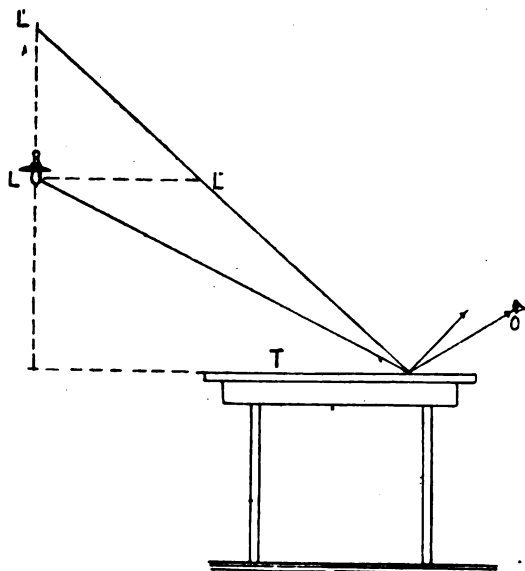


Fig. 3. — Riflessione speculare.

Anzi, non solo qui si raggiunge una forma di saturazione, come nel fenomeno della induzione nel ferro sotto eccitazione crescente, ma col crescere della illuminazione oltre tale limite il

il vantaggio quindi di usufruire di maggiori illuminazioni è più sensibile quanto più il valore della illuminazione è basso; il guadagno percentuale nell'aumento dell'acuità visiva va mano diminuendo con l'aumentare della illuminazione.

L'aumento di illuminazione non deve essere portato oltre tal punto per cui l'incremento percentuale dell'acuità visiva diventi così tenue da rendere discutibili le maggiori intensità.

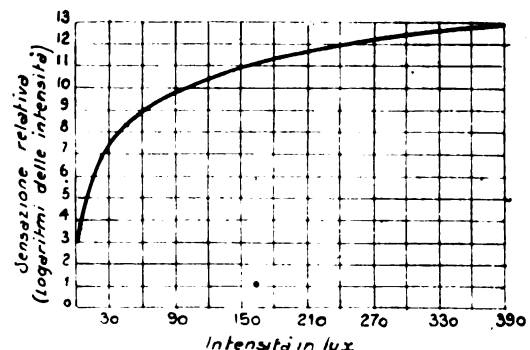


Fig. 4. — Curva di Fechner.

E' da aggiungere che la produttività delle officine, ed in genere la resa di un determinato lavoro, dipende, oltre che dalla luce, da fattori estranei, come l'automatismo delle macchine, ecc., ciò che contribuisce a smorzare l'influenza della migliore visione sulla velocità e sulla qualità della produzione.

Per converso:

1) col crescere della intensità, la spesa della illumina-

zione cresce assai meno rapidamente perchè diminuisce proporzionalmente il costo delle condutture, dell'apparecchio di illuminazione, della lampada ed il consumo in watt della lampada;

2) la spesa di illuminazione è una piccola frazione del costo dei salari, della lavorazione e dell'esercizio dell'officina: cosicchè un aumento percentuale della produzione, anche piccolissimo, compenserà sempre a dismisura qualsiasi maggiore spesa per illuminazione.

Sembra quindi conveniente che il lavoro si svolga a intensità di illuminazione piuttosto alte per avvicinarlo più che possibile al punto di massima resa precedentemente citato. Esperimenti eseguiti su larga scala all'estero, in fabbriche ed officine meccaniche hanno confermato l'utilità di questo tentativo; naturalmente i valori di aumento riscontrati nella produzione non sono sempre concordi; e perchè è difficile trovare due industrie dello stesso genere nelle precise condizioni, e perchè il controllo del rendimento presenta difficoltà; riflettasi ad es., al lato imponderabile dell'elemento « uomo » nelle sue variabili condizioni fisiche e morali, alla sceverazione della produzione sotto luce artificiale da quella sotto luce diurna, ecc.

Pare tuttavia che aumentando la illuminazione, di per sé già elevata, di 100 lux a 200, possa ottenersi ancora in determinati lavori d'officina, ove la vista abbia importanza predominante, come verifiche, ispezioni e collaudi, un aumento nella produzione di qualche per cento, con un risparmio di denaro eguale a tre o quattro volte il sovracosto della illuminazione.

In generale è certo però che una illuminazione artificiale media di 100 lux è già molto alta (si può ritenere un limite), quasi doppia di quanto si era ritenuto sufficiente per il passato, quando il problema della maggior produttività dell'officina non era stato ancora agitato così vivamente ⁽³⁾.

Illuminazione commerciale.

Nella illuminazione commerciale, ossia di negozi, vetrine, ecc., le intensità di illuminazione richieste sono assai più alte, e le limitazioni ad un eventuale loro aumento assai meno restrittive. Il potere attrattivo, sul pubblico, di una vetrina o dell'entrata di un negozio cresce colla intensità della illuminazione e col contrasto di splendore rispetto ai luoghi adiacenti; la illuminazione ricca e ben disposta di un negozio invoglia senza dubbio il pubblico ad avvicinarsi ed entrare. Se la maggior illuminazione si ottiene con le dovute forme di protezione dell'occhio ed artistiche, può essere portata comodamente a parecchie centinaia di lux, senza timore che il danaro a tale scopo sia male speso.

E' noto che gli oggetti (stoffe, carte, pitture, ecc.) si vedono, più che per la luce che danno le lampade, per la luce che danno essi stessi, e quindi se sono scuri devono essere illuminati più vivamente; cosicchè in un negozio di stoffe, ad es., la illuminazione dovrà essere commisurata a dare un aspetto sufficientemente brillante anche ai tessuti di colore oscuro.

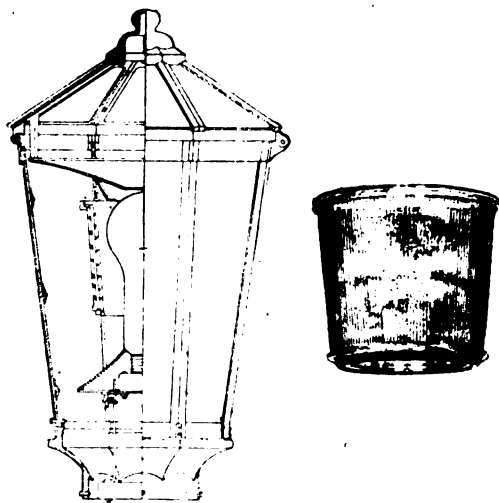


Fig. 5. — Una delle ultime applicazioni del rifrattore a lanterne diritte.

La intensità di illuminazione di un negozio è relativa alla illuminazione della strada su cui s'apre. Il nostro occhio lavora essenzialmente per contrasto, o per confronti; il visita-

tore che di sera entra in un negozio da una via splendidamente illuminata richiede per essere colpito, e per veder meglio, una illuminazione assai più potente che se la via da cui proviene è illuminata dimessamente. Questa condizione è soddisfatta correntemente perchè i negozi più importanti ossia meglio illuminati giacciono di solito nelle vie più importanti, ove le lampade stradali sono più potenti e più vicine; anzi l'importanza della via trae significato dall'importanza dei negozi.



Fig. 6. — Lanterna a vetri rifrangenti in una strada di Torino — esperimento — (ogni faccia della lanterna è munita di una coppia di vetri piani prismatici).

Se un negozio, deficiente di illuminazione naturale, dovesse essere illuminato artificialmente durante il giorno, per non dare al visitatore che proviene dalla strada un'impressione di oscurità dovrebbe essere illuminato ad un livello molto e molto alto con una spesa enorme.

E' perciò che i negozi pensano ad assicurarsi un contributo notevole di luce diurna mediante ampie vetrine.

Si accenda di giorno, in una giornata serena, la illuminazione sfarzosa del più brillante ed aristocratico salone e si vedrà quale sensazione di miseria provi l'osservatore che proviene dall'esterno.

Il criterio della spesa in watt per m² o per m³ di ambiente può essere più che mai aleatorio (vedasi paragrafo seguente). Il coefficiente di riflessione delle pareti, soffitto, arredamenti, oggetti esposti, ecc., è variabile dal 10 all'80 per cento, la percentuale di luce incidente sui lati della sala cresce colla densità del numero di lampade rispetto all'area del pavimento, eppertanto ad una data spesa in watt per m² di pavimento possono corrispondere nelle varie condizioni di ambiente illuminazioni diversissime, con variazioni, in più o in meno superanti rispettivamente il 100 % o il 50 %.

Per questo riguardo il disporre di un luxometro per la misura ed il controllo della illuminazione appare indispensabile. Qualche ditta fra noi, esecutrice di impianti luce, è già fornita di tali mezzi di verifica, ma sarebbe ora una buona volta che i fondamenti di una sana tecnica della illuminazione cessassero di essere privilegio di pochi per diventare patrimonio dei più.

Il giuoco delle ombre e delle luci, l'armonia delle tinte e dei contrasti, tanto importante nella illuminazione artistica, non ha ancora ricevuto l'attenzione che merita. Due sono i mezzi per rendere ad es. visibili gli oggetti in una vetrina: o presentare l'oggetto alla vista contro uno sfondo meno chiaro, o meno illuminato; oppure proiettare, così per dire, quest'oggetto, se ha apparenza piuttosto oscura, contro uno sfondo brillante. Nel primo caso è facile la percezione dei dettagli,

⁽³⁾ Si intende qui parlare di illuminazione generale, escluso, come sembra essere la tendenza moderna, ogni ausilio di illuminazione locale.

se ve ne sono, dell'oggetto in mostra; nel secondo caso è più viva la rappresentazione, ma essa riguarda essenzialmente la sagoma, la *silhouette* di quell'oggetto. In un caso e nell'altro sono molto diversi i valori della illuminazione per un dato effetto.

Candele per m² e lux.

Uno fra i regolamenti già in vigore negli S. U. d'America per disciplinare l'illuminazione industriale prescriveva un minimo consumo di energia di 1 watt per piede q. ossia in cifra tonda 10 watt per mq. Questa prescrizione era troppo imprecisa e fu sostituita.

Se la illuminazione volesse computarsi in base alle candele per m², si toglierebbe l'incertezza dipendente dalla resa in candele di 1 watt (resa che anche per lampade dello stesso tipo, come tungsteno in gas inerte, è variabile col diametro e con la lunghezza del filamento) ma permanerebbe l'incertezza, assai più grave, dipendente dal fattore di utilizzazione del flusso luminoso. Ad es. trattandosi di lampade a tungsteno in vuoto del consumo di 1 watt per candela *nominale* ⁽⁶⁾, il consumo di 10 watt per m² corrisponderebbe a 10 candele, ossia 100 lumen, per m²; ora il fattore di utilizzazione del flusso luminoso (cioè il rapporto $\frac{\text{lumen utili}}{\text{lumen totali}}$) può variare, a seconda dell'ampiezza del locale, del colore delle pareti, del rendimento dell'armatura, ecc. da 0,15 a 0,70; ossia la illuminazione di un locale cui si forniscano 100 lumen (computati su lampada nuda) per m² potrà essere, a seconda dei casi, da 15 a 70 lux. Il campo di variazione è enormemente ampio, come precedentemente accennato.

Nella tavola che segue sono riportati alcuni risultati sul consumo d'energia, candele fornite e lux secondo le esperienze sulla illuminazione di interni descritte nel N. 23-24 de « L'Elettrotecnica » c. a.

L'ultima colonna della tavola risponde alla domanda, che qualcuno si sarà posta: *a quanti lux corrisponde una candela (cand. nom.) per m²?* Nei limiti delle esperienze di cui trattasi, tutte eseguite in locali a tinta chiara, una candela per m² rende da 3,8 a 6,9 lux. Ciò vuol anche dire che il fattore di utilizzazione del flusso luminoso varia corrispondentemente da 0,38 a 0,69; infatti le candele nom. sono date dai lumen totali divisi per 10, ed i lux sul piano orizzontale di paragone sono dati dai lumen utili divisi per l'area del pavimento.

Dati su installazioni di illuminazione per interni.

(Vedasi Elettrotecnica del 25 Agosto c. a).

| Equipaggiamento della lampada | watt/m ² | | | cand. _n m ² | | | lux | | | lux cand. _n m ² | | |
|-------------------------------|---------------------|---------|------|-----------------------------------|---------|------|---------------|---------|------|--|---------|------|
| | Sala di prova | | Fiat | Sala di prova | | Fiat | Sala di prova | | Fiat | Sala di prova | | Fiat |
| | 6 lamp. | 2 lamp. | | 6 lamp. | 2 lamp. | | 6 lamp. | 2 lamp. | | 6 lamp. | 2 lamp. | |
| Lampada nuda | 18 | 8,5 | • | 26 | 14 | | 140 | 78 | | 5,4 | 5,6 | |
| Diffusore prismatico . . . | • | • | | • | • | | 99 | 56 | | 3,8 | 4 | |
| Armatura Fiat | — | — | 5,36 | — | — | 7,77 | — | — | 54 | — | — | 6,9 |

Questi risultati confermano la necessità che la illuminazione sia direttamente stabilita e misurata in lux, servendosi come mezzo di verifica e di controllo di adatti illuminometri.

Illuminazione di strade.

Anche qui è da tener conto che la illuminazione va progressivamente diminuendo per l'invecchiamento della lampada e per lo sporcarsi dell'armatura, e che per ottenere un servizio decoroso è necessario sostituire le lampade prima dell'esaurimento definitivo e pulirle a turni piuttosto frequenti.

Uno dei fattori più interessanti è la uniformità di illuminazione sul suolo, uniformità che per gli ambienti chiusi è di solito assicurata naturalmente dalle molteplici riflessioni secondarie delle pareti e soffitto; riflessioni secondarie che

nelle strade hanno effetto il più delle volte praticamente trascurabile. I trattati specificano i più alti rapporti ammissibili tra massimo e minimo di illuminazione perchè questa adempia nel miglior modo allo scopo di proteggere la viabilità, il traffico, l'igiene, la sicurezza e la incolumità pubblica.



Fig. 7. — Una strada illuminata con lampade nude e riflettore metallico (notare la successione di macchie chiare e scure).

Ma chi deve fare impianti s'accorge ben tosto che non meno esigenti sono le cifre dei bilanci municipali o dei contratti a stipularsi, o i concetti antiquati di taluno, per cui una perfetta soluzione del problema diventa ardua quanto mai.

Come uno dei mezzi più efficaci per rialzare i minimi della illuminazione cito i rifrattori o vetri prismatici (fig. 5, 6, 7, 8) ⁽⁷⁾ la cui efficacia è stata confermata in parecchie installazioni nostre (Torino, Savona, ecc.). L'impiego di un rifrattore im-

plica ovviamente maggiori attenzioni per la messa in opera (si rifletta che uno spostamento di 10 mm. della sorgente entro la campana può dare risultati tutt'affatto opposti ai desiderati), ma nessuna difficoltà esiste contro una esatta registrazione dell'armatura, ed effetti sorprendenti possono specialmente ottenersi con lampade a filamento concentrato (ad es. quelle a forte intensità di corrente, o lampade in serie).

È da darsi rilievo alla coincidenza fortunata che, proprio allora che il traffico ed il movimento delle strade è più intenso, e quindi più desiderabile una buona illuminazione, le vetrine e le lampade frontali dei negozi permettono di approssimarsi a quella distribuzione uniforme, che sarebbe altrimenti irraggiungibile.

Come potenza delle lampade per la illuminazione di una grande città, credo non convenga adottare unità, ben inteso per le strade secondarie, di potenza inferiore a 80 candele sferiche; ciò per evitare che il costo dell'unità di luce diventi

⁽⁶⁾ Intendo per intensità in *candele nominali* quella che moltiplicata per 10 dà i lumen totali; come intensità in candele sferiche è quella che moltiplicata per 12,56 dà gli stessi lumen totali. Le candele nominali coincidono con le *candele orizzontali* se la curva di emissione della sorgente ha la forma ben nota di un otto in posizione orizzontale.

⁽⁷⁾ Le fotografie che illustrano queste note sono state eseguite dal Sig. Sandri del Servizio Tecnico della città di Torino.

troppo alto rispetto al costo globale dell'esercizio, ove le spese fisse (interesse, ammortamento e manutenzione dell'impianto) hanno una parte molto forte e poco influenzata praticamente dalla potenza delle lampade installate.

La richiesta di più alti livelli di illuminazione cresce ogni giorno, d'accordo col ritmo di rinnovamento, di progresso e di attività seguito alla guerra. In Torino, ad es., gli autoveicoli che nel 1914 erano 3000 sono ora 8000, e si immagina facil-

cane, nelle così dette strade di affari, la illuminazione della strada è fatta d'accordo tra città e mercanti; le lampade, su candelabri ornamentali, sono allineate sui due fianchi della strada e danno una illuminazione intensa, di cui una parte è a carico dei mercanti in ragione di un tanto al ml. di negozio



Fig. 8. — Via Cernaia in Torino illuminata con lampade a riflettore e riflettore metallico (notare la uniformità di illuminazione sul suolo).

mente perchè una maggiore illuminazione stradale sia necessaria.

Ed il provvedere è anche urgente. Una vettura tramviaria, ad es., che 15 anni fa era al completo con 35 persone, ne porta oggi, momentaneamente e se occorre, 70 e più; ma una lampada da 1000 lumen, sarà sempre da 1000 lumen, se non è sostituita da un'altra più forte.

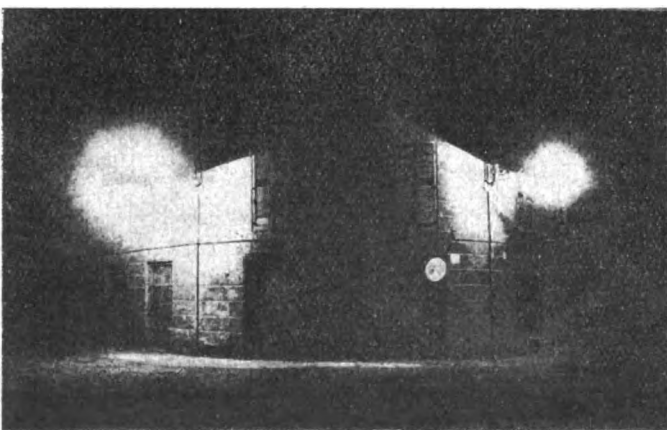


Fig. 9. — Illuminazione con lampade a riflettore metallico pendenti a bracci a muro (notare la demarcazione netta tra zona chiara e scura dell'edificio).

Per strade grandi o ad intenso traffico è una buona unità la lampada da 800 cand. sferiche (10.000 lumen). Con lampade da 10.000 lumen a distanza di m. 40 lungo l'asse di una strada larga circa 12 metri si può ottenere una illuminazione media di 5 o 6 lux. Usando lampade a minori distanze, o poste in vari allineamenti della strada, se occorre su candelabri a bracci multipli, si può aumentare la illuminazione fin che si vuole.

La illuminazione stradale si avvantaggia, come si è detto, della illuminazione dei negozi laterali. In molte città ameri-

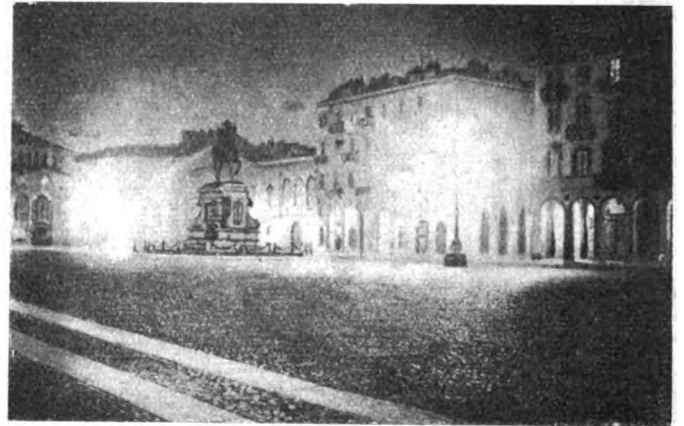


Fig. 10. — Piazza Bodoni in Torino illuminata con candelabri a globo opale (notare che l'intera facciata degli edifici è illuminata).

esperto. Si hanno strade in cui la illuminazione media è di 20 lux e più alta; queste illuminazioni sono rimarchevoli, in quanto buona parte della luce viene pure inviata verso l'alto, illuminando le intere facciate degli edifici, il che contribuisce a dare alla illuminazione un carattere di maggiore grandiosità e gaiezza.

La illuminazione di questi distretti di affari deve dipendere però da circuiti appositi, che permettano lo spegnimento dopo mezzanotte di un certo numero di lampade.

A me sembra uso più comodo il nostro (cioè l'europeo) in cui i negozianti ed i Comuni pensano ognuno per conto loro, pratica per cui non si è mai sentito il bisogno di cambiamento, anche perchè la illuminazione delle strade principali delle nostre città, tolte le eccezioni dell'immediato dopo guerra, fu sempre mantenuta ad un livello discretamente elevato.



Fig. 11. — Tipo del candelabro della piazza della figura precedente.

Quello invece che mi sembra dovrebbe estendersi di più è la così detta illuminazione ornamentale, con lampade a globi sferici o di forma speciale in sommità a candelabri, permettenti la irradiazione di una discreta quantità di luce verso

l'alto. Con riferimento ad una data resa di illuminazione sul piano stradale il sistema è certo dei meno economici, ma ha pure importanza non trascurabile il senso di maggior allegrezza, di maggior orizzonte che proviene dalla visione sopprimendo la proiezione oscura che i grandi riflettori metallici delle lampade comuni tracciano lungo le pareti degli edifici (fig. 9, 10, 11, 12).



Fig. 12. --- Illuminazione del Lungo Po a Torino (la facciata degli edifici è illuminata dai candelabri ornamentali in opera lungo la oresta del muraglione).

Molte città nostre hanno delle bellezze che anche di notte potrebbero degnamente figurare, sia pure in piccola parte, ma con effetti nuovi, e l'esempio in tal senso di qualche città potrebbe incoraggiare nell'esperimento.

CAVI E CONDUTTORI PER CIRCUITI DI ILLUMINAZIONE CON LAMPADINE IN SERIE

ETTORE D'ANGELO



Comunicazione per la XXIX Riunione Annuale dell'A. E. I.
Spezia - Settembre 1924

Generalità.

Una delle caratteristiche dei circuiti di illuminazione con lampade in serie è l'impiego dei cavi unipolari. Negli abitati, dove per ragioni di sicurezza non è possibile alimentare i trasformatori delle singole lampade o dei gruppi di lampade con linee aeree a tensione elevata, la rete primaria deve essere costituita da cavi e il più delle volte il tracciato è tale da rendere conveniente l'impiego dei cavi unipolari. Gli schemi di fig. 1 e fig. 2 già apparsi in questo giornale ⁽¹⁾ rappresentano due delle disposizioni più usate negli impianti in serie: lo schema di fig. 1 viene realizzato generalmente con cavi unipolari sotterranei, per la parte a tensione elevata e con linee aeree e cavi sotterranei a uno o due conduttori per la parte a tensione non pericolosa. Lo schema di fig. 2 viene generalmente realizzato con un cavo sotterraneo primario bipolare e, per la parte a tensione non pericolosa, con cavi sotterranei a uno o due conduttori, o con linee aeree.

Per la scelta della sezione più conveniente del conduttore, nel caso delle linee aeree, si trovano gli elementi necessari in un articolo del Butler pubblicato nella General Electric Review dell'agosto 1921. I grafici delle perdite di energia e delle cadute di tensione ivi pubblicati si riferiscono alle sole sezioni di 8 e 13 mm² che sono le più usate dagli americani. Per comodità del progettista abbiamo compilato il grafico di fig. 3 che dà le perdite di energia e le cadute di tensione per km di conduttore per le intensità di 5,5, 6,6 e 7,5 A. in funzione del diametro e per diametri compresi fra 2,5 e 4 mm.

Per le linee in cavo bipolare con o senza armatura vale lo stesso grafico non avendosi in questi cavi da tener conto delle perdite induttive.

Per i cavi unipolari non armati è stato pubblicato su que-

sto giornale ⁽²⁾ uno studio del Dott. Sacchetto, riguardante più specialmente i cavi ad altissima tensione. Calcolando con la formula del Dott. Sacchetto l'incremento fittizio di resistenza del conduttore, corrispondente alle perdite di energia nel tubo di piombo, anche nel caso di grandi distanze fra gli assi dei cavi,

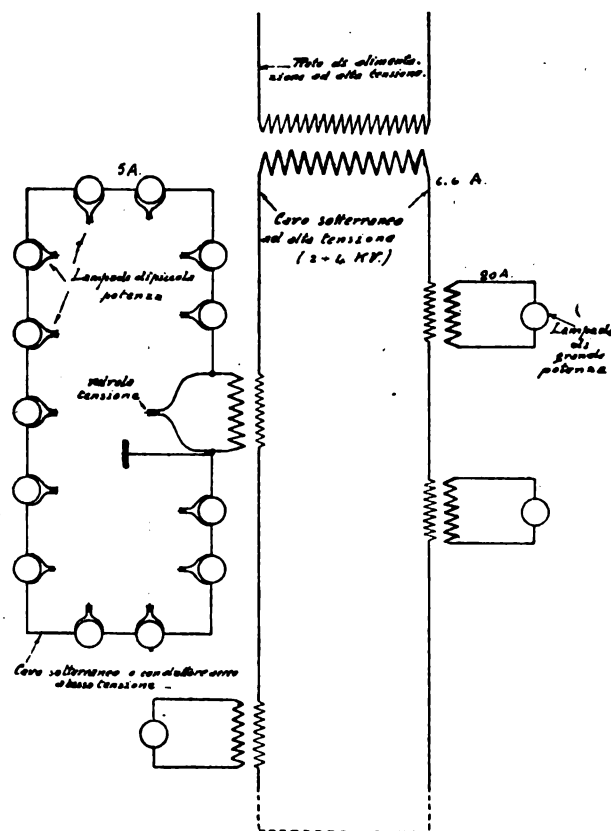


Fig. 1.

come avviene per esempio quando i cavi di uno stesso circuito si trovano ai due lati opposti della strada, si trova che questo aumento di resistenza per i cavi non armati ordinariamente usati nell'illuminazione in serie è assolutamente trascurabile. Non si commette perciò alcun errore apprezzabile, usan-

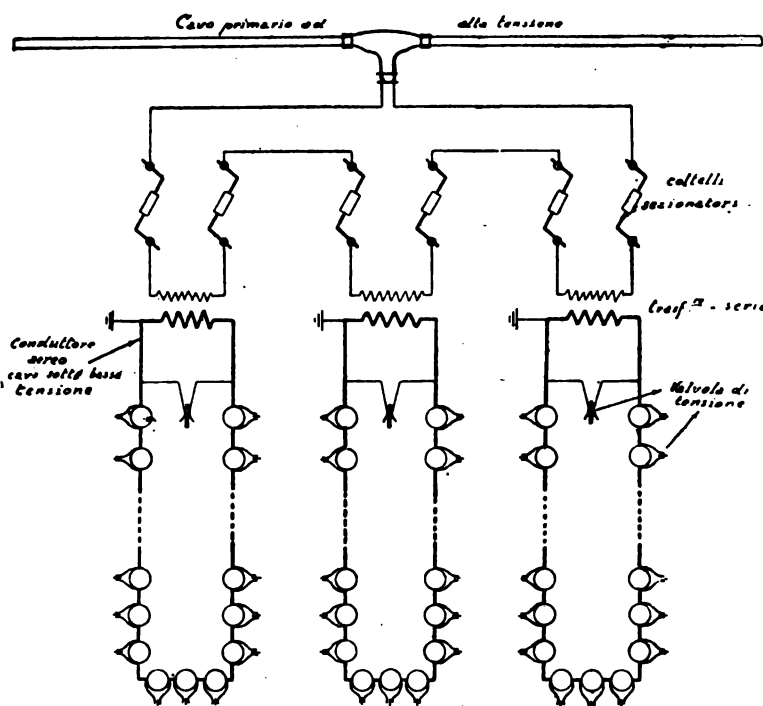


Fig. 2.

do il grafico di fig. 3 anche per i cavi unipolari sottopiombo, non armati.

L'uso di cavi non armati presenta però vari inconvenienti, perchè richiede l'impiego di mezzi di protezione che sovente

⁽¹⁾ Elettrotecnica, pag. 501 - 1923, Ing. Peri).

⁽²⁾ Elettrotecnica, 1922, pag. 667.

sono meno efficaci dell'armatura e comportano una spesa non minore di questa. Per questa ed altre ragioni che verranno esposte più avanti, si fa largo uso negli impianti di illuminazione in serie, di cavi unipolari armati.

Perdite di energia e caduta di tensione nei conduttori aerei per circuiti di illuminazione in serie.

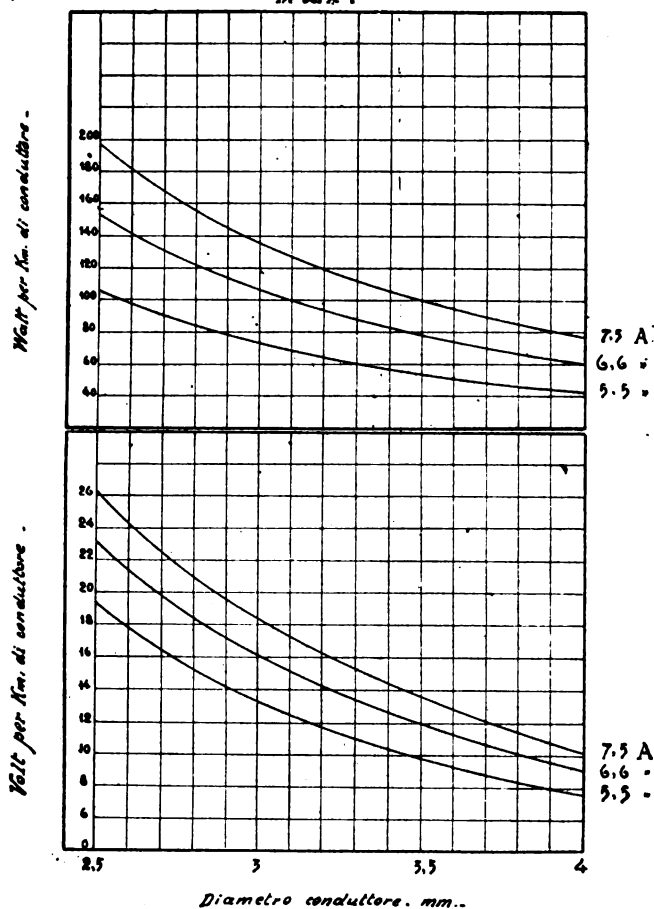


Fig. 3.

Numerosi lavori teorici e sperimentali dovuti agli Ingg. Soleri ed Emanueli ed a specialisti stranieri forniscono i dati tecnici relativi ai cavi unipolari armati con diversi tipi di armature, studiate allo scopo di rendere minime le perdite induttive, col-l'aumentare la riluttanza del circuito magnetico costituito dall'armatura stessa. Tutti questi studi però considerano il caso di grandi intensità di corrente, come avviene generalmente nella pratica ordinaria della distribuzione di energia, e le varie armature speciali, brevettate dalle Case costruttrici, sono tutte sensibilmente più costose delle ordinarie armature per cavi a più conduttori, perchè ricorrono o a leghe di ferro di scarsa permeabilità, od a metalli diamagnetici, o ad artifici per ottenere dei trasferri, tutte soluzioni che aumentano il costo della lavorazione e delle materie prime necessarie.

Però nel caso dei cavi unipolari per la illuminazione in serie, nei quali la intensità di corrente non è mai superiore a 10 A, il fenomeno della perdita induttiva nelle armature ordinarie è da ritenersi molto meno sensibile, tanto più che, data la piccola densità della corrente nel conduttore, il quale ha dimensioni abbondanti determinate soprattutto da ragioni costruttive, le perdite ohmiche sono molto piccole e di conseguenza il cavo può tollerare perdite e riscaldamento supplementari per effetto magnetico.

Allo scopo di riconoscere come effettivamente si comportano i cavi unipolari armati con le ordinarie armature a fili e a nastri di ferro, usati nei circuiti di illuminazione con lampade in serie e fornire al tecnico i dati relativi agli stessi cavi per le intensità usate negli impianti stessi, si sono eseguite numerose esperienze su cavi con conduttore del diametro di mm 2,8, 3,2 e 3,6, isolati per la tensione di esercizio di 2 ÷ 4 kV.

*

Le misure seguenti furono eseguite su lunghezze di 100 metri di cavo posato sul pavimento del laboratorio come in-

dica la fig. 4, usando il potenziometro a corrente alternata. Lo schema del circuito di prova è dato dalla stessa figura. L'intensità di corrente venne misurata con un amperometro di precisione e controllata col potenziometro misurando la d. d. p. ai capi della resistenza campione S per poterne determinare la fase. Un commutatore C permetteva di misurare successivamente la caduta di tensione nel conduttore e la f. e. m. indotta nelle armature.

Con due interruttori si potevano aprire o chiudere a volontà i circuiti costituiti dalle armature di piombo e di ferro.

L'energia, per la frequenza di 50 periodi, era fornita dalla rete pubblica, avente una f. e. m. presso a poco sinusoidale.

Per la frequenza di 42 periodi si dovette ricorrere ad un alternatore monofase esistente in laboratorio che ha un'onda di tensione alquanto appiattita. I risultati ottenuti a 42 periodi col potenziometro, vennero però controllati con un wattmetro astatico di precisione e non si riscontrarono differenze sensibili.

a) *Cavi armati con nastri di ferro.* — Le figure 5 e 6 danno le curve ottenute su uno di questi cavi avente le seguenti caratteristiche: Conduttore mm² 6,15; spess. isolante mm 3; Spessore del tubo di piombo mm 1,3; Dimensioni dei due nastri di ferro mm 0,8 × 18.

Il cavo venne prima sottoposto a corrente continua e nelle figure 5 e 6 sono portati in curve le perdite di energia e le cadute di tensione misurate.

Una seconda serie di prove a 50 periodi con i circuiti secondari costituiti dal tubo di piombo e dall'armatura di ferro interrotti, ha permesso di tracciare le curve delle perdite totali, delle perdite nel ferro, della caduta di tensione nel conduttore e della f. e. m. indotta nel tubo di piombo. Il cavo era disposto secondo i lati di un quadrato e ad ogni estremo il tubo di piombo era unito metallicamente ai nastri di ferro.

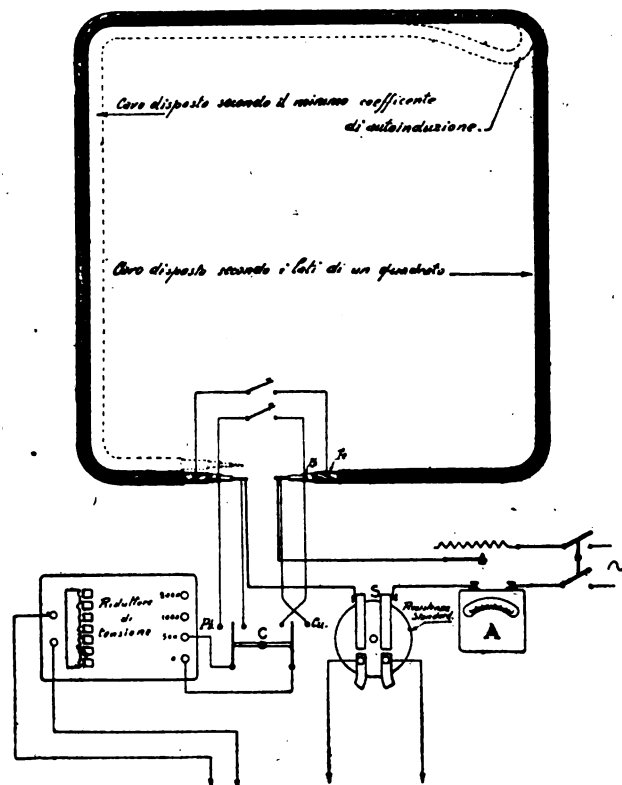


Fig. 4.

Detta V_{cu} la tensione misurata ai capi del conduttore, I la intensità, φ_1 l'angolo di fase relativo, l'energia perduta nel cavo venne calcolata facendo il prodotto:

$$W_{totale} = V_{cu} \times I \times \cos \varphi_1$$

ed è la somma dell'energia misurata in corrente continua e di quella perduta nelle armature la quale è espressa da:

$$W_{Pb} = E_{Pb} \times I \times \cos \varphi_2$$

dove E_{Pb} è la f. e. m. misurata ai capi del tubo di piombo, I l'intensità nel conduttore e φ_2 la diff. di fase relativa. Le curve ottenute sperimentalmente, per il cavo più sopra citato sono quelle contrassegnate con « Pb e Fe interrotti » nelle figure 5

e 6. La caduta di tensione nel conduttore con corrente alternata è la risultante della caduta ohmica misurata con corrente continua e della f. e. m. misurata ai capi delle armature.

La differenza di fase φ_2 fra la intensità nel conduttore e la f. e. m. indotta nel tubo di piombo non è costante, ma diminuisce coll'aumentare dell'intensità di corrente. Per i piccoli valori di I , φ_2 è prossimo a 90° e scende a 53° a 10 A per effetto dell'aumento della componente attiva collo aumentare dell'induzione nel ferro.

Praticamente si usa mettere a terra il tubo di piombo e l'armatura ad ogni cassetta di derivazione, per evitare la formazione di cariche elettrostatiche a potenziale pericoloso nelle armature stesse. Ciò provoca delle correnti circolanti nel piombo e nel ferro. Per studiare l'effetto di queste correnti sulle perdite e sulle cadute di tensione, si sono eseguite altre serie di misure chiudendo il circuito del tubo di piombo e quello della armatura.

I risultati dati dai grafici delle figure 5 e 6 mostrano chiaramente l'effetto di reazione del secondario prodotto dalla chiusura di questi circuiti. Per i piccoli valori della intensità di corrente, l'induzione nel ferro è bassa anche quando i circuiti secondari sono aperti, quindi le perdite induttive sono piccole. La chiusura del secondario, ha perciò l'effetto di spostare la prima parte della curva delle perdite leggermente al di sopra della curva corrispondente a secondario aperto, perchè non fa che aggiungere le perdite $R_2 I_2^2$ nel secondario.

A partire da un certo valore della intensità di corrente che, per il cavo al quale si riferiscono le figure, era di circa 6 A, la curva delle perdite con le armature in corto circuito si abbassa al di sotto della curva corrispondente a secondario aperto, per effetto della reazione che rende trascurabile l'induzione.

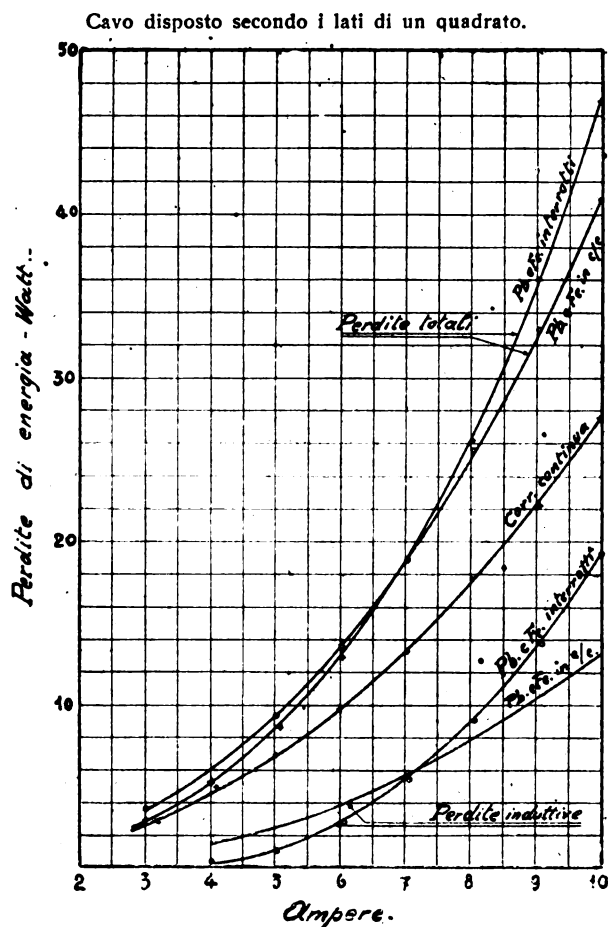


Fig. 5. — Perdite di energia

Misure eseguite con corrente continua e corrente alternata alla frequenza di 50 ~ su 100 m. di cavo unipolare armato con due nastri di ferro dello spessore di mm. 0,8. Sezione del conduttore mm² 6,15 - Spessore Pb. mm 1,3 - Spessore isolante mm 3.

Le sole perdite induttive sensibili sono quelle per effetto Joule nelle armature. Il cavo così è come un trasformatore in corto circuito e, se le dimensioni del tubo di piombo sono convenienti, funziona in migliori condizioni che non ad armature interrotte. La curva delle cadute di tensione subisce lo stesso spostamento. E' interessante la tabella seguente dedotta dalle curve:

Perdite di energie e cadute di tensione in 100 metri di cavo armato con nastri di ferro a 50 periodi e 10 A. - Sezione del conduttore 6,15 mm².

| | Volt | watt | cos φ | $R I^2$ |
|-----------------|------|-------|---------------|---------|
| Pb e Fe isolati | 5,50 | 46,80 | 0,85 | 27,7 |
| » » in c/c | 4,25 | 40,80 | 0,96 | 27,7 |

Chiudendo in corto circuito soltanto uno dei secondari, per esempio il tubo di piombo e lasciando aperto l'altro, si ottiene lo stesso fenomeno ma in modo meno sensibile.

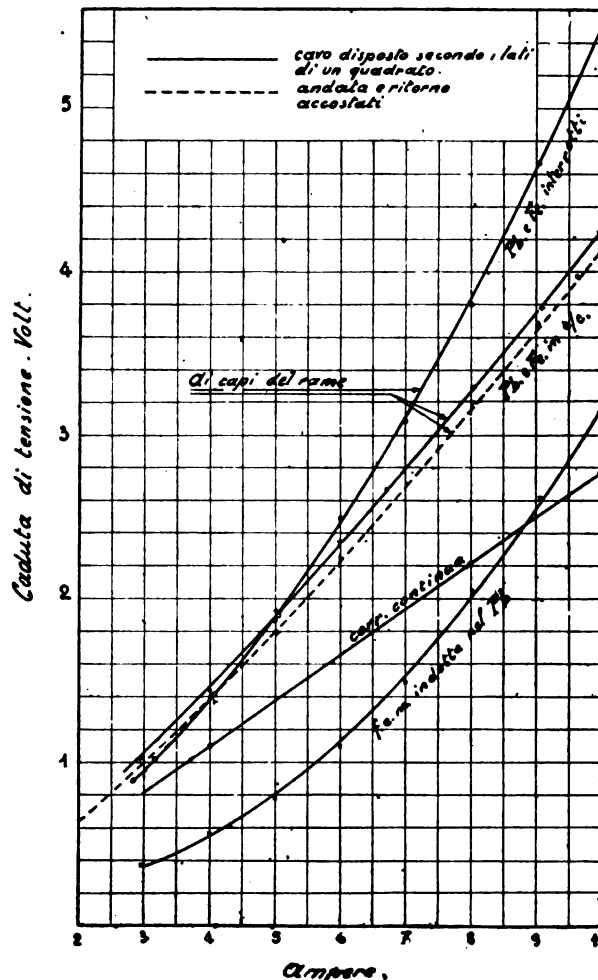


Fig. 6. — Cadute di tensione.

Misure eseguite con corrente continua e corrente alternata alla frequenza di 50 ~ su 100 m di cavo unipolare armato con due nastri di ferro dello spessore di mm 0,8 - Sezione del conduttore mm² 6,15 - Spessore Pb. mm 1,3 - Spessore isolante mm 3.

Si è cercato di determinare l'influenza dell'area racchiusa dal doppino e per ciò si sono ripetute le misure a 50 periodi disponendo il cavo in modo da racchiudere la minima area (andata e ritorno accostati) come è indicato in punteggiato in fig. 4. La diminuzione del coefficiente di autoinduzione non è molto sensibile, come si vede in fig. 6 dove è riportata in tratteggio la curva ottenuta in queste condizioni. La perdita di energia varia nelle stesse proporzioni e si può ritenere l'impedenza del cavo praticamente costante, sia con i cavi nella stessa trincea, che situati ai lati opposti della strada ⁽³⁾.

Queste esperienze, ripetute a 42 periodi e su cavi con conduttori di diametro diverso hanno resa possibile la compilazione dei grafici rappresentati dalle figure 7 e 8, i quali danno rispettivamente i valori approssimati della perdita di energia e della caduta di tensione nei cavi unipolari armati con nastri di ferro, in funzione del diametro del conduttore, per la frequenza di 42 e 50 periodi e per le intensità di 5,5; 6,6 e 7,5 ampere.

Naturalmente le perdite e le cadute di tensione nei cavi armati con nastri di ferro possono scostarsi alquanto da quelle date, col variare della qualità del ferro, degli spessori del piombo, dei nastri di ferro e dell'isolante.

⁽³⁾ La verifica è stata fatta in seguito ad alcuni dati pubblicati dal J. of A.I.E.E. nella pubblicità dell'Harbshaw - pag. 9 - maggio 1921 secondo i quali la variazione di impedenza risulterebbe molto più grande.

Il Butler, nell'articolo citato, dà le curve delle perdite induttive per due cavi di diversa sezione armati con nastri di ferro,

Perdite nei cavi unipolari armati con nastri di ferro, per illuminazione in serie

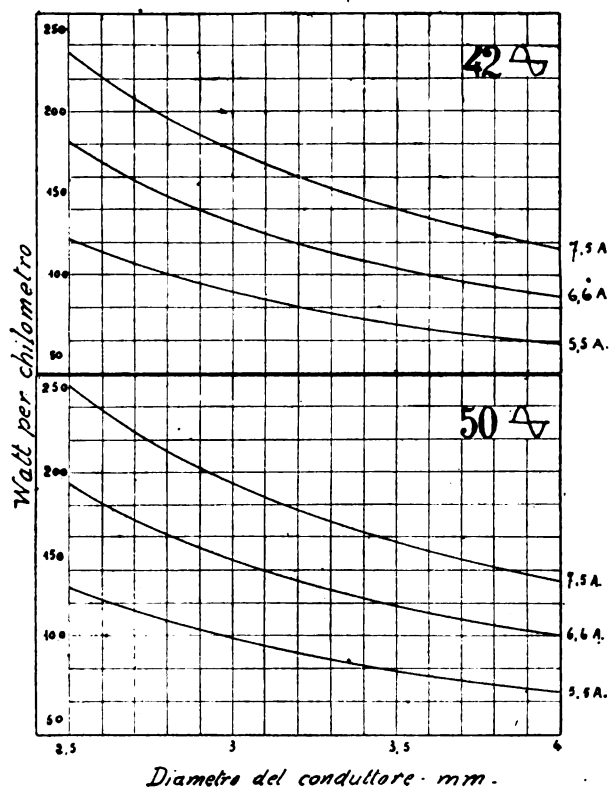


Fig. 7.

che concordano con i nostri risultati delle figure 7 ed 8. Per la predeterminazione delle perdite di energia e delle cadute di ten-

Cadute di tensione nei cavi unipolari, armati con nastri di ferro, per illuminazione in serie.

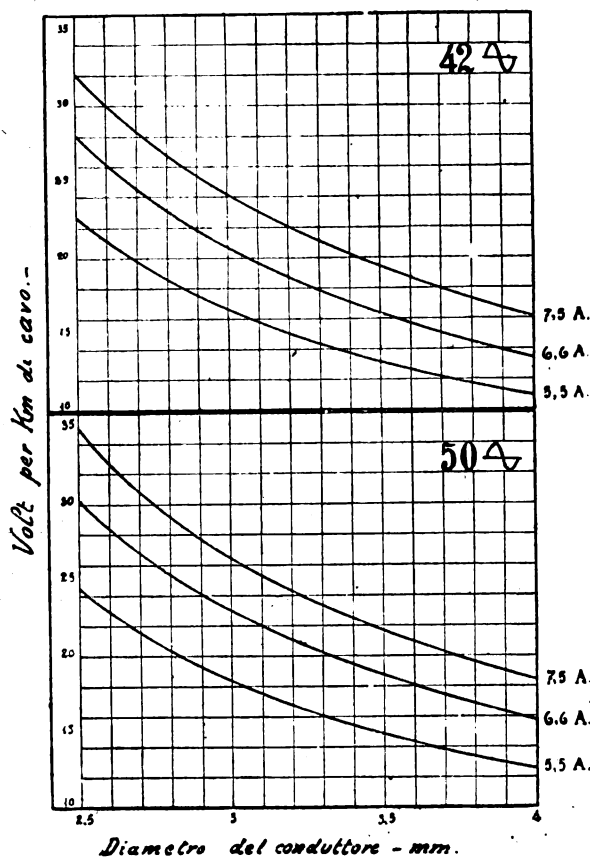


Fig. 8.

sione i valori dedotti dalle esperienze precedenti sono però sufficientemente approssimati

L'esame comparativo dei grafici di fig. 3 e delle figure 5 e 6 dà un'idea dell'aumento di perdite dovuto alla presenza dell'armatura a nastri di ferro; si riconosce inoltre che le perdite induttive, a parità di intensità di corrente e di frequenza in cavi aventi lo stesso spessore isolante, variano pochissimo col variare del diametro del conduttore, da mm 2,5 a 4.

b) Armatura costituita da fili di ferro. — La figura 9 dà le curve relative ad un cavo avente la sezione di 10 mm² armato con 25 fili di ferro del diametro di 2,5 mm disteso sul terreno in modo da costituire un doppino con una distanza media fra gli assi del cavo (andata e ritorno) di 10 cm percorso da corrente alternata a 50 periodi per intensità comprese fra zero e 60 amp.

Per la intensità di 10 A la perdita di energia dovuta alla presenza dell'armatura, risulta di circa 10 w mentre la perdita nel rame per effetto Joule è di 180 watt, per km di cavo.

L'effetto dell'armatura a fili, non è molto sensibile per la grande riluttanza del circuito magnetico, essendo i fili a contatto soltanto secondo una generatrice e zincati.

*Cavo unipolare 10 mm²
armato con 25 fili di ferro di 2,5 mm*

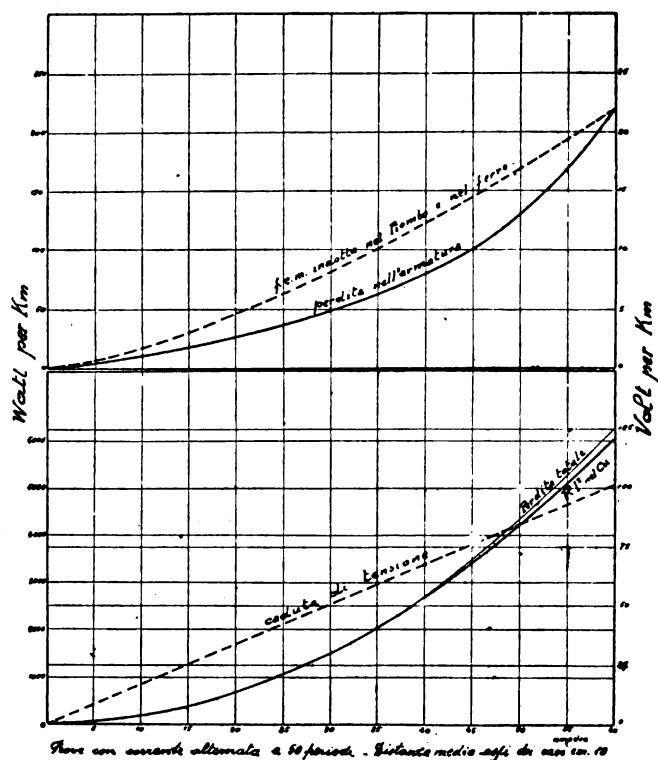


Fig. 9.

Prove eseguite su altri cavi confermano sempre i risultati di fig. 9; le perdite induttive non superano mai il 5 ÷ 6 % delle perdite misurate con corrente continua per intensità di corrente fino a 10 ampere e per le sezioni di rame 6 ÷ 10 mm².

Non si è ritenuto perciò necessario di compilare uno speciale grafico per questi cavi, perchè potrà servire senza gravi errori il grafico di figura 3.

Tipi di cavi.

a) Cavi primari. — I cavi primari ad alta tensione più generalmente usati negli impianti di illuminazione pubblica, sono del tipo ad isolamento in carta impregnata (fig. 10 e fig. 11) perchè più economici, relativamente ai tipi in gomma ed in tela verniciata impiegati dagli americani.

Per salire dalla cassetta di derivazione alle armature si impiega generalmente un cavo bipolare ad isolamento in gomma come quello di fig. 12.

La scelta della sezione, per quest cavi non si fa, come si è detto, secondo il criterio del riscaldamento tollerabile, ma la si determina in base alle perdite ammissibili. Le intensità primarie più in uso sono 5,5, 6,6, 7,5 A e la sezione « standard » usata dagli americani è di 8,3 mm², a Torino è stata scelta la sezione di 6,6 mm².

La protezione dei cavi, oltre che colla guaina di piombo, deve essere fatta o con armatura o con tegoloni di cotto o di

cemento da collocarsi sopra il cavo dopo che questo è stato disteso nella trincea. L'armatura presenta l'indiscutibile vantaggio di una più efficace protezione sia nei riguardi del cavo, contro i guasti che si potrebbero produrre durante la posa, o in successivi scavi, come nei riguardi del personale che si trovi a lavorare col piccone in prossimità del cavo stesso.

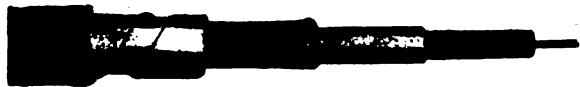


Fig. 10.

L'armatura a fili di ferro rende generalmente il cavo più costoso che non l'armatura a nastri di ferro; il rapporto fra il prezzo unitario di un cavo armato con fili, ed il prezzo dello stesso cavo armato con nastri, è compreso tra 1,15 e 1,2. Per i cavi a due conduttori è quindi senz'altro da preferire l'armatura a nastri di ferro; per i cavi ad un conduttore bisogna considerare la influenza delle perdite nell'armatura che, se è trascurabile per i cavi armati con fili di ferro, data la grande riluttanza del circuito magnetico costituito dall'armatura, è



Fig. 11.

però sensibile nei cavi armati con nastri. Tali perdite però, come si è visto, non costituiscono un serio ostacolo per l'impiego dei cavi unipolari armati con nastri.

Resta da esaminare sotto il punto di vista economico se convenga o meno adottare cavi armati posati direttamente nel suolo come lo indica la fig. 13 e con un mattone posto sopra il cavo per avvertimento, oppure cavi sottopiombo, con un semplice strato esterno di juta impeciata, protetti con un te-



Fig. 12.

golone in cotto o in cemento, come è indicato nella fig. 14. Da alcuni dati dovuti alla cortesia dell'Ing. Peri, risulta per esempio, il seguente specchio:

Rapporto del prezzo unitario globale del cavo armato con nastri più i mattoni (posati per lungo e a piè d'opera), al prezzo globale unitario del cavo sottopiombo e juta più i tegoloni in cemento: (Aprile 1924).

| Tensione di esercizio V. | Diametro del conduttore | |
|-----------------------------|-------------------------|-------|
| | 25/10 | 32/10 |
| 2.000 | 1,08 | 1,12 |
| 4.000 | 1,10 | 1,10 |

Da questi dati, che hanno però soltanto valore locale, risulterebbe per il cavo armato una spesa del 10 % superiore a quella del cavo non armato, percentuale che riferita alla spesa totale di posa diventa insignificante di fronte agli indiscutibili vantaggi di sicurezza di esercizio del primo.

I cavi primari vengono provati in acqua a tensione doppia della massima di esercizio per la durata di 10' per ogni conduttore e la perforazione di un campione non deve avvenire a meno di cinque volte la tensione di esercizio.

b) *Cavi secondari.* — I cavi a bassa tensione sono del tipo ad isolamento in gomma e la sezione viene determinata in base alle perdite; negli S. U. è comunemente usata la sezione di 13 mm² circa. A Torino la sezione più usata è quella di 8 mm² per i circuiti a 7,5 A e di 10 mm² per le lampade di grande potenza.

La fig. 15 rappresenta il cavo unipolare sottopiombo rivestito esternamente di juta. Lo stesso cavo quando è posato direttamente nel suolo senza il tegolone di protezione viene armato; nelle colonne montanti, ed anche nei tracciati nei quali ciò è conveniente si usa il cavo bipolare.

È richiesta generalmente per questi cavi la prova in acqua a 2000 volt per 10'.

c) *Conduttori aerei.* — I conduttori aerei per illuminazione stradale, usati dagli americani sono semplicemente isolati con tre treccie di tessili imbevute di vernici resistenti alle intemperie; nessuna prescrizione per questo tipo. La loro sezione viene determinata da ragioni meccaniche e varia fra 8 e 13 mm². La Città di Torino ha adottato un tipo di conduttore del diametro di mm. 3,2 isolato con gomma protetto da un nastro gommato, due nastri sterlingati e due treccie miniate e richiede la prova in acqua a 2000 volt per 10'. Questo tipo,

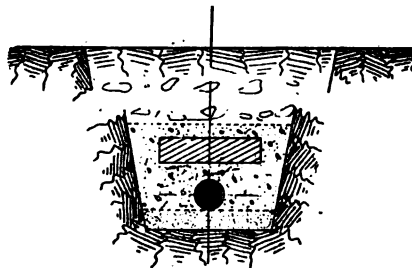


Fig. 13.

che resiste molto bene alle intemperie, viene infilato anche nei tubi di ferro per salire alle mensole.

Accessori.

I terminali e le muffole di giunzione di questi tipi di cavo non presentano alcuna particolarità degna di nota. Interessante è invece il dispositivo a Z usato nelle cassette di sezionamento e rappresentato in fig. 16. Esso serve contemporaneamente per il sezionamento di una rete primaria in cavo bipolare e per mettere in corto circuito gli estremi dei due cavi. La ma-

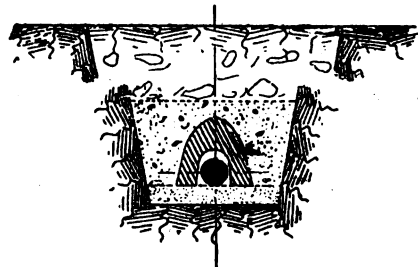


Fig. 14.

novra si fa col fioretto ed è resa possibile dalla forma speciale dei coltelli.

Convenienza di adottare il cavo unipolare o bipolare in alcuni casi speciali.

Mentre il cavo unipolare costituisce una delle caratteristiche del sistema e rende nella maggior parte dei casi, meno costosa la installazione, in alcuni casi riesce invece più conveniente l'uso dei cavi a due conduttori. Infatti con questi cavi il circuito può venir sospeso in un punto qualunque ed esteso eventualmente in seguito e l'impiego di cassette come quella di fig. 16 rende possibili le manovre di sezionamento relative.

Il problema deve essere risolto sotto un duplice aspetto, volta per volta,

Sia A la cabina di alimentazione e ABCDE il tracciato per il cavo bipolare, di sviluppo L_2 (fig. 17)). Il circuito potrebbe essere chiuso col lato EA a mezzo di un cavo unipolare di



Fig. 15.

sviluppo $L_1 > L_2$ e questa soluzione sarà conveniente tutte le volte che; $L_1 (C_1 + p) < L_2 (C_2 + p)$ dove C_1 e C_2 sono i costi unitari del cavo a 1 e 2 conduttori e p è il prezzo unitario della posa.

Il secondo aspetto del problema è quello delle perdite unitarie di energia che, a parità di sezione e di corrente, sono per il cavo unipolare la metà di quelle del cavo bipolare, cosicché sotto questo aspetto i due sistemi si equivalgono se: $L_1 = 2 L_2$ e converrà il cavo unipolare quando $L_1 < 2 L_2$.

Quando il cavo unipolare però è armato con nastri, a parità di altre condizioni la perdita di energia unitaria è alquanto

superiore alla metà di quella del cavo bipolare e si potrà caso per caso dedurre il rapporto delle curve date più sopra. Per esempio, per i due cavi con conduttori di 28/10, armati con nastro, il rapporto fra le perdite unitarie a 6,6 ampere e 50 periodi è:

$$\frac{W_1}{W_2} = 1,52$$

e sotto il punto di vista perdite converrà il cavo unipolare quando $L_1 < 1,5 L_2$.

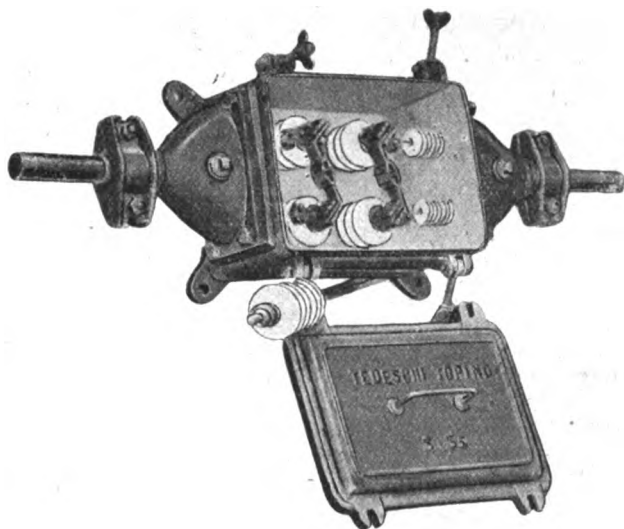


Fig. 16.

Il primo aspetto del problema è però il più importante. Può essere utile perciò la conoscenza del rapporto dei costi unitari dei due cavi a parità di sezione e di tensione di esercizio. Esso si aggira, alle condizioni attuali del mercato, intorno a 1,8 circa.

Conclusioni. — Per gli impianti di illuminazione pubblica la rete sotterranea in cavi, sia ad alta che a bassa tensione, offre una maggior sicurezza di esercizio se i cavi sono armati. La spesa di impianto, adottando il sistema con cavi armati con nastri di ferro, supera di una percentuale insignificante la spesa relativa al sistema con cavi semplicemente sotto piombo e l'aumento di perdite per la presenza del ferro è di circa:

| | |
|--------------------------------------|--|
| watt 24 per km. nei circuiti a 5,5 A | |
| » 40 » » » 6,6 » | |
| » 56 » » » 7,5 » | |

alla frequenza di 50 periodi, ciò che, a L. 0,10 per kWh comporta una maggiore spesa annua, per chilometro di cavo, e

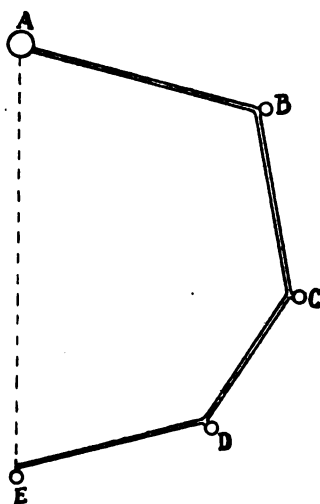


Fig. 17.

per 4000 ore di accensione, di L. 9,60 a 5,5 A; L. 16 a 6,6 A L. 22,40 a 7,5 A.

L'aumento di temperatura dovuto a queste perdite è assolutamente trascurabile, se si pensa che un cavo con conduttore del diametro di 2,5 mm può portare in modo continuativo una intensità di corrente di 40 A. con meno di 25° C di

sopraelevazione di temperatura, e viene usato invece nella illuminazione con 5,5 ÷ 7,5 A. soltanto.

L'armatura a fili di ferro non aumenta in modo apprezzabile le perdite, per le stesse intensità di corrente, ma aumenta del 20 % il prezzo del cavo, rispetto al cavo armato con nastri di ferro, il che corrisponde, alle condizioni attuali del mercato, ad una maggior spesa di impianto variabile fra 1000 e 2000 lire per chilometro di cavo, secondo la tensione e il diametro del conduttore.

Le armature speciali sono ancora più costose di quella ordinaria a fili. Da ciò appare la convenienza di adottare, qualora condizioni speciali di posa o altro non intervengano, cavi con ordinaria armatura a nastri, ed è interessante di notare in proposito, come anche gli americani che non posano mai cavi armati, hanno adottato questo tipo per il caso dell'illuminazione in serie.

Con l'impiego di lampade di grande potenza si migliora l'utilizzazione del cavo e delle linee in generale, come è facile vedere dal grafico di fig. 18 il quale dà le perdite nel cavo in % dei watt assorbiti dai vari tipi di lampade usate, per un cavo armato con nastri di ferro con conduttore di 3,2 milli-

Cavo armato con nastri di ferro - Conduttore di mm. 3,2 - 6,6 A.

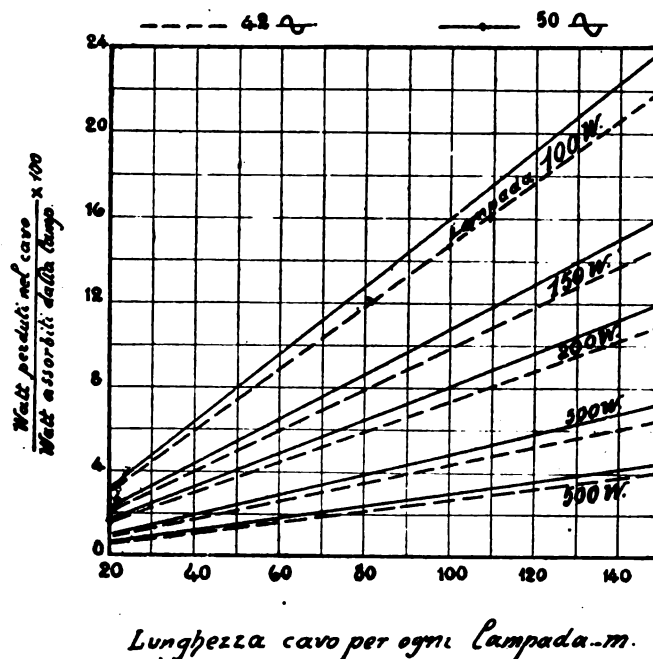


Fig. 18.

metri e per la intensità di 6,6 A. Il grafico è tracciato in funzione della lunghezza di cavo per ogni lampada e per la lampada di grande potenza con trasformatore si è tenuto conto di un rendimento di quest'ultimo pari al 92 % che è il valore massimo trovato nelle misure fatte su diversi tipi di trasformatori.

Dal grafico si vede per esempio che, con la lampada da 100 w e 50 metri di cavo per lampada, il rendimento della linea è del 92 %, mentre per la lampada da 500 watt, il rendimento della stessa lunghezza di cavo è maggiore del 98 %.

La messa a terra del piombo per evitare la cariche elettrostatiche nel medesimo, provoca delle correnti circolanti che migliorano il funzionamento del cavo, come da risultati sperimentali già citati, e i dati delle fig. 7 e 8 furono determinati in base a misure seguite su lunghezze di 100 m di cavo, collegando i due estremi del tubo di piombo e dell'armatura di ferro in corto circuito.

L'impedenza del circuito con cavi unipolari armati con nastri, può essere ritenuta praticamente indipendente dall'area racchiusa dal circuito; il fattore di potenza dei cavi è compreso fra 0,96 e 0,98.

Questo studio fu compiuto sotto la guida dell'Ing. Soleri, nel Laboratorio della S.A. Ing. V. Tedeschi e C., su cavi fabbricati dalla stessa ditta.

Per il cambio di indirizzo inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.

□ IN TEMA DI LAMPADE E DI SCARTI DI TENSIONE □ □ □ □ □ □ □ □

G. REVESSI



Comunicazione alla XXIX Riunione Annuale dell' A. E. I.
Spezia - Settembre 1924

Esistono, almeno in elettrotecnica, inconvenienti, di cui i profani chiedono l'eliminazione, a cui i pratici si rassegnano, che gli studiosi finalmente cercano di mitigare, non accontentando i primi, allarmando i secondi. Tali, ad esempio, le interruzioni di servizio, la incostanza della tensione presso gli utenti, le correnti vaganti degli impianti tramviari, inconvenienti tutti sostanzialmente inevitabili, ma dove il male sta nell'eccesso.

Se oggi gli utenti spesso lamentano troppo improvvisi, intensi e prolungati abbassamenti di luce, e insieme durata troppo breve delle lampade esposte a restare accese nelle ore di minor consumo, la ragione sta nel meccanismo diverso attraverso cui le lampade e gli impianti destinati ad alimentarle han progredito e nell'incessante divenire di questi ultimi.

Le prime hanno potuto perfezionarsi attraverso invenzioni geniali e tentativi innumeri e pazienti senza che il passato gravasse sul loro sviluppo altrimenti che coll'esperienza e colle cognizioni acquisite; accesa una lampada nuova e migliore, la lampada vecchia si è spenta ritirandosi modestamente fra gli scarti di magazzino. Diversa è stata invece la sorte degli impianti, che pure si sono svolti e perfezionati con ritmo anche più rapido e possente per lo sviluppo delle precedenti applicazioni e per il sopraggiungere continuo di nuove; essi non hanno potuto liberarsi con altrettanta disinvoltura del passato, fardello qualche volta tecnicamente gravoso, anche se eredità preziosa dal punto di vista patrimoniale.

Perciò si è di mano in mano allentata quella aderenza fra le esigenze delle lampade e le possibilità della distribuzione, che è la condizione fondamentale per un servizio interamente soddisfacente: perciò quasi tutte le opere successivamente aggiunte agli impianti, anche quelle più vaste, anche quelle meglio ideate, anche quelle che han costato maggior sacrificio di denaro, non hanno potuto interamente perdere il carattere di espedienti.

Non si intende con questo minimamente di fare un appunto, perchè nessuno avrebbe potuto girare questa difficoltà; si intende soltanto mettere in rilievo la causa fondamentale della difficoltà stessa, che offre una qualche analogia con quella che incontra chi adatta a nuove esigenze un edificio esistente in confronto a chi lo costruisce dalle fondamenta.

Le distribuzioni furono inizialmente studiate nella presunzione che fossero alimentate a tensione costante, e lo potevano essere finchè a ciascuna era destinata una propria centrale, ma quando cominciò a delinearsi la interdipendenza degli impianti, richiesta dall'aumento dei consumi e dalla necessità di far fronte a servizi sempre più vasti e complessi, quest'ipotesi andò facendosi sempre più lontana dalla realtà.

Era bensì possibile, anzi relativamente facile, rinforzare la distribuzione in dipendenza dell'aumento dei consumi, in modo che le cadute di tensione non vi diventassero eccessive, tanto più che le nuove lampade erano meno sensibili delle vecchie, ma difficile era, ed è, nelle sottostazioni connesse alle grandi reti collettrici di mantenere un'alimentazione a tensione sufficientemente costante; fallita in genere la speranza di poter adottare su larga scala regolatori di tensione locali, per intima natura troppo ingombranti, si è avuto qualche volta la sensazione di perdere il controllo della tensione, se non si tornava per qualche settore ad esercizi autonomi.

Ovvio è invece la presunzione, che si vedrà in seguito non del tutto infondata, che anche in questo caso, sebbene per vie e per cause affatto diverse, debba succedere qualche cosa di simile a quanto talora avviene nell'avviamento di un gruppo, un crescente turbamento di marcia a velocità moderata, che alle velocità superiori si acqueta.

Ma nelle costruzioni elettromeccaniche ciò si è raggiunto, perchè, chiarito il fenomeno, vi si è potuto commisurare opportunamente le masse in moto: non diversamente si potrà qui aver speranza di rimediare tanto più agevolmente, quanto meglio si avrà modo, non solo di studiare a fondo le linee di trasmissione, ma anche in particolare di rendersi conto di quan-

to succede in una sottostazione per il concorrervi di più linee, di cui qualcuna ancora sulla carta e capace non soltanto di portare nuova energia, ma anche di facilitare il regolaggio della tensione.

*

Perciò chi scrive, oggi che molto opportunamente si discute del problema del regolaggio della tensione, ritiene utile stralciare da un suo trattato sulle linee e sulle reti, che sta per venire alla luce, qualche processo originale di indagine di questo particolare problema.

Si tratta di una soluzione grafica più completa di quella che egli stesso ebbe occasione di dare in precedenza per il caso di due trasmissioni concorrenti e di un ampliamento analitico della soluzione stessa, che permette di considerare il problema per un numero qualunque di trasmissioni.

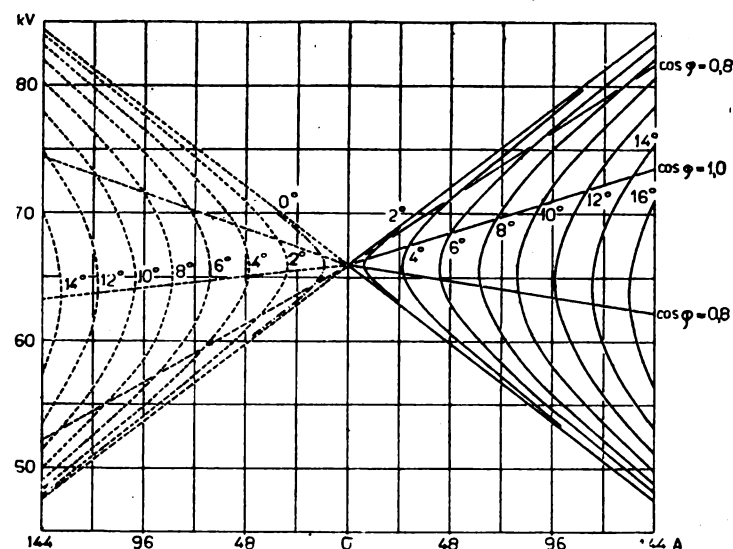


Fig. 1.

Cominciando dal procedimento grafico, si è potuto ottenere un sostanziale perfezionamento accoppiando colle « caratteristiche di tensione », già sviluppate nelle accennate comunicazioni, e interpreti per tensione terminale costante dell'andamento della tensione all'origine in funzione della corrente erogata per i diversi valori del fattore di potenza del carico, le « curve di eguale fase », luogo dei punti, nel medesimo piano cartesiano, in cui son tracciate le caratteristiche, per i quali è costante, ed è eguale a un determinato valore, lo spostamento di fase rispetto alla tensione terminale della tensione all'origine (fig. 1); sono famiglie di curve di analoga origine geometrica malgrado la diversa finalità e perfino il diverso aspetto.

Le prime infatti, nel piano polare del diagramma delle tensioni della trasmissione considerata (fig. 2) corrispondono

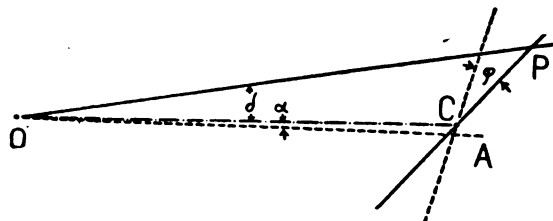


Fig. 2.

a rette, come la CP, passanti per il punto C, estremo del vettore OC, tensione all'origine a vuoto, e sono definite dall'angolo φ , relativo al fattore di potenza del carico considerato, che ciascuna di esse forma con una direzione inclinata su OC dell'angolo che in corto circuito acquista la caduta di tensione sulla corrente all'origine; le seconde corrispondono invece, come la OP, a rette che passano per l'origine O del diagramma delle tensioni, e sono definite dall'angolo $\alpha \pm \delta$, che ciascuna di esse forma colla tensione terminale OA.

I punti come P del piano polare, sul quale queste rette si adagiano, sono definiti dalla distanza CP dal punto C, proporzionale secondo un fattore, che è l'impedenza di corto circuito riferita al termine della linea, alla corrente erogata, e dalla distanza OP dall'origine O del diagramma, tensione all'origine della linea; corrente e tensione, che sono assunte come coordinate del piano cartesiano, in cui le rette stesse sono trasferite.

Evidentemente la retta OC è comune alle due famiglie, risponde cioè a una parte alla caratteristica di tensione per carico induttivo e fattore di potenza corrispondente all'angolo, che definisce la direzione di riferimento dianzi accennata, e dall'altra alla curva di eguale fase, per cui lo spostamento di fase è eguale a $+\alpha$, anticipo della tensione a vuoto sulla tensione terminale: è anche l'unica retta del piano polare, che si trasferisca nel piano cartesiano in una coppia ancora di rette, particolarmente importanti per giunta, perchè delimitano il piano stesso in due porzioni, in una sola delle quali caratteristiche di tensione e curve di eguale fase hanno significato reale.

Si deve soltanto al diverso ordine di grandezza della corrente rispetto alla tensione, alla sproporzione tra i vettori irradianti da O e quelli passanti per C e alla convenienza di considerare intorno a C anche il senso negativo delle correnti, cioè quello per il quale esiste una componente di lavoro assorbita, anzichè erogata, se, mentre le curve di eguale fase conservano il loro aspetto di iperboli, le caratteristiche di tensione possono essere approssimativamente rappresentate con due segmenti di retta incrociandosi sull'asse delle ordinate in corrispondenza alla tensione a vuoto, e eventualmente anche, sebbene con una minore approssimazione, da un'unica retta passante per detto punto.

E' intuitivo che il tracciamento di entrambi queste famiglie di curve può essere con grande sicurezza realizzato, piuttosto che per via puramente geometrica, usufruendo delle relazioni analitiche, che sorgono nel trasferimento dei luoghi geometrici ora considerati dal piano polare al piano cartesiano; si ritiene superfluo però riportare anche questo dalla pubblicazione prima accennata, a cui potranno sempre far ricorso quelli a cui la questione può maggiormente interessare, scopo attuale essendo piuttosto quello di insistere sui vantaggi del procedimento.

*

Tracciate per ciascuna delle trasmissioni, che fanno capo a una medesima sottostazione *caratteristiche di tensione e curve di eguale fase*, i più complicati problemi relativi alla loro coesistenza possono essere rapidamente avviati verso la soluzione, graficamente finchè si tratta di due trasmissioni soltanto, attraverso la soluzione di sistemi di equazioni lineari, se il numero delle trasmissioni concorrenti è maggiore.

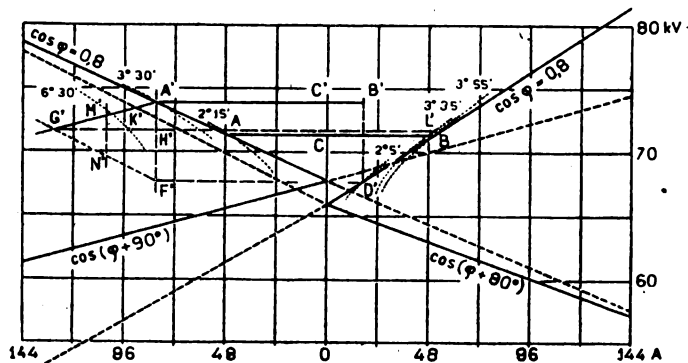


Fig. 3.

Nel primo caso conviene, come già si è suggerito in precedenti monografie, affiancare intorno al medesimo asse delle ordinate i diagrammi delle due trasmissioni in modo che alla corrente erogata dell'una corrisponda la corrente assorbita dell'altra (fig. 3).

Per un dato carico complessivo, misurato come erogazione in ascissa dal segmento AB , il suo adattamento fra le caratteristiche corrispondenti al suo fattore di potenza determina uno degli infiniti possibili regimi, e precisamente quello per cui le tensioni alle origini sono la medesima, misurata dall'ordinata, a cui l'adattamento del segmento avviene, e per cui contemporaneamente si annulla ogni corrente di circolazione; la distribuzione dell'erogazione fra le due trasmissioni è quella definita dal punto C , in cui l'asse delle ordinate divide il segmento AB ; lo spostamento angolare fra le due tensioni in partenza è dato finalmente dalla differenza delle fasi, che i punti stessi A e B marciano sul piano del disegno.

Ogni corrente di circolazione può però anche mancare per un qualunque altro regime $A'B'$, quando le tensioni alle origini, anzichè eguali, corrispondano alle ordinate delle due caratteristiche interessate per le due erogazioni, ascisse, parziali; sarebbero allora naturalmente i punti A' e D' a marcare

le fasi, che determinano per differenza il nuovo spostamento angolare.

Diversamente, nell'ipotesi ad esempio che le tensioni alle origini debbano mantenersi eguali, si manifesta una corrente di circolazione, la quale, finchè entrambi le trasmissioni contribuiscono all'erogazione, non può comprendere una componente in fase colla corrente erogata, perchè ciò altererebbe la distribuzione presunta, e deve perciò risultare in quadratura colla corrente erogata, qualunque sia il fattore di potenza di questa; il procedimento permette subito di determinare quale, in quanto, aggiunte le caratteristiche di tensione relative a $\cos(\varphi+90^\circ)$, la corrente di circolazione dev'essere quella che conteggiata positiva per la trasmissione più carica, fa discendere la tensione in partenza della medesima dalla ordinata di A' , e, conteggiata in senso contrario per l'altra, fa salire la tensione in partenza della seconda dall'ordinata di D' , o, ciò che è lo stesso, di F' , all'ordinata dell'intersezione G' dei rami corrispondenti delle caratteristiche ausiliarie spostate parallelamente a passare per A' ed F' .

Il segmento $H'G'$ misura appunto questa corrente di circolazione, ma essa è in quadratura con ciascuna delle correnti $C'A'$ e $C'B'$; il punto G' definisce quindi soltanto, coll'ordinata corrispondente, la comune tensione in partenza; le correnti risultanti per le due trasmissioni sono invece diverse, e corrispondono a due punti K' ed L' posti sull'orizzontale condotta per G' e aventi rispettivamente per ascisse la

$$\sqrt{C'A'^2 + H'G'^2} \text{ e la } \sqrt{C'B'^2 + G'H'^2};$$

sono questi due punti, che appartengono ormai a caratteristiche per fattori di potenza diversi fra loro e diversi dal primitivo, che marciano le fasi delle tensioni in partenza e in conseguenza lo spostamento angolare.

Sarebbe anche concepibile di sostituire per la medesima distribuzione dei carichi ora considerata alla condizione delle tensioni eguali alle origini, l'altra di una determinata tensione all'origine di una delle due trasmissioni, espressa per esempio dall'ordinata del punto M' ; la verticale condotta per M' determina allora in N' la tensione all'origine dell'altra; la corrente di circolazione resta nel caso in figura evidentemente ridotta, e non c'è che da calcolare nel solito modo le correnti risultanti erogate per avere sul piano cartesiano i punti, che nella nuova ipotesi definiscono le fasi e lo spostamento angolare.

Spostato tutto il carico su una delle due trasmissioni, non per questo cessa l'utilità dell'accoppiamento delle medesime per contenere la caduta di tensione in limiti convenienti, nè cessa l'applicabilità del procedimento qui brevemente illustrato, e ancora colle medesime coppie di caratteristiche, in quanto, oltrepassato questo limite, cessa la ragione per cui la corrente di circolazione non può comprendere componenti in fase colla corrente erogata; questa, o quella invece in quadratura, può essere anzi arbitrariamente assunta, lasciando al procedimento indicato il compito di determinare l'altra componente. Si potrebbe veramente assumere per l'ulteriore svolgimento della ricerca dei successivi spostamenti angolari verificantesi aumentando la corrente di circolazione, altre due coppie qualunque di caratteristiche, purchè per correnti in quadratura fra loro, ma non c'è vantaggio, perchè sarebbe senza ragione reso più laborioso il calcolo della corrente risultante per la trasmissione, che sostiene il carico della sottostazione.

Venuta meno questa ragione, quando la sottostazione sia a vuoto, allora per studiare anche in questo caso particolare il comportamento delle due trasmissioni accoppiate è indifferente la scelta delle coppie di caratteristiche, pur però convenendo di dare la preferenza alle caratteristiche per fattore di potenza unitario e nullo rispettivamente per avere modo di calcolare più facilmente le fasi delle correnti risultanti.

*

Se le trasmissioni sono più di due, non è più possibile valersi con tanta semplicità dell'affiancamento dei diagrammi, e conviene invece, dopo averli egualmente allestiti per ogni singola linea, procedere oltre analiticamente.

Sia per esempio da provvedere a un determinato carico in una sotto stazione dove concorrono tre trasmissioni.

Le caratteristiche di tensione corrispondenti al $\cos \varphi$ del carico possono allora assumere, allineati i due rami su di una unica direzione media, la forma seguente:

$$\begin{aligned} y &= c_1 + h_1 x, \\ y &= c_2 + h_2 x, \\ y &= c_3 + h_3 x; \end{aligned} \quad (1)$$

mentre per le caratteristiche ausiliarie per $\cos(\varphi + 90^\circ)$ si può scrivere:

$$\begin{aligned} y' &= c_1 - k_1 x', \\ y' &= c_2 - k_2 x', \\ y' &= c_3 - k_3 x'; \end{aligned} \quad (2)$$

i segni però, quando ci si allontani dalle ipotesi più comuni sulla natura del carico, potendo anche modificarsi.

Si può allora ad esempio domandare la distribuzione ideale più razionale del carico, cioè quella che si verifica senza l'entrata in giuoco di correnti di circolazione, nella presunzione di tensioni eguali alle origini.

Deve risultare, chiamato con X il carico dato,

$$X = x_1 + x_2 + x_3, \quad (3)$$

e con Y la comune tensione incognita.

$$Y = c_1 + h_1 x_1 = c_2 + h_2 x_2 = c_3 + h_3 x_3, \quad (4)$$

cioè in complesso tre equazioni per le tre incognite x_1, x_2, x_3 , e, determinata successivamente la Y , tre punti a marcare sui rispettivi piani cartesiani le tre fasi delle tensioni alle origini rispetto alla comune tensione terminale.

Ma si potrebbe anche ripetere la domanda, dopo fissato a priori due delle tre tensioni Y_1 e Y_2 per aver lasciato alla terza centrale soltanto il compito del regolaggio della tensione in sottostazione; le erogazioni x_1 e x_2 sono allora in realtà contemporaneamente fissate, e per differenza la x_3 , che a sua volta determina la tensione incognita Y_3 ; l'assenza di correnti di circolazione presuppone però che risulti $x_3 > 0$.

Ma potrebbe insieme alle tensioni Y_1 e Y_2 essere fissata anche la distribuzione del carico X su x_1, x_2 e x_3 ; risulta allora x'_1 e x'_2 dalle

$$Y_1 = c_1 + h_1 x_1 - k_1 x'_1; \quad Y_2 = c_2 + h_2 x_2 - k_2 x'_2 \quad (5)$$

e x'_3 dalla

$$x'_1 + x'_2 + x'_3 = 0. \quad (6)$$

Successivamente Y_3 dalla

$$Y_3 = c_3 + h_3 x_3 - k_3 x'_3 \quad (7)$$

le erogazioni risultanti finalmente essendo

$$X_1 = \sqrt{x_1^2 + x'_1{}^2}; \quad X_2 = \sqrt{x_2^2 + x'_2{}^2}; \quad X_3 = \sqrt{x_3^2 + x'_3{}^2} \quad (8)$$

Oppure a un'analogia spartizione del carico devono corrispondere tensioni eguali alle origini, e allora alla (6) si aggiungerebbero le

$$Y = c_1 + h_1 x_1 - k_1 x'_1 = c_2 + h_2 x_2 - k_2 x'_2 = c_3 + h_3 x_3 - k_3 x'_3 \quad (9)$$

per dare le tre equazioni necessarie e determinare x'_1, x'_2 e x'_3 , a calcolare successivamente la comune tensione Y e mediante le (8) le rispettive erogazioni risultanti, e finalmente coi tre punti così definiti le fasi e gli spostamenti angolari.

*

Le considerazioni esposte mostrano quale intima interdipendenza si determini nel funzionamento di più trasmissioni accoppiate, e come con un saggio impiego dei regolatori di tensione e della ammissione alle motrici sia qualche volta possibile, non solo contenere lo scarto di tensione in sottostazione entro limiti convenienti, ma anche spremere da alcune linee intensità di servizio, cui autonome non potrebbero arrivare, anche se, come è naturale, con sacrificio del rendimento.

Vantaggio dei procedimenti qui illustrati non è però tanto quello di mettere in evidenza queste possibilità, che si offrono talora nel pratico esercizio così spontanee da essere prima applicate che riconosciute, così da aver potuto, ancora durante la guerra, operare trasmissioni di energia attraverso mezza Italia pure su linee di carattere appena regionale; merito è piuttosto quello di chiarirne in maniera semplice il meccanismo, e in maniera semplice di prevederne le conseguenze per ogni, si può ben dire, eventualità di esercizio.

Dal caso di una centrale sussidiaria adiacente alla sottostazione a quello di più trasmissioni concorrenti aumenta il numero delle combinazioni rispondenti alla eventualità di un medesimo carico, ma si perfeziona insieme la possibilità di regolare la tensione in sottostazione in maniera sempre più indipendente dalle tensioni in centrale, ciò che, se era superfluo, quando una centrale provvedeva a una sola distribuzione, diventa invece essenziale, quando più centrali son collegate, e devono insieme provvedere a diversi e complessi servizi.

Si intravede cioè, attraverso a questo meccanismo, la realizzazione di quella probabilità a cui si accennava in principio, di un governo cioè relativamente facile della distribuzione dell'energia e del regolaggio della tensione appunto in conseguenza di quel complicarsi delle reti collettrici, e di quel sovrapporsi di distribuzioni e di centrali, che aveva suscitato, attraverso le crescenti difficoltà dell'esercizio, l'impressione di dover mettere un limite all'interdipendenza, e alla complessità degli impianti.

□ BREVI NOTE SUI "GETTERS", USATI NELLA FABBRICAZIONE DELLE LAMPADINE ELETTRICHE □ □ □ □ □

SILVIO MARIETTI



Comunicazione alla XXIX Riunione Annuale dell'A. E. I.
Spezia - Settembre 1924

Nella tecnica della fabbricazione delle lampadine elettriche si indicano col nome di Getter ⁽¹⁾ quelle sostanze che servono a perfezionare il grado di vuoto ed a diminuire l'annerimento del globo.

Esse sono generalmente costituite da due sostanze attive, una delle quali è sempre il fosforo rosso amorfo e l'altra è quasi sempre un alogeno ossia un cloruro, bromuro, ioduro o fluoruro metallico.

Qualche volta vi è anche una sostanza agglutinante inattiva detta Biuder o legamento la quale serve a tenere insieme le altre due.

Il fosforo ha lo scopo precipuo di perfezionare il vuoto formando coll'ossigeno e cogli altri gas residui dei composti solidi aventi una tensione di vapore debolissima e trascurabile, mentre gli alogeni hanno lo scopo di ritardare l'annerimento aumentando in conseguenza la durata utile della lampadina, aumento che varia dal 60 all'80 per cento.

La spiegazione che comunemente si dà di questo fenomeno è la seguente: mentre in una lampada contenente il solo fosforo la luce viene più o meno rapidamente oscurata dal deposito di nero tungsteno sulla superficie interna del globo, deposito prodotto dalla volatizzazione del filamento, coll'aggiunta delle sostanze alogene anzidette il deposito acquista un colore chiaro che non offusca sensibilmente la luce cosicchè la durata utile della lampada viene aumentata.

Il fosforo si può quindi considerare come un Getter incompleto poichè manca dell'elemento alogeno sopra accennato.

Spetta all'italiano Arturo Malignani di Udine, geniale spirito di ricercatore, il merito di aver introdotto per il primo l'uso del fosforo nella fabbricazione delle lampadine elettriche.

Il suo primo brevetto data dal 1896 e si riferiva alle lampadine a filamento di carbone le sole usate in quel tempo, ma più tardi l'uso del fosforo fu introdotto anche nella fabbricazione delle lampadine a filo metallico ed oggi si può dire che esso entra in tutte le preparazioni di Getter.

Il processo ideato dal Malignani fece epoca e per molti anni rappresentò il più importante progresso nell'industria delle lampade elettriche in quanto ch'è permise di ottenere un buon vuoto senza ricorrere alle dispendiose pompe a mercurio fino allora usate.

Il suo metodo, generalmente conosciuto col nome di sistema Malignani, fu subito adottato dalle più importanti fabbriche di lampadine europee e americane e consisteva nel mettere un po' di fosforo diluito con alcool nella coda della lampadina, indi, dopo aver fatto il vuoto massimo ottenibile colla pompa pneumatica, accendere il filamento fino al punto da fare svolgere i gas contenuti nel medesimo ed aderenti al vetro aiutandosi anche col riscaldamento esterno ed infine nello scaldare il fosforo col dardo di una fiamma fino alla scomparsa completa del vapore bleu che riempiva l'ampolla.

Questo metodo è ancora usato oggi tal quale nella fabbricazione delle lampadine a filo carbone.

Comparsa verso il 1906 le lampade a filo metallico, si tentò di applicare anche ad esse il sistema Malignani ma fu necessario modificare il procedimento, non essendo possibile

(1) Dal verbo inglese «To get» che significa ottenere.

spingere il filo metallico come quello a carbone senza pericolo di fonderlo o di deteriorarlo grandemente.

Furono perciò escogitati altri metodi dei quali i principali sono i seguenti:

1) Immersione del filamento montato in un bagno di fosforo con acqua od alcool;

2) Applicazione del fosforo sui gancetti o sull'asticina centrale da solo o con altre sostanze;

3) Spruzzatura di una miscela fosforica sui filamenti montati.

Tutti questi metodi furono usati con risultati più o meno soddisfacenti ed alcuni lo sono ancora specialmente quello della spruzzatura sui filamenti montati.

Quelle lampadine che si vedono in commercio coll'asticina bianca sono state sottoposte al trattamento suddetto; però esse contengono oltre al fosforo una sostanza alogena, generalmente fluoruro di calcio, alla quale è dovuto il colore bianco dell'asticina (Brevetto Philips).

L'idea d'introdurre gli alogeni nelle lampade a filo metallico allo scopo di ritardare l'annerimento spetta al chimico austriaco Franz Skaupy, il quale verso il 1910 trovò che i suddetti composti introdotti nelle lampadine a filo metallico ne ritardavano l'annerimento aumentandone così la durata utile.

Numerose esperienze furono fatte in seguito specialmente ad Harrison nei laboratori della General Electric Co. i cui tecnici riuscirono a rendere pratico il sistema del getteraggio continuo del filo tungsteno quale viene usato oggidì con successo da tutte le fabbriche americane, da molte europee ed anche dalla più grande fabbrica italiana di lampadine elettriche.

Il Signor H. H. Needham della General E. Co. trovò che l'alogeno più conveniente era la criolite, (fluoruro doppio di alluminio e di sodio) sostanza insolubile nell'acqua e quindi non igroscopica.

Infine il Sig. F. W. Gill pure della General E. Co. trovò il modo di rivestire in modo continuo il filo di tungsteno con uno strato di fosforo e di criolite facendolo passare attraverso a bagni contenenti queste sostanze mescolate con una sostanza agglutinante (Binder) a base di nitro cellulosa sciolta nell'acetato di amile.

Questa operazione costituisce appunto il cosiddetto getteraggio continuo del filo di tungsteno quale viene usato oggidì.

Il filo getterato col suddetto sistema ha un colore rosso più o meno carico secondo la percentuale di fosforo contenuta nel getter, percentuale che deve essere calcolata esattamente onde ottenere una buona lampadina.

Infatti un eccesso di fosforo renderebbe giallo il globo mentre una deficienza del medesimo renderebbe impossibile l'assorbimento dei gas residui.

Con delicate bilancie di torsione ultrasensibili si pesa un tratto di filo prima e dopo il getteraggio e dalla variazione di peso si determina la percentuale di getter depositato sul medesimo.

Sebbene questo sistema presenti a prima vista numerose difficoltà pure colla perseveranza si è riusciti a renderlo pratico cosicchè sembra destinato a generalizzarsi.

Quando si accende per la prima volta una lampada col filo getterato si manifesta nell'interno del bulbo un vapore bleu che aumenta gradatamente fino a riempirlo e poi scompare di colpo acquistando la luce il colore naturale.

La scomparsa dei vapori bleu indica che il getter ha assorbito i gas residui.

Cogli altri sistemi accennati di applicazione del getter questa reazione avviene meno prontamente e con minor sicurezza.

Inoltre la quantità di getter non si può dosare con esattezza come nel sistema di getteraggio continuo del filo.

Accennerò infine ad un ultimo getter coperto da brevetti introdotto recentemente nella fabbricazione degli audions o valvole ioniche che è quello al magnesio.

Un pezzo di filo di magnesio lungo pochi millimetri viene fissato alla placca ed è portato all'incandescenza durante il bombardamento elettronico.

Il magnesio ad 800° fonde e si volatilizza assorbendo i gas residui dell'ampolla; coll'ossigeno forma ossido di magnesio e coll'azoto azoturo di magnesio che sono ambedue composti solidi.

L'eccesso di magnesio si deposita sulla parete interna dell'ampolla dandole quell'aspetto argentato che si riscontra in alcuni tipi di audions messi recentemente in commercio.

Gli audions fatti in questo modo sono preferiti nella radiotelegrafia perchè con essi la ricezione è più chiara essendo meno sensibili alle scariche atmosferiche.

LA NOSTRA INDUSTRIA

In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali.

ALLA MOSTRA DI SPEZIA

Alcune notizie sugli impianti elettrici originali "Zois",

Il problema per il comando elettrico a distanza di accensione e spegnimento delle lampade degli impianti interni ha appassionato numerosi tecnici ma non è mai stato risolto praticamente specialmente per la diffidenza e la inspiegabile avversione di tutti gli installatori, per il misonismo del pubblico in genere, ed anche per lo sfavorevole giudizio di qualche valente tecnico-teorico che giudicò tale sistema non pratico e complicato!

La Società Ing. Mario Gismonti e C. di Milano con un lavoro paziente, costante e tenace è riuscita dopo lunghi studi ed esperienze e dopo difficoltà eccezionali, ad affermare nel modo più assoluto ed indiscutibile gli impianti originali "Zois" risolvendo in modo brillante un problema che sembrava insolubile.

E' curioso rilevare come l'affermazione di questi impianti più che ai pregi reali ed intrinseci degli apparecchi "Zois" sia dovuta alla modalità di propaganda: con la vendita ai singoli installatori non si concludeva nulla o ben poco, anzi si è corso il pericolo di compromettere la riuscita del trovato, poichè qualunque difetto che si rilevava in un impianto era immediatamente attribuito, dall'installatore in presenza del cliente profano, agli apparecchi "Zois"!

La vera affermazione incominciò il giorno in cui non si vendettero più isolatamente gli "Zois" ma si eseguirono direttamente gli impianti dalla Società in parola e poi dalle sue Filiali od Agenzie.

La quotidiana richiesta di apparecchi "Zois" da parte di installatori che desiderano oggi la concessione di esclusività di zona, ed i numerosissimi impianti eseguiti (oltre 20.000 "Zois" in funzione) costituiscono la migliore prova del successo raggiunto: successo italiano ed unico al mondo nel campo pratico delle installazioni elettriche come lo scrivente ritiene per accurate ricerche fatte e viaggi numerosi: egli sarà grato a coloro che vorranno portargli a conoscenza notizie precise di impianti simili eseguiti anche su piccola scala.

Gli apparecchi simili allo "Zois" non sono molto numerosi invero, e se costruiti anche da Case Estere di primissimo ordine non rispondono completamente alle esigenze pratiche di un pronto e sicuro funzionamento congiunto ad una modicità di prezzo, ragione per cui non poterono essere applicati in pratica e rimasero solo come campioni.

Gli apparecchi elettrici originali "Zois" hanno il pregio grandissimo di ridurre al minimo lo sviluppo del circuito principale di un qualsiasi impianto di luce elettrica riducendolo alla parte strettamente necessaria per l'alimentazione delle lampade. Risultano cioè abolite tutte le diramazioni che portano ordinariamente ai soliti interruttori, deviatori, commutatori, derivazioni che possono talora assumere notevole sviluppo per la necessità di comandi multipli e distanziati scale, teatri, chiese, edifici pubblici in genere) e che comunque costituiscono sempre la parte dell'impianto maggiormente esposta a inconvenienti e che per essere accessibile ed in vista richiede le maggiori cure sia dal punto di vista della sicurezza sia da quello dell'estetica.

Con l'uso degli apparecchi "Zois" l'accensione e lo spegnimento viene invece eseguito col sussidio di un circuito a bassa tensione (per esempio un ordinario circuito da campanelli da 4 a 12 volt) mediante piccoli pulsanti del tipo dei campanelli, che si possono distribuire con la massima semplicità ed economia ovunque sia richiesto.

Resta così escluso qualsiasi contatto di persone col circuito di distribuzione che è talvolta a tensione elevata (oltre 200 volt) e si può ottenere con la massima economia la molteplicità dei comandi e la commutazione per lampade o gruppi di lampade. Invece delle derivazioni con conduttori ordinari di illuminazione, i quali richiedono buon isolamento, spesso con tubi speciali e si mascherano con difficoltà, si hanno delle linee a filo sottile da campanelli, di applicazione semplicissima e adattabili a tutte le esigenze di una distribuzione comoda ed estetica.

Tutti questi vantaggi di comodità, eleganza e sicurezza rispetto ai pericoli di incendi e di infortuni alle persone si sommano sempre a quelle di una notevole economia dovuta alla semplificazione della linea ed alla abolizione delle protezioni speciali.

Inoltre va tenuto presente che i comuni interruttori, deviatori,

commutatori sia per il loro modo di costruzione, sia soprattutto per il fatto di essere manovrati a mano numerose volte al giorno, e da persone diverse, vanno soggetti a molteplici guasti, e richiedono frequenti riparazioni e ricambi, mentre lo « Zois » di costruzione robusta e semplicissima, è sottratto ad ogni azione esterna, e rappresenta una garanzia di funzionamento sicuro e continuo.

Gli apparecchi trovano una applicazione interessante negli stabilimenti industriali, dove permettono di centralizzare con spesa insignificante i comandi delle lampade o gruppi di lampade sottraendoli al capriccio di estranei ed inoltre di avere contemporaneamente una segnalazione acustica e luminosa inserendo opportunamente delle suonerie sui circuiti.

Riassumiamo ora le principali caratteristiche di questi tipi di impianti che ci auguriamo abbiano a diffondersi rapidamente per i pregi ed i vantaggi reali che hanno sul vecchio sistema:

1) Semplicità e massima eleganza d'impianto: un bottoncino da campanello è comandato facilmente anche da un bambino e può assumere la forma artistica ed elegante che maggiormente piace, i fili sottili da campanello sono facilmente mascherabili e non ingombrano anche quando sono esterni.

2) Possibilità di variare ed aumentare a piacere il numero dei comandi anche ad impianto ultimato, senza dover rompere muri, tappezzerie e decorazioni e quindi, senza il minimo disturbo. Col vecchio sistema per aumentare il numero dei comandi occorre demolire l'impianto esistente per poter sistemare i conduttori a tre o più fili in relazione al numero dei comandi richiesti.

3) Comandi multipli anche per lampade commutate: per esempio per un lampadario che si accende in due tempi, prima per un gruppo di lampade e poi per un secondo gruppo. Col vecchio sistema è impossibile comandare i lampadari commutati da più di un posto e siccome tali lampadari si trovano generalmente in grandi locali è evidente l'utilità dello « Zois » che risolve un problema fino a ieri insoluto.

4) Riduzione al minimo sviluppo delle linee a corrente normale limitando queste in alto a brevi tratti rettilinei dal contatore alle singole lampade, evitando le periferie dei soffitti e tutte le calate.

5) Linee dei comandi fatte con fili sottili da campanello: sono le linee che negli impianti hanno sempre il maggior sviluppo, e si riducono a due soli sottili fili da campanello percorsi da corrente a bassissima tensione 4-12 volt e dai quali si possono derivare infiniti comandi: tali fili si mascherano facilmente lungo le modanature delle pareti e lungo gli stipiti delle porte e finestre.

6) Mancanza assoluta in tutta la rete di comando dei pericoli di incendio per corti circuiti e di infortuni perchè la corrente da campanelli non ha mai provocato e non può provocare disastri. Gli infortuni dovuti alla corrente normale di illuminazione possono essere mortali qualora vi siano pavimenti bagnati od anche semplicemente umidi: dove vi sono pertanto dei bambini che per naturale curiosità possono smontare le calotte degli interruttori normali o manomettere i fili, sarà ancor maggiormente apprezzato l'impianto « Zois » che non offre pericoli di sorta.

7) Possibilità di segnalazioni luminose ed acustiche contemporaneamente sia per chiamate di persone di servizio, sia per segnalazioni di allarme, con l'applicazione di semplicissimi contatti alle porte, ai cancelli o alle finestre.

Per esempio entrando di sera in una villa che abbia giardino, aprendo semplicemente il cancello, si illumina automaticamente il percorso, e squilla una soneria di allarme che obbliga il personale di servizio, o chi per esso, ad accertarsi di chi entra per poter in ogni caso far cessare il segnale d'allarme stesso.

8) Economia sensibile sul consumo di energia elettrica avendo la possibilità di spegnere le varie lampade da qualsiasi posto: quante volte si lasciano accese inutilmente lampade che non servono, per troppa fretta, o per pigritia di ritornare sui propri passi!

9) Eliminazione delle costole e continue manutenzioni: lo « Zois » praticamente non richiede manutenzione per il semplicissimo fatto che esso è azionato dalla corrente elettrica e quindi con sforzo assolutamente uniforme e costante, mentre tutti i comuni interruttori, deviatori e commutatori, facilmente si guastano perchè comandati a mano con sforzi diversi e non uniformi (manovra di ragazzi, persone di servizio, ecc.); quante volte un interruttore è girato a rovescio!

Per evitare inoltre gli inconvenienti dovuti alle scintille della corrente a differenza di tutti gli interruttori attualmente in commercio, lo « Zois » è provvisto di contatti di argento.

10) Possibilità di annullare istantaneamente tutti i comandi qualora in determinate ore si voglia avere la certezza che in certi locali la luce rimanga assolutamente spenta ed in altri invece rimanga accesa, basta togliere con un semplice interruttore da campanelli la corrente del circuito di comando degli « Zois » per ridarla a tempo voluto.

:: SUNTI E SOMMARI ::

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

STEINERT — **Compensazione delle dilatazioni negli strumenti termici.** (E. T. Z., 1924, N 16, pag. 365).

Le variazioni di temperatura ambiente danno luogo negli strumenti a filo caldo a spostamenti dello zero che variano linearmente col salto di temperatura, dovuti al diverso coefficiente di dilatazione della piastra di supporto e del filo.

Per ovviare ai conseguenti errori, una Ditta di Lipsia ha brevettato un dispositivo di attacco del filo sfruttante la curvatura di una piastrina bimetallica formata da metalli aventi diverso coefficiente di dilatazione (fig. 1 e 2).



Fig. 1.

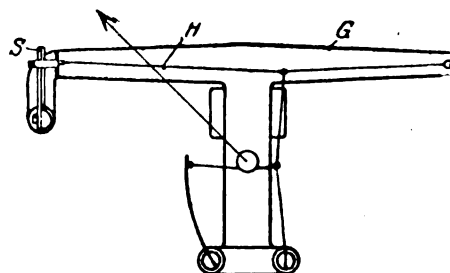


Fig. 2.

La curvatura è funzione dello spessore delle lamine, dei coefficienti di dilatazione dei due metalli, e del salto di temperatura. Lo spostamento dell'estremo libero è, nel limite di una variazione di temperatura di $\pm 20^\circ$, prossimamente proporzionale alla differenza di temperatura, alla differenza dei coefficienti di dilatazione, al quadrato della lunghezza della piastrina, e inversamente al suo spessore.

Poi che lo spostamento dello zero è proporzionale al salto di temperatura, si vede che è possibile nei limiti di variazione di temperatura suddetti, avere una perfetta compensazione. Per la regolazione di questa occorre variare la lunghezza della piastrina tra il punto fisso e il punto d'attacco del filo dell'istrumento, variazione che può essere fatta con spostamento a vite di questo punto.

Il filo non è direttamente attaccato alla piastrina, che in tal caso si riscalderebbe per conduzione e darebbe luogo ad errori, ma fra essi è interposta un'altra piastrina che offre una notevole superficie di raffreddamento.

Allo scopo di rendere l'istrumento esatto anche nei periodi in cui la temperatura ambiente varia rapidamente, fu diminuita la capacità termica della piastra di supporto G, sagomandola a T. per metterla per quanto possibile, nelle medesime condizioni del filo.

t. a.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

H. JUNGMICHL — **Forma della curva di corrente e fattore di potenza nei raddrizzatori a mercurio (').** (R. G. E., 11 agosto 1923, pag. 182).

L'A. studia la forma della corrente primaria e i valori del fattore di potenza nei trasformatori che alimentano grossi raddrizzatori a vapore di mercurio; considera perciò i vari sistemi di connessione trifase ed esafasi, in tutti i quali, quando il fattore di potenza della rete trifase è uguale ad 1, l'intensità è ritardata di 30° rispetto alla tensione concatenata. L'A. non tiene conto della dispersione nei trasformatori, e suppone non induttivi i circuiti anodici, nei quali, così circola una corrente in fase con la tensione, durante una frazione del periodo, che è di $1/3$ nel trifase e $1/6$ nell'esafase.

Siano e , i , E_m , I_m , E , I , i valori istantanei, massimi ed efficaci di tensione e intensità, gli indici 1, 2 e 3, I e II , individuino rispettivamente le tre fasi e i due avvolgimenti del trasformatore; sia δ il fattore di potenza.

Esprimendo il valore di e e di i in funzione dei valori massimi e delle differenze di fase (ψ e φ , rispettivamente) delle armoniche, e ricavando il valore della potenza, p , in funzione dei valori efficaci, si ha $\delta = \frac{p}{EI}$, e, se la tensione della rete è sinusoidale, $\delta = \frac{I_2 \cos \varphi_1}{\sqrt{I_1^2 + I_2^2 + \dots}}$ (x)

cioè le armoniche di corrente, diminuiscono il fattore.

Se l'onda fondamentale d'intensità è in fase con la tensione, cioè $\cos \varphi_1 = 1$, il fattore $\delta = \frac{1}{\sqrt{I_1^2 + I_2^2 + \dots}}$ dipende solo dalle armoniche superiori di intensità; esso diventa semplicemente il coseno dell'angolo tra intensità e tensione, se anche la prima è sinusoidale. Però,

(') v. L'Elettrotecnica, N. 18, Vol. VI, p. 362.

nei casi di curve d'intensità molto deformi, come quelle dei raddrizzatori, conviene la (a).

Riassumiamo brevemente le caratteristiche dei vari sistemi di montaggio.

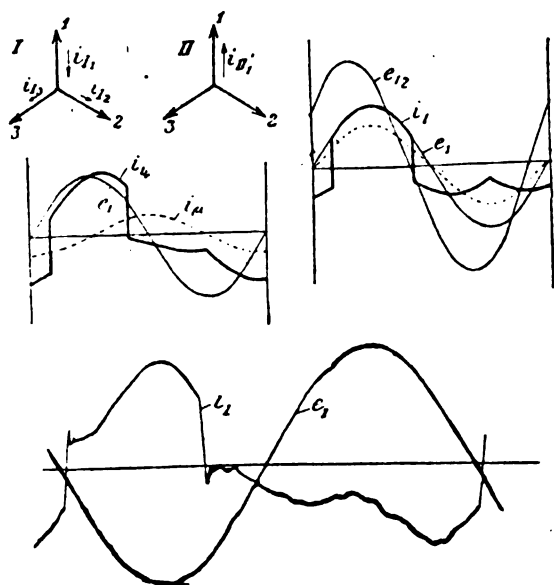


Fig. 1, 2, 3 e 4.

1. — Trasformatore a secondario trifase: a) Montaggio stella-stella. La corrente secondaria anodica i carica un sol ramo del trasformatore, traversa il circuito continuo e rientra al neutro del secondario. Nel primario la corrente della fase 1 si divide fra le fasi 2 e 3 (fig. 1). La fig. 2 mostra la forma della corrente primaria. In questo sistema, ad ogni istante, i flussi nei tre nuclei sono eguali e nello stesso senso; ne risulta una dispersione fra i nuclei, di cui si trascura l'influenza. Considerate le condizioni di equilibrio delle correnti, e calcolato analiticamente I_1 e p_{11} , l'A. ricava

$$\delta_{11} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \left(\frac{\sqrt{3}}{4} + \frac{\pi}{3} \right)} = 0,686$$

e, nel primario (supposta una trasformazione senza perdite),

$$\delta_1 = \sqrt{\frac{3}{2}} \sqrt{\frac{1}{\pi} \left(\frac{\sqrt{3}}{4} + \frac{\pi}{3} \right)} = 0,84,$$

valore che può attribuirsi anche al fattore di potenza della linea.

L'onda fondamentale d'intensità primaria, in fase con la tensione, è data nella fig. 2. L'A. fa notare che quando si rilevano oscillogrammi con carico a corrente continua relativamente debole, la curva di intensità primaria è spesso deformata, perchè alla corrente continua si sovrappone la corrente magnetizzante i_m del trasformatore, ritardata di 90° . Ciò si vede nella fig. 3, ricavata in base all'oscillogramma in fig. 4 (raddrizzatore da 500 V e 500 A).

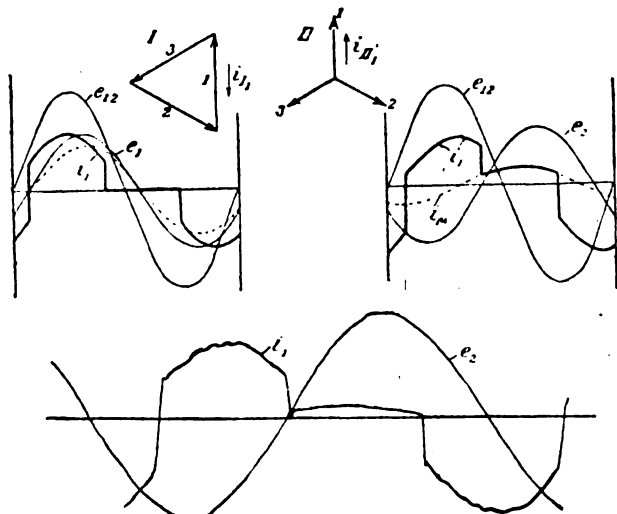


Fig. 5, 6 e 7.

b) Montaggio triangolo-stella: Nel secondario si ripete il caso precedente. La corrente primaria che traversa la fase 1 passa per il conduttore 2 e rientra nella rete in modo da interessare solo il circuito magnetico 1 del trasformatore. La fig. 5 mostra la curva di corrente nella rete; il fattore di potenza secondario è $\delta_{11} = 0,686$.

Il raddrizzatore assorbe una parte della corrente che è in fase con la tensione composta della rete, ma, malgrado ciò, a causa della dissimmetria della semionda negativa, l'onda fondamentale di corrente della linea sembra in ritardo di 30° sulla tensione composta. Col solito procedimento di calcolo, si ha che il fattore di potenza primario è

$$\delta_1 = \sqrt{\frac{3}{2}} \sqrt{\frac{1}{\pi} \left(\frac{\sqrt{3}}{4} + \frac{\pi}{3} \right)} = 0,84.$$

La fig. 5 mostra l'onda fondamentale, la fig. 6 fa risaltare le deformazioni dovute alla corrente magnetizzante e la fig. 7 riproduce l'oscillogramma in cui la corrente $i_1 = i_{12}$ e la tensione e_2 sono prese fra la fase 2 e un neutro fittizio.

c) Montaggio stella zig zag (fig. 8): La corrente anodica è in fase con la tensione composta secondaria, anticipata di 30° sulla primaria; essa eccita in senso contrario due nuclei del trasformatore in cui l'equilibrio magnetico è ristabilito dalla corrente primaria. Il fattore di potenza secondario è $\delta_{11} = 0,686$; nel primario, dove la corrente che esce dalle spire è anticipata rispetto alla tensione concatenata, di un angolo eguale a quello di ritardo della corrente che vi rientra, l'onda fondamentale di corrente è in fase con la tensione composta; il fattore di potenza, eguale a quello della linea, è $\delta_1 = 0,84$.

2. — Trasformatore con secondario esafase: a) Montaggio stella-stella doppia (fig. 9). Condizioni elettriche e magnetiche come nel caso 1, a), salvo che ogni anodo conduce la corrente per $1/6$ di periodo. La fig. 10 mostra la curva di corrente primaria, in fase con la tensione concatenata. I fattori di potenza sono

$$\delta_{11} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \left(\frac{\sqrt{3}}{4} + \frac{\pi}{6} \right)} = 0,55 \text{ e } \delta_1 = \sqrt{3} \sqrt{\frac{1}{\pi} \left(\frac{\sqrt{3}}{4} + \frac{\pi}{6} \right)} = 0,956$$

b) Montaggio triangolo-stella doppia (fig. 11). Questo caso è analogo all'1 b), però durante il passaggio dell'arco fra le fasi 1 e 2 il nu-

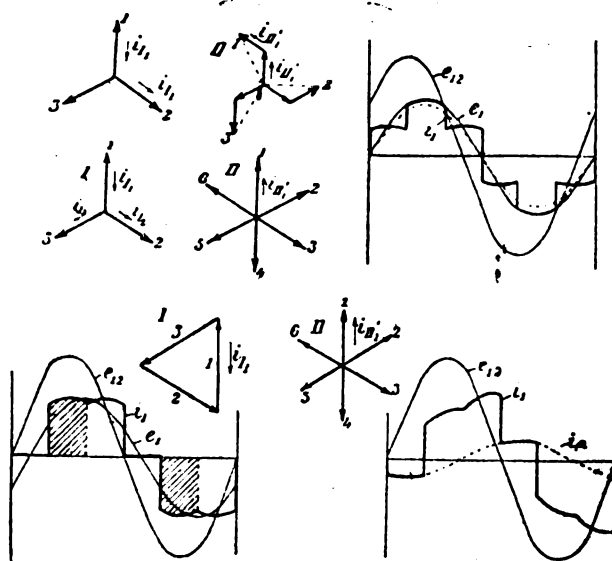


Fig. 8, 9, 10, 11, 12 e 13.

cleo 3 è magnetizzato in senso inverso, come prima, invece, succedeva al nucleo 1; la corrente primaria che corrisponde a questa magnetizzazione è presa dal conduttore 1 e resa al 3. La curva risultante in linea è data in fig. 12. La fig. 13 mostra l'effetto della corrente magnetizzante; i fattori di potenza sono:

$$\delta_1 = \sqrt{2} \sqrt{\frac{1}{\pi} \left(\frac{\sqrt{3}}{4} + \frac{\pi}{6} \right)} = 0,78$$

$$\text{e } \delta_{11} = \sqrt{3} \sqrt{\frac{1}{\pi} \left(\frac{\sqrt{3}}{4} + \frac{\pi}{6} \right)} = 0,955$$

c) Montaggio stella-zig zag doppio: Adoperato con vantaggio dalla A. E. G., presenta condizioni magnetiche simili a quelle del caso 1, c) (fig. 14). Le spire secondarie prossime al punto di biforcazione, sono percorse da due correnti anodiche consecutive, mentre che le spire lontane conducono la corrente solo per $1/6$ di periodo; nelle prime il fattore di potenza è ancora $\delta'_{11} = 0,55$, nelle seconde (vedi figura 15) è

$$\delta_{11} = \sqrt{3} \sqrt{\frac{1}{2\pi} \left(\frac{\sqrt{3}}{4} + \frac{\pi}{6} \right)} = 0,678.$$

al primario, si ha, come in b), $\delta_1 = 0,956$. La fig. 16 mostra la deformazione della curva di corrente.

3. — Montaggio esafase con due raddrizzatori trifasi in parallelo: Possono essere alimentati o ognuno da un trasformatore o dal secondario esafase di un solo trasformatore; mediante opportune disposi-

zioni del secondario si possono realizzare le buone condizioni di funzionamento da ambo i lati, caratteristiche del sistema esafase. Se due raddrizzatori eguali si montano su due reti diverse, si realizza, dal lato trifase, un buon funzionamento, sistemando i secondari così da spostare di 180° fra loro le tensioni composte. Il carico del raddrizzatore e del trasformatore è lo stesso che in marcia trifase; nella

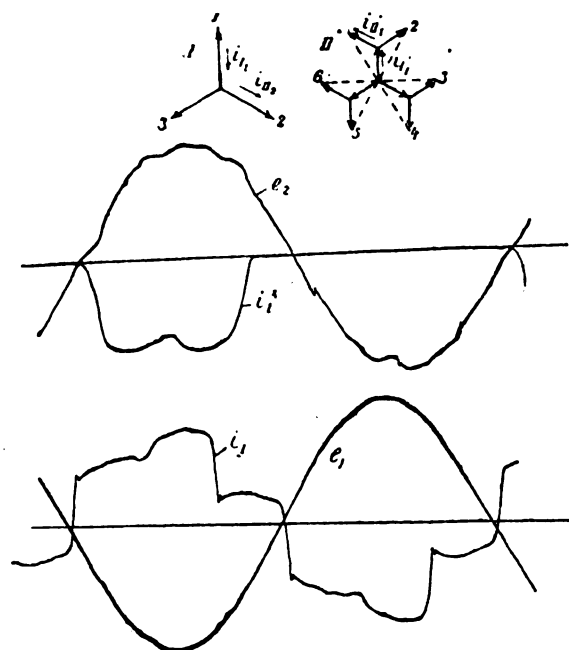


Fig. 14, 15 e 16.

linea di alimentazione, le due curve di corrente primaria si sommano.

a) Se i due trasformatori sono montati a stella-stella, nella rete si ha una ripartizione di corrente come nei casi 2, b) e c), (fig. 17). La curva di corrente si accosta di più alla sinusoide, e, infatti, il fattore di potenza primario è $\delta_1 = 0.98$.

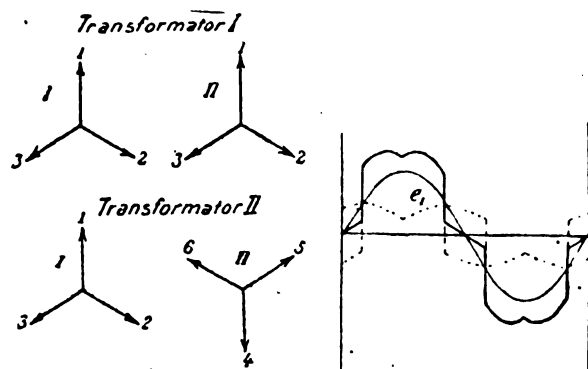


Fig. 17.

Se il montaggio è a triangolo-stella, e i secondari sono sfasati di 180° , la risultante delle due correnti primarie, nella rete trifase, è data dalla fig. 18; la distribuzione delle correnti somiglia a quella del caso 2, a), ma si accosta di più alla sinusoide. Se infine il montaggio è a stella-zig zag, con tensioni secondarie spostate di 180° , si ripete il caso precedente.

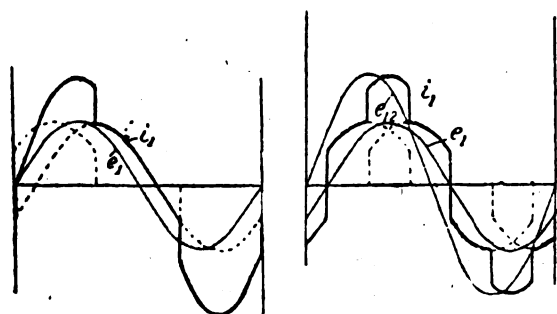


Fig. 18 e 19.

4. — Se in una rete un raddrizzatore è installato insieme ad un convertitore rotante a corrente sinusoidale, il fattore della linea migliora.

Nel caso di un raddrizzatore trifase smontato a triangolo-stella o stella-zig zag, se il valor massimo della corrente sinusoidale è eguale a quello della corrente anodica, e se la prima ha un ritardo di 30° rispetto alla tensione, la curva di corrente risultante è quella in fig. 19 e i fattori di potenza sono $\delta_r = 0.84$, $\delta_c = 0.866$ e $\delta_1 = 0.92$, rispettivamente, per le correnti del raddrizzatore, del convertitore e risultante. Se la prima componente fosse stata anche essa sinusoidale, con ritardo di 33° sulla tensione e fattore di potenza di 0.84 , il fattore risultante sarebbe stato di 0.853 , cioè minore del precedente.

Se il raddrizzatore è esafase, e si riproducono le condizioni precedenti, i fattori sono $\delta_r = 0.956$, $\delta_c = 0.866$ e $\delta_1 = 0.954$; se la prima componente fosse sinusoidale con ritardo di 17° , il fattore risultante sarebbe stato $\delta_1 = 0.92$.

Bisogna notare che la curva deformata del raddrizzatore è in fase con la tensione e perciò è indifferente, nella sua sovrapposizione alla curva sinusoidale, l'essere questa anticipata o ritardata rispetto alla tensione.

Nel caso in cui il raddrizzatore sia in parallelo con un motore sincrono o una commutatrice, in cui si può raggiungere $\cos \varphi = 1$, e supponendo I_m eguale nei due apparecchi, si ha $\delta_r = 0.84$, $\delta_c = 1$ e $\delta_1 = 0.96$. Nessun miglioramento porterebbe la sinusoidalità della prima componente, perchè si avrebbe ancora $\delta_1 = 0.96$; e addirittura un peggioramento si avrebbe se la corrente del convertitore fosse, grazie alla sovraeccitazione, anticipata di fase, perchè il fattore risultante diventerebbe $\delta_1 = 0.92$.

e. m. a.

:: :: CRONACA :: ::

IMPIANTI.

Perizia su la rovina della diga del Gleno. — Negli Annali dei Lavori Pubblici (anno 62, maggio 1924, n. 5, pag. 405) è riportata integralmente, con largo corredo di disegni e fotografie, la perizia in data 30 aprile 1924 presentata dai Colleghi *Ganassini* e *Danusso* al Tribunale di Bergamo. Rimandando a quanto fu pubblicato in proposito il 5 giugno u. s., a pag. 384 ed all'originale della perizia per tutti i particolari di tale questione, riportiamo soltanto le « Conclusioni riassuntive e risposte ai quesiti ».

« In base agli studi elaborati, a riassunto delle conclusioni dedotte ed in risposta ai quesiti formulati dall'Autorità Giudiziaria, i sottoscritti periti, con la sicura coscienza di avere impiegato, nell'assolvere l'arduo mandato, ogni loro migliore attitudine e di avere obbiettivamente perseguito la verità entro i confini che la estensione e la attendibilità delle indagini e le possibilità dei metodi scientifici consentivano, concordemente enunciano :

1° E' da escludersi, in base alle tassative conclusioni del prof. ing. Augusto Stella, che il terreno di appoggio della diga non si presentasse adatto alle fondazioni dello sbarramento : ed è provato in atti che le condizioni geologiche della località erano state esaminate prima della costruzione del serbatoio, e con riferimento alla costruzione stessa, da parte del compianto illustre prof. Torquato Taramelli.

2° E' parimenti da escludersi, in base alle risultanze delle indagini dello stesso prof. Augusto Stella, che a cagionare il disastro abbiano concorso fenomeni sismici, di cui non è rimasta traccia sensibile nei più prossimi osservatori geodinamici.

3° La causa fondamentale originaria del crollo della diga appare imputabile alla insufficienza statica della muratura di appoggio della parte centrale della diga stessa.

Tale insufficienza statica è intrinseca e di posizione : intrinseca, in quanto le dimensioni e la resistenza della compagine muraria non erano sufficienti a reggere gli sforzi che direttamente, od indirettamente sotto forma di sottopressioni, la spinta idrostatica a serbatoio colmo poteva generare : di posizione, perchè le incerte superfici di appoggio sulla roccia e la soluzione di continuità creata dalla galleria dello scarico di fondo hanno attenuato, ed a un certo punto anche annullato, le attitudini di resistenza della base su cui gravitava la parte più cementata dello sbarramento.

4° La causa occasionale determinante del crollo non è perfettamente precisabile : non ci furono avvenimenti esterni accertati che abbiano funzionato come decisivi elementi perturbatori dell'equilibrio.

Si ritiene di poter escludere che la soprastruttura ad archi e speroni, malgrado le più che magre dosature di agglomerante e le deficienze di costruzione emerse dalle indagini di fatto, confermate dalle testimonianze, ammesse in parte anche dagli stessi costruttori e delineate dalle esperienze di laboratorio, abbia avuto accasciamenti per debolezze originarie più o meno localizzate : il crollo è avvenuto per il progressivo intensificarsi della insufficienza statica intrinseca del tamponamento murario, intensificazione che ha reso più sensibile anche il disagio di posizione : in un determinato momento le risorse di resistenza furono debellate ed i cedimenti dovettero produrre un turbamento così profondo nella compagine da superare bruscamente anche quelle posizioni intermedie di equilibrio che spesso caratterizzano gli stadi successivi nelle rovine delle costruzioni murarie ».

Nel medesimo fascicolo degli Annali (pag. 473) L. Bonamico riassume i più importanti studi e giudizi comparsi nella stampa tecnica estera riguardo al disastro del Gleno.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Impianto radio dei nuovi dirigibili mercantili tedeschi. — La «Telefunken Zeitung» (N. 34-35 gennaio 1924, pag. 95), dà alcune interessanti notizie sull'impianto radiotelegrafico del dirigibile tipo Zepelin, N. 126, che prossimamente compirà il suo primo viaggio fra la Germania e l'America in regolare servizio per trasporto di posta e passeggeri. I dati principali di questo dirigibile sono i seguenti: lunghezza m 200; larghezza m 27,6; altezza m 31; cubatura 70 000 m³; peso del dirigibile, navicella e relativi macchinari tonn. 41,3; peso utilizzabile per trasporto di venti passeggeri, e bagagli relativi, dell'equipaggio e dei colli postali, tonn. 41. I motori, di cui il dirigibile è fornito, gli consentiranno di coprire la distanza fra Berlino e New York, che all'incirca è di 6400 km, in circa 61 ore, alla velocità oraria media di miglia 68,5, con un guadagno di circa cinque giorni sulla durata del tragitto del più celere transatlantico esistente.

L'apparato radiotelegrafico trasmettente è del tipo a triodi e della potenza di 200 watt sull'antenna: ha una portata sul mare di 2500 km per le trasmissioni radiotelegrafiche e di 500 km per le trasmissioni radiotelefoniche. La corrente di alimentazione degli anodi è fornita da un alternatore monofase (frequenza 500, 220 V), mosso da apposito motore a vento, che alla velocità di 3000 giri al minuto sviluppa la potenza di 1,5 kW; tale corrente dopo essere stata elevata a 3000 V da un trasformatore, è raddrizzata da due diodi, e poi condotta agli anodi. Apposito circuito intermedio fra l'antenna e il circuito anodico dei triodi generatori funziona da filtro per le armoniche, così da avere una trasmissione pura. Le lunghezze d'onda usate sono comprese fra 500 e 3000 m. È possibile modulare a frequenza musicale le oscillazioni persistenti sull'antenna, così da permettere la semplice ricezione a cristalli nelle stazioni corrispondenti. L'antenna è del tipo a ventaglio, e consta di tre fili della lunghezza di 120 m, manovrabili con tre distinti verricelli.

Il ricevitore ha due stadi di amplificazione ad alta frequenza, un triodo raddrizzatore, e due stadi di amplificazione a bassa frequenza. Per poter assicurare la trasmissione radiotelegrafica almeno a distanza ridotta in caso di avaria ai motori principali, l'eccitatrice dell'alternatore, alimentata da una batteria di accumulatori, può funzionare da motore per l'alternatore.

Fe. Vi.

RISCALDAMENTO.

Dispositivo economizzatore per ferro da stiro. — Nel ferro elettrico l'elemento riscaldante è calcolato in modo che la quantità di calore fornita sia press'a poco eguale a quella dissipata nel lavoro. Sicché, quando questo, per le necessarie manipolazioni, si sospende, la temperatura del ferro, a causa della minima dissipazione di calore, diventa tale da esporre la biancheria a rischio di bruciare al riprendere del lavoro. S'è visto che un ferro da 460 V, abbandonato su una tavola spessa cm 4,5, dopo 5 ore l'ha bruciata così da attraversarla. E' facile quindi immaginare sia gli aspetti pericolosi della cosa che il logorio affrettato del ferro stesso. Perciò si sono ideati vari sistemi di interruzione automatica; fra essi, quello della Lanston Monotype Corporation di Londra, consiste in un dispositivo sull'impugnatura, tale che serrandola si stabilisce il contatto, che cessa abbandonando il ferro.

Un ferro simile porta reale economia di energia; in prove controllate dal laboratorio Faraday, si è constatato che di due ferri simili, da 460 V, per lavoro eguale durato un'ora, l'energia consumata è stata di 460 hW per il ferro comune e 280 hW per quello con interruttore.

e. m. a.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Impianti di elettrificazione. — La General Electric Company sta portando a termine nelle sue officine di Erie importanti costruzioni di locomotori a corrente continua destinati a sette reti ferroviarie.

Tre locomotori da 54 tonnellate, 600 volt per le Miniere di ferro della Bethlehem Chile. Una particolarità di questi locomotori è la presenza di 4 prese di corrente, due per ciascun lato della macchina per raccolta di corrente da conduttori laterali lungo i binari. Sono del tipo a carrelli, della lunghezza di 12 metri.

Due locomotori da 54 tonnellate, 600—500 volt per le ferrovie Northern Sacramento vennero pure costruiti. Salvo gli apparecchi di presa, assomigliano a quelli sopradescritti della Bethlehem Chile.

Fra le grandi ordinazioni sono inclusi 10 locomotori da 150 tonnellate, 3000 volt, per le ferrovie del Messico.

Anche per la ferrovia Parigi-Orléans vennero costruiti locomotori da 122 tonnellate a 1500 volt, 2 carrelli a 3 assi, più un carrello guida a 2 assi. Sono lunghi 19 metri e possono raggiungere 145 chilometri all'ora di velocità massima.

Per le ferrovie Baltimora e Ohio vennero approntati due locomotori da 120 tonnellate, 600 volt. Raggiungono la velocità di 30 km-ora con treni di 1200 tonn. e 22 km-ora con lo stesso peso su pendenze del 5‰. Lo sforzo di trazione è di 10.000 kg.

Per le ferrovie Toledo Edison Comp. venne costruito un locomotore a carrelli.

Infine è in corso di costruzione un locomotore da 50 tonnellate 600/1200 volt per conto della Portland Railway Light e Power Comp.

G. Ve.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXIX RIUNIONE DELL'A. E. I.

SPEZIA - Palazzo delle Scuole Secondarie - Via V. Veneto

25-30 Settembre 1924

MEMORIE DESTINATE ALLA RIUNIONE.

Memorie pubblicate

(vedi elenco nel N. 25, a pag. 615).

In preparazione (in ordine d'arrivo):

| Data d'arrivo del manoscritto | | |
|----------------------------------|---|---|
| 14 Agosto | — A. ASTA : | Le variazioni di tensione e la loro influenza, ecc. |
| 20 " | — Da Note dell'Azienda Elettrica Municipale : | L'impianto di illuminazione di Milano. |
| 20 " | — G. SOMEDA : | Alcuni dati sperimentali sulla illuminazione di ambienti interni. |
| 20 " | — G. PICKER : | La regolazione automatica delle tensioni nelle piccole centrali. |
| 1 Settem. | — M. PARIS : | Variazioni di temperature e di emissione elettronica di un filamento di tungsteno. |
| 1 " | — A. MENDICI : | Variazioni di temperatura e di splendore di un filamento di tungsteno. |
| 8 " | — F. NERI : | Alcune osservazioni intorno alla regolazione della tensione. |
| 9 " | — S. REBECCHINI : | Riflettori e diffusori esaminati in rapporto alla illuminazione degli ambienti interni. |
| 9 " | — A. LURIA : | Illuminazione dei porti e delle coste. (Fuochi di porto, Sorgenti luminose dei fuochi marittimi). |
| 9 " | — detto : | Lo stato attuale della tecnica dei fari e degli alti segnali marittimi. |
| 9 " | — detto : | Fari, fanali e segnalamenti luminosi speciali per la navigazione aerea notturna. |

Sono annunciate altre comunicazioni.

* *

ESPOSIZIONE ALLA SPEZIA.

Con riferimento alle piante della Sede della Riunione pubblicate nel numero scorso, possiamo informare che al *Primo piano (terreno rialzato)* vi saranno le mostre delle Ditte :

Castrovillari; Ufficio Tecnologico Municipale di Torino; Cerpelli; Uccelli; Ca. Bo. Stor; Giuseppe Mereta; Ing. Picker,

e al *Secondo Piano* le seguenti :

Philips; Co. Generale di Elettricità; Holopane; Regia Marina; Osram; Ing. Gismondi; Ing. Malaguti; Ing. Francioni; Officine Galileo (angolo); Tedeschi; Philips (Néon); Edison Clerici - Municipio di Torino.

Alcune delle Ditte espositrici faranno poi esperimenti di illuminazione stradale sotto i Portici di Via Chiado, in Viale Umberto, Principe Amedeo, ecc.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

L'ELETTRATECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTRATECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La XXIX Riunione Sociale alla Spezia.

Spezia, la industriale città marinara, ridente sul golfo azzurro — che, fra la cerchia pittoresca dei monti digradanti lontano fino all'imponente massiccio delle Alpi apuane, non ha nulla da invidiare a tanti altri luoghi del litorale tirreno, più generalmente famosi — si appresta ad accogliere i colleghi di ogni parte d'Italia per la XXIX riunione sociale. Con questa la Presidenza generale ha voluto, in un certo senso, rompere la tradizione secondo la quale solo le sedi di Sezione avevano finora accolto le annuali riunioni dei soci. Con ciò si è voluto diffondere il nome e la conoscenza dell'A.E.I. in nuove regioni d'Italia e contemporaneamente dar modo a molti consoci di conoscere nuovi aspetti del nostro bel Paese. Di più — perchè non dirlo? — si è voluto porre un freno alla nobile gara che da alcuni anni si era andata accentuando fra le Sezioni di volta in volta ospiti del Congresso, per fare sempre di più e sempre di meglio nell'accogliere i colleghi; gara che aveva dato alle ultime riunioni un ritmo ed una grandiosità veramente ammirevoli, ma forse non facilmente sostenibili. Il numero degli iscritti alla XXIX Riunione, lievemente minore di quello delle precedenti, sembra dar ragione a questo desiderio di maggior raccoglimento che certamente ha ispirato la Presidenza generale; ma è facile profezia l'affermare che, ciononostante, la riunione che sta per aprirsi, non riuscirà inferiore alle precedenti sia per la cordialità delle accoglienze, per le quali le Autorità militari e cittadine ed i soci individuali e collettivi residenti a Spezia si sono veramente prodigati, sia per l'interesse tecnico e turistico delle varie gite e visite comprese nel programma, sia, infine per l'importanza dei lavori presentati e per l'interesse dell'esposizione e della sala di dimostrazione.

*

Pubblichiamo oggi un altro gruppo di lavori destinati alle discussioni della riunione, dolenti che la mancanza di spazio e soprattutto di tempo ci impedisca di parlare qui di tutti come si converrebbe. Basta dire che figurano nel fascicolo odierno — licenziato il giorno 20 — memorie pervenute alla redazione ai primi del mese, perchè chi non è ignaro delle esigenze e dell'andamento normale di una rivista tecnica (ben diversi da quelli di un giornale politico) comprenda come si siano dovuti fare dei veri *tour de force*.

Questo diciamo, non per farcene un merito — che, in ogni caso, è di tutti i nostri collaboratori, dai maggiori ai più umili; ma solo per giustificarci di fronte a quei colleghi che, giunti ancora più in ritardo, potranno forse avere solo le bozze dei loro lavori prima del Congresso; ed un po' anche per diffondere nei colleghi tutti la persuasione che se si vuole veramente che le nostre riunioni esaminino e discutano seriamente — a ragion veduta — le relazioni presentate, è assolutamente indispensabile essere più solleciti nell'invio dei manoscritti.

La regolazione della tensione.

Ritornando ai lavori oggi pubblicati, l'Ing. ASTA affronta in pieno la questione fondamentale all'ordine del giorno del Congresso: il problema della regolazione della tensione.

Egli esamina infatti l'influenza delle variazioni di tensione delle reti sul costo della luce prodotta dalle lampade ad incan-

descenza; discute alcuni studi americani tendenti a stabilire come si debba scegliere la tensione delle lampade in relazione alla tensione media della rete ed all'entità e frequenza delle sue variazioni e conclude che, se appena tali variazioni sono un po' notevoli, non è praticamente possibile scegliere le lampade in modo da rendere trascurabili le conseguenze economiche delle variazioni stesse; cosicchè si impone il problema della buona regolazione della tensione.

Appunto il PICKER ci parla oggi di un nuovo tipo di regolatore automatico particolarmente indicato per impianti generatori di piccola potenza.

L'illuminazione pubblica a Milano.

All'Azienda Elettrica Municipale di Milano dobbiamo le notizie su quell'impianto di illuminazione pubblica, che riesce interessante mettere a confronto con le descrizioni già pubblicate di altri analoghi impianti, per vedere quanto le circostanze locali e contingenti possano influire sullo sviluppo degli impianti di illuminazione pubblica. Ulteriori dati nell'impianto di Milano appariranno all'esposizione di Spezia dove sarà in funzione uno degli apparecchi di comando a distanza.

Illuminazione di interni.

L'Ing. SOMEDA porta invece un nuovo contributo di dati sperimentali sulla illuminazione degli ambienti interni che, insieme con altri analoghi già pubblicati potranno dare base concreta alle discussioni della Spezia.

Variazioni di temperatura dei filamenti delle lampade ad incandescenza.

Nell'ultima riunione annuale dell'A.E.I., a Venezia, fu sollevata la questione della variazione di temperatura che si verifica ciclicamente nei filamenti delle lampade a incandescenza, quando sono percorsi da corrente alternata. In mancanza di dati precisi al riguardo, per iniziativa del collega Vallauri, i consoci M. PARIS e MENDICI hanno per diverse vie affrontato il problema sperimentale. In sostanza ambedue hanno cercato di studiare le variazioni di un altro parametro fisico, che sia funzione determinabile della temperatura e dalle cui variazioni si possa risalire a quelle cercate. Il primo si è servito dell'emissione elettronica del filamento, ricorrendo all'uso di tubi elettronici a due elettrodi o diodi e riportando quindi la misura della temperatura a quella dell'intensità di correnti anodiche nel circuito esterno del diodo. Il secondo si è invece servito delle variazioni di splendore ed ha quindi riportato la misura nel campo della fotometria, ricorrendo ad un dispositivo del tipo stroboscopico per seguire partitamente tutto il ciclo di variazione di splendore durante un semiperiodo della corrente di alimentazione. I risultati delle due ricerche sono nel loro insieme sensibilmente concordi e si confermano quindi a vicenda.

LA REDAZIONE.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTRATECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via S. Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

LE VARIAZIONI DELLA TENSIONE NELLE RETI DI DISTRIBUZIONE E LA LORO INFLUENZA SULLA ECONOMIA DELLA LUCE PRODOTTA CON LAMPADE A INCANDESCENZA

ANTONINO ASTA



Comunicazione alla XXIX Riunione Annuale dell' A. E. I.
Spezia - Settembre 1924

Il problema nelle sue linee generali.

Lo studio delle variazioni della tensione nelle reti di distribuzione si presenta importantissimo in quanto esse hanno notevole influenza sul comportamento delle lampade a incandescenza e sul costo della luce da esse prodotta.

È noto infatti come per una lampada al variare della tensione d'alimentazione vari per una parte l'intensità luminosa fornita, per altra parte il consumo d'energia e il consumo del filamento a cui è legata la vita della lampada: precisamente all'aumentare della tensione aumenta l'intensità luminosa, la potenza consumata, il consumo del filamento e diminuisce quindi la vita della lampada.

Ora appunto da questi elementi dipende il costo unitario della luce: se lo si riferisce alla candela-ora esso è dato dalla somma di due termini, il primo costituito dal costo dell'energia consumata in un'ora e il secondo dipendente dal costo della lampada, divisa per l'intensità luminosa.

Così se si considera la lampada funzionante per un istante alla tensione v , e si indica con

- w il consumo totale in watt
- h la vita espressa in ore
- j l'intensità luminosa media sferica in candele
- C il costo dell'energia per watt-ora
- P il prezzo della lampada.

risulta il costo della luce prodotta riferito alla candela-ora

$$s = \frac{Cw + \frac{P}{h}}{j}$$

Data allora la dipendenza di quel costo dalla tensione, se una lampada dovesse essere alimentata ad una tensione costante si presenterebbe l'opportunità di scegliere la lampada con caratteristiche tali da dar luogo per quella tensione al minimo costo della luce e viceversa per una data lampada con date caratteristiche interesserebbe vedere quale sia la tensione a cui essa debba essere adoperata perchè risulti minimo il costo della luce prodotta (tensione normale della lampada).

Praticamente però il problema si presenta più complesso per le variazioni che hanno luogo nella tensione d'alimentazione in dipendenza sia di cause inerenti al funzionamento delle centrali, sia della distanza dal centro di distribuzione, sia principalmente delle variazioni del carico; queste possono assumere grande importanza soprattutto nel caso in cui la rete di distribuzione alimenti insieme con le lampade anche delle utenze di forza motrice, ma possono essere notevoli anche nel caso di distribuzioni esclusive per uso d'illuminazione.

In tal caso sarebbe di sommo interesse l'esame delle leggi di variazione della tensione, poichè la conoscenza di esse permetterebbe che venissero scelte le lampade con caratteristiche tali da dar luogo sotto quei cicli di tensione alla produzione più economica della luce. Quell'esame però, che andrebbe fatto in modo completo volta per volta per la fondamentale diversità che quelle leggi presentano nei vari casi, si presenta molto complesso e laborioso e pertanto generalmente ineffettuabile. Onde è in fondo da ricercare il raggiungimento di tensioni di distribuzione per quanto è possibile costanti, con che si riconduce il problema al primo caso più semplice. Nè si può invece accettare passivamente le variazioni di tensione, in quanto che, molto rapidamente variando al variar della ten-

sione gli elementi caratteristici delle lampade, è molto notevole l'influenza di esse sul costo della luce.

Le caratteristiche delle lampade.

Per la rappresentazione algebrica delle curve caratteristiche delle lampade, che interessa per la risoluzione del problema d'economia in modo particolare, sono state proposte diverse equazioni. Fra le più usate son quelle, di tipo parabolico, proposte dal Merell: l'intensità luminosa, la potenza consumata, la vita della lampada sono rappresentate in funzione della tensione da parabole di ordine superiore: se con l'indice o si indicano le grandezze relative ad una tensione v_o , quelle relative alla tensione v sono fornite dalle equazioni

$$\frac{j}{j_o} = \left(\frac{v}{v_o}\right)^k \quad \frac{w}{w_o} = \left(\frac{v}{v_o}\right)^n \quad \frac{h}{h_o} = \left(\frac{v_o}{v}\right)^d$$

dove gli esponenti k , n , d sono diversi per i vari tipi di lampade e posson essere molto elevati, ciò che corrisponde alla notevole rapidità della variazione delle grandezze caratteristiche al variar della tensione: è stato trovato per lampade « Mazda » $n=1,58$ $k=3,52$ $d=13,5$; $d=14,7$ per lampade a tantalio; $d=17,6$ per lampade « Gem »; $d=20,5$ per lampade a filamento di carbone.

Una maggiore esattezza si può naturalmente ottenere con equazioni più complicate; così l'Eisenmerger (« L'Elettrotecnica » 15 gennaio 1923) propose per l'intensità luminosa:

$$\frac{1}{A} \frac{j}{j_o} = \left(\frac{v}{v_o} - a\right)^m + \frac{b}{A}$$

e per il consumo specifico, potenza consumata per candela d'intensità luminosa.

$$\left(\frac{v}{v_o} - a\right) \left(w_1 - b\right)^n = K$$

in queste equazioni le grandezze A , j_o , a , m , b ; a , b , n , K son delle costanti da determinar caso per caso considerando altrettanti punti delle curve sperimentalmente rilevate.

Queste equazioni però per la loro complessità non posson essere adottate nel nostro caso in cui è piuttosto da ricercare la maggiore semplicità. Del resto la loro maggiore esattezza perde per noi parte della sua importanza perchè tutto il problema d'economia in esame presenta un carattere d'approssimazione che la renderebbe inutile; in particolare le curve caratteristiche dovranno esser curve relative ad una lampada tipo, da cui quindi posson più o meno discostarsi quelle delle lampade analoghe; e anche per una stessa lampada esse devon essere delle curve medie fra quelle rilevabili durante tutta la vita della lampada, dipendenti alla loro volta dal modo in cui essa viene alimentata.

In complesso perciò si ritiene preferibile, almeno per una prima approssimazione, adottar le formule del Merrill.

La vita di una lampada.

Un'osservazione è da fare nei riguardi di che cosa si debba intendere per vita di una lampada. Si potrebbe far funzionare una lampada fino alla rottura conseguente al consumo del filamento: si trarrebbe così partito dalla vita reale della lampada; ma è invece preferibile farla funzionare per un periodo minore in cui si consegua la massima economia della quantità totale di luce prodotta: si ha in questo caso una vita utile, minore della prima e da essa più o meno discosta secondo i tipi di lampade, il costo dell'energia, quello delle lampade.

Prendiamo precisamente in esame il costo medio della luce fornita dalla lampada in tutta la sua vita riferito alla candela-ora. Considerando il funzionamento della lampada a tensione costante, aumenta lentamente col tempo il consumo specifico secondo una curva del tipo della (w_1) di fig. 1 mentre l'intensità luminosa, dopo aver generalmente presentato nel primo intervallo del funzionamento un leggero aumento rispetto al primo istante, prende in seguito a diminuire con l'andamento della (j) di fig. 1; il consumo totale (curva (w) di fig. 1) avrà una legge analoga alla intensità luminosa ma meno rapidamente decrescente.

In conseguenza l'energia totale assorbita fino ai successivi istanti, dopo aver presentato dapprima una legge di aumento pochissimo più rapida della lineare, andrà in seguito crescendo sempre più lentamente, e l'integrale della curva (w) andrà dopo un certo tempo sempre più discostandosi dalla retta ad esso

tangente nell'origine (curva (s_1) di fig. 1); proporzionale sarà la legge di variazione del costo di tale energia che potrà anzi, scegliendo opportunamente le scale, esser rappresentata dalla stessa curva (s_1) ; la spesa totale assorbita dalla lampada fino a un certo istante risulta del costo dell'energia assorbita e del costo della lampada stessa, e potrà quindi rappresentarsi con una curva (S) le cui ordinate son quelle stesse della (s_1) aumentate del termine P , prezzo della lampada: tale spesa partendo quindi da un valore iniziale eguale a P andrà aumentando con una legge dapprima più rapida e poi più lenta della lineare. Per quanto riguarda la quantità totale di luce fornita fino ai successivi istanti, data la legge di variazione dell'intensità luminosa, analoga a quella del consumo totale, essa avrà una legge di aumento che partendo da zero si presenta completamente analoga a quella dell'energia consumata, ma è meno rapida di essa, data la più rapida diminuzione dell'intensità luminosa in confronto del consumo: tale legge è rappresentata dalla curva integrale della (j) curva (A) di fig. 1).

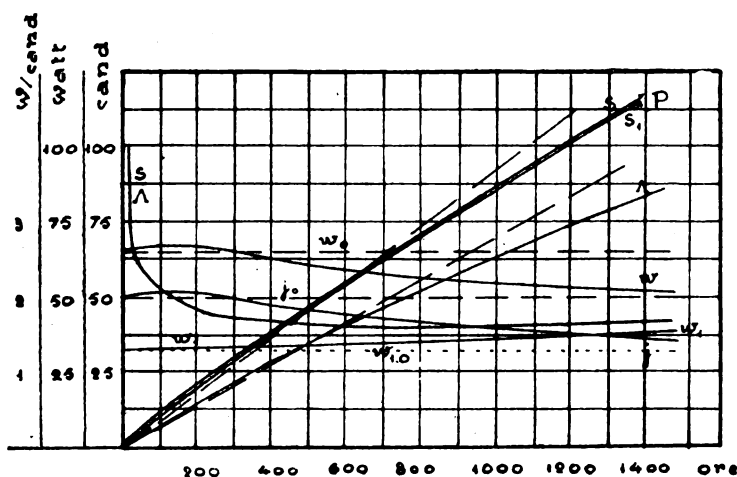


Fig. 1.

Il rapporto della spesa totale assorbita dalla lampada per la quantità di luce prodotta, cioè il rapporto delle ordinate corrispondenti delle curve (s) e (A) ci rappresenta in ogni istante il costo unitario della luce prodotta: questo partendo da un valore grandissimo nel primo istante $\frac{P}{j_0}$, andrà diminuendo dapprima rapidamente poi sempre più lentamente fino a un minimo per poi tornare ad aumentare. È il punto di minimo quello che con la sua ascissa determina il periodo di funzionamento in cui si raggiunge la massima economia: il valore di questo, che deve essere assegnato alla lampada come vita utile, dipende naturalmente dalle caratteristiche della lampada, dal costo del watt-ora e dal prezzo della lampada, elementi che influiscono sulle varie curve.

Esprimiamo precisamente per via analitica le due leggi di variazione rispetto al tempo t della potenza consumata e dell'intensità luminosa. Per ambedue l'aumento iniziale presentato dalle due curve è sempre molto piccolo, variabile di posizione da lampada a lampada in dipendenza dei trattamenti preliminari subiti: pertanto si può fare astrazione da esso ed ammettere le

$$w = w_0 e^{-\alpha t} \quad j = j_0 e^{-\beta t} \quad (a)$$

dove α, β sono molto piccoli ed è $\alpha < \beta$ per la meno rapida diminuzione presentata dal consumo totale: w_0, j_0 son consumo e intensità luminosa iniziali.

Tali due formule, dando luogo a una diminuzione graduale, fino dall'inizio, delle due grandezze non riproducono, in accordo con quanto s'è detto, l'andamento iniziale delle curve: ciò non dà luogo ad errori notevoli per un esame approssimato, del resto l'inconveniente può limitarsi procedendo nel modo seguente: considerando ad esempio la curva (j) si sostituisca (fig. 2) alla prima parte della curva reale un tronco di curva che partendo da un valore dell'intensità luminosa alquanto maggiore della iniziale, si raccordi, abbassandosi gradualmente, al resto della curva reale; se si adotta questa nuova come curva dell'intensità luminosa, essa può esser bene rappresentata dalla (a) , in cui ora j_0 è un'intensità luminosa iniziale fittizia poco maggiore della reale. Ciò che importa nella sostituzione è lasciare prossimamente inalterata l'area compresa fra

la curva e l'asse delle ascisse, poichè l'integrale di essa è quello che compare nella questione. Analogo procedimento può applicarsi alla curva (w) .

Adottate allora tali equazioni per le caratteristiche, risulta la spesa assorbita dalla lampada fino ad un istante generico:

$$s = P + C \int_0^t w dt = P + \frac{C w_0}{\alpha} (1 - e^{-\alpha t})$$

e la quantità di luce prodotta:

$$A = \int_0^t j dt = \frac{j_0}{\beta} (1 - e^{-\beta t})$$

quindi il costo della candela-ora

$$\frac{s}{A} = \frac{\beta}{j_0} \frac{P + \frac{C w_0}{\alpha} (1 - e^{-\alpha t})}{1 - e^{-\beta t}}$$

L'equazione ci fa vedere che quel costo è infinito per $t=0$ e col crescere di t all'infinito tende a $\frac{\beta}{j_0} (P + \frac{C w_0}{\alpha})$: a noi interessa naturalmente ciò che accade fino a un limite dato dalla rottura della lampada $(^1)$. In questo intervallo si presenta generalmente il minimo la cui ascissa T si ha derivando ed eguagliando a zero

$$C w_0 e^{-\alpha T} (1 - e^{-\beta T}) - \left\{ P + \frac{C w_0}{\alpha} (1 - e^{-\alpha T}) \right\} \beta e^{-\beta T} = 0$$

da cui

$$\frac{C w_0}{\beta} e^{(\beta - \alpha) T} (1 - e^{-\beta T}) - P - \frac{C w_0}{\alpha} (1 - e^{-\alpha T}) = 0$$

Ora se si riprendono le espressioni di w e di j , applicandole all'istante T , esse danno

$$e^{(\beta - \alpha) T} = \frac{\frac{w_T}{j_T}}{\frac{w_0}{j_0}} = \frac{w_{1.T}}{w_{1.0}}$$

Ora quel rapporto, che indicheremo con η , non è conosciuto a priori, dipendendo $w_{1.T}$ dal tempo T che è appunto la nostra incognita; ma non si commette errore notevole, data la lenta variazione di w_1 se lo si calcola in approssimazione in base al consumo specifico w_1 relativo a un tempo che presumibilmente possa poco differire da T (si può scegliere ad esem-

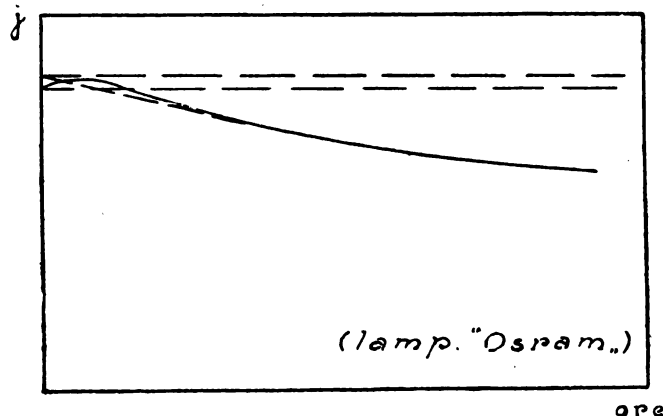


Fig. 2.

pio quello per cui si manifesta nell'intensità luminosa una diminuzione del 20 % condizione a cui corrispondeva nell'anteguerra la massima economia). Si potrà scrivere allora:

$$\frac{\alpha \eta}{\beta} (1 - e^{-\beta T}) - (1 - e^{-\alpha T}) = \frac{\alpha P}{C w_0}$$

⁽¹⁾ È a tal proposito da osservare come di tutte le curve interessi solo la parte inferiore a tale limite, e di questa parte abbia importanza l'approssimazione rispetto alle curve reali: così anche le equazioni non han più validità né significato fisico oltre quel limite.

nella quale η è dunque noto; α e β posson calcolarsi in base alle espressioni di w e j scritte sotto forma logaritmica:

$$\alpha = \frac{1}{t} \lg \frac{w_0}{w} \quad \beta = \frac{1}{t} \lg \frac{j_0}{j}$$

(si posson prendere due o tre punti delle curve e far la media degli α o dei β corrispondenti); sono noti ancora P , C , w_0 . I due termini entro parentesi al variare di t non sono rappresentati che dalle differenze fra le orizzontali corrispondenti all'intensità o al consumo iniziale e le curve (j), (w), assunte come unità appunto quelle grandezze iniziali; se allora si ha l'avvertenza di costruir fin dal principio le curve con scale tali da aver eguali ordinate iniziali il calcolo riesce semplificato: basterà modificar le due curve come già si vide (e le nuove ordinate iniziali coincideranno ancora dato che nel primo tratto w_1 è quasi esattamente eguale ad 1), poi ridurre nel rapporto da 1 a $\frac{\alpha}{\beta}$ le ordinate differenziali comprese fra la orizzontale relativa alla nuova ordinata iniziale e la curva j , quindi cercare, ciò che riesce immediato, l'ascissa alla quale, assunta sempre come unità quell'ordinata iniziale, risulti eguale a $\frac{\alpha}{C w_0}$ l'ordinata differenziale compresa fra la curva (w) e la curva (j) con ordinate ridotte: questa ascissa ci dà il valore di T . Come si era già detto T dipende in tal modo da P , C e dalle grandezze α , β , w_0 relative alla lampada. Eventualmente trovato questo valore di T si può determinare il corrispondente $e^{(\beta-\alpha)T}$ e quindi procedere ad un secondo calcolo più approssimato: ma in genere ci si può fermare alla prima approssimazione.

Le condizioni d'economia.

Venendo ora a considerare il problema della scelta della lampada per un determinato circuito qualora si conosca il ciclo che in questo compie la tensione, esso è stato esaminato specialmente in America: una trattazione ne è stata fatta da M. D. Cooper e J. Ayral, ed una in precedenza dalla G.E.C.

Il caso più semplice che si possa presentare è quello in cui la tensione d'alimentazione della lampada resti costante; praticamente invece è in generale verificato l'altro di tensione variabile. Questo secondo da ambedue le trattazioni viene ricondotto al primo.

Nello studio della G.E.C. precisamente si considera che al ciclo di tensione effettivamente realizzato si può sostituire una tensione costante purchè in corrispondenza di essa il funzionamento della lampada sia lo stesso, siano cioè la intensità luminosa, la potenza consumata, la vita della lampada rispettivamente eguali alle corrispondenti grandezze mediamente realizzate nel funzionamento effettivo; ora col variare della tensione varia molto rapidamente la vita della lampada, mentre variano in misura molto minore intensità luminosa e consumo, come già si vide dai valori degli esponenti d , k , n , delle formule del Merrill; in quello studio si ammette allora che, facendo astrazione dal resto, si possa sostituire al ciclo di tensione variabile una tensione costante che lasci inalterata esclusivamente la vita della lampada. In realtà esiste una influenza, come si vedrà in seguito, delle variazioni di potenza assorbita che hanno luogo al variare della tensione; la semplificazione può quindi ammettersi quando le variazioni di tensione siano limitate, poichè allora, dato il valore relativamente basso dell'esponente n , hanno importanza minima le variazioni di potenza e i termini che per esse compaiono nella determinazione della tensione da sostituire al ciclo in esame, ma dove siano notevoli le variazioni di tensione occorre tener conto anche delle variazioni di potenza e dei termini corrispondenti.

Di questi precisamente tengono conto Cooper e Ayral. Considereremo prima le condizioni d'economia e risolveremo poi in base a queste la questione precedente.

Indicheremo sempre con v la tensione generica variabile del ciclo di tensione da studiare e per i vari elementi caratteristici delle lampade adotteremo le notazioni già viste; se con T si indica la durata del ciclo, alla quale si estende il funzionamento della lampada, il costo medio della luce prodotta in quel periodo, riferito alla candela-ora, sarà dato da

$$s = \frac{C \int_0^T w dt + P \int_0^T \frac{dt}{h}}{\int_0^T j dt}$$

Esprimiamo mediante le formule del Merrill le grandezze w , h , j relative alla tensione v in funzione di v , di una certa tensione V e delle grandezze W , H , J relative a questa; sarà

$$w = W \left(\frac{v}{V} \right)^n \quad h = H \left(\frac{v}{V} \right)^d \quad j = J \left(\frac{v}{V} \right)^k$$

quindi sostituendo

$$s = \frac{C W \frac{1}{V^n} \int_0^T v^n dt + \frac{P}{H} \frac{1}{V^d} \int_0^T v^d dt}{J \frac{1}{V^k} \int_0^T v^k dt}$$

e se poniamo

$$\int_0^T v^n dt = V_n^n T \quad \int_0^T v^d dt = V_d^d T \quad \int_0^T v^k dt = V_k^k T$$

(cioè indichiamo con V_n^n, V_d^d, V_k^k le medie dei d'agrammi ottenuti elevando ad n, d, k le ordinate del diagramma che ci rappresenta il ciclo di tensione, quindi con V_n, V_d, V_k le medie di ordine n, d, k del diagramma di tensione) potremo scrivere:

$$s = \frac{C W V_n^n V_k^{-n} + \frac{P}{H} V_d^d V_k^{-d}}{J V_k^k}$$

Per trovar la condizione d'economia basterà derivare ed eguagliare a zero; risolvendo rispetto a V l'equazione che si ottiene si ha la

$$V^{d-n} = \frac{d-k}{k-n} \frac{V_d^d}{V_n^n} \frac{P}{C W H}$$

che si può anche scrivere

$$\frac{C W \left(\frac{V_n}{V} \right)^n}{\frac{P}{H} \left(\frac{V_d}{V} \right)^d} = \frac{d-k}{k-n} \quad (1)$$

Questa relazione ci dice che per la massima economia deve essere eguale a $\frac{d-k}{k-n}$ il rapporto fra il costo dell'energia realmente consumata durante il funzionamento (che è eguale a quella consumata per lo stesso tempo alla tensione V_n)

$$C W \left(\frac{V_n}{V} \right)^n T = C W \frac{1}{V^n} \int_0^T v^n dt = C \int_0^T w dt$$

e la spesa per il rinnovamento della lampada fatta funzionare sotto il ciclo reale, (che è la stessa che per la tensione V_d):

$$\frac{P}{H} \left(\frac{V_d}{V} \right)^d T = \frac{P}{H} \frac{1}{V^d} \int_0^T v^d dt = P \int_0^T \frac{dt}{h}$$

La (1) è la equazione generale d'economia: per il caso particolare di tensione costante v essa si semplifica trasformandosi nella

$$\frac{C w h}{P} = \frac{d-k}{k-n} \quad (2)$$

Se si considera quest'ultima relazione per mezzo di essa si possono ottenere risultati notevoli per il caso di tensione variabile. Immaginiamo che la lampada che deve funzionare sotto il precedente ciclo di tensione, sia costruita in modo da dar luogo alla massima economia alla tensione costante V ; sarà per questa

$$\frac{C W H}{P} = \frac{d-k}{k-n}$$

La condizione d'economia (1) per il nostro ciclo si trasformerà allora, sostituendo, nella

$$\left(\frac{V_n}{V} \right)^n = \left(\frac{V_d}{V} \right)^d$$

da cui

$$V^{d-n} = \frac{V_d^d}{V_n^n} \quad (3)$$

Si arriva cioè al risultato che avendo un qualunque ciclo di tensione la lampada che dà la massima economia per il ciclo

è quella che dà la massima economia per una tensione V fornita dalla (3): è cioè V la tensione costante da sostituire al ciclo di tensione, quella tensione costante che si è considerata prima e che nello studio della G. E. C. era in fondo stata ritenuta eguale a V_d , dato che è appunto questa la tensione che lascia invariata la vita della lampada rispetto al caso di alimentazione con tensione variabile. Come si può vedere, i due risultati sono tanto più prossimi quanto minori son le variazioni di tensione, poichè minore influenza acquistano V_m^n , più prossimo alla tensione media, e l' n nell'esponente $\frac{d-n}{n}$ che si ha risolvendo la (3) rispetto a V .—

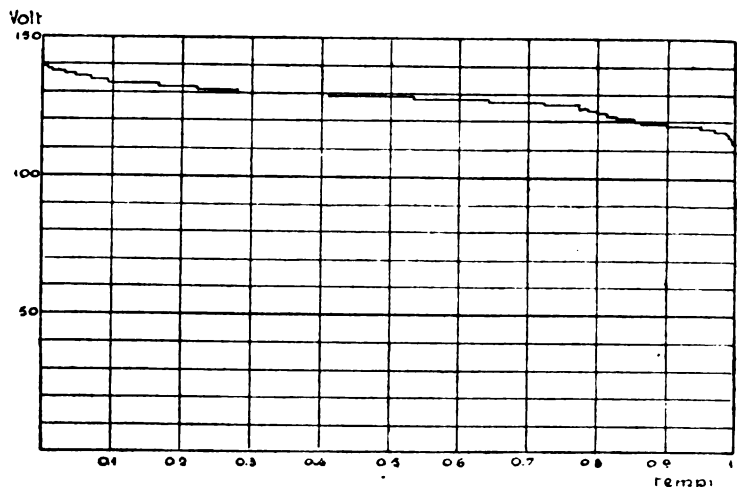


Fig. 3 a.

Le condizioni d'economia si possono dunque riassumere così: quando una lampada deve funzionare a tensione costante essa deve possedere caratteristiche tali che il rapporto del costo dell'energia oraria assorbita a quella tensione, alla spesa di rinnovamento della lampada alla tensione stessa sia eguale al rapporto (caratteristico della lampada) $\frac{d-k}{k-n}$. Se la lampada deve funzionare in un circuito a tensione variabile essa deve essere studiata per una tensione costante data dalla (3) (tensione equivalente al ciclo).

Forma dei cicli di tensione; determinazione della tensione equivalente di un ciclo.

La determinazione della tensione normale delle lampade da impiegare con un dato ciclo di tensione si riconduce in fondo per la (3) al calcolo delle due medie di ordine d , k del dia-

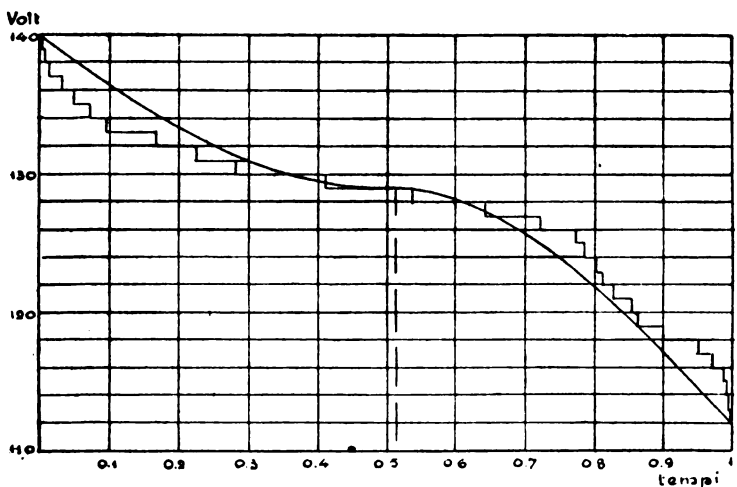


Fig. 3 b.

gramma che rappresenta il ciclo stesso; ora quel calcolo riuscirebbe troppo laborioso in base ai diagrammi di variazione della tensione praticamente rilevati; è invece preferibile trasformare quei diagrammi in curve di frequenza ed eseguire quella determinazione rappresentando con delle equazioni il più possibile semplici l'andamento di queste.

La possibilità di tener conto della curva di frequenza anzichè del diagramma di tensione rilevato dipende dal fatto che non ha generalmente importanza, data la piccola inerzia termica

del filamento, l'ordine nel quale le diverse tensioni si susseguono: ciò che interessa è invece il valore delle tensioni e il tempo per cui ciascuna di essa è mantenuta nel circuito; un altro elemento ancora si dovrebbe considerare, come osserva lo studio della G. E. C., quello del carico di illuminazione corrispondente ad ogni tensione; si dovrebbe precisamente tener conto con la curva di frequenza delle diverse probabilità che le lampade hanno di funzionare alle diverse tensioni, probabilità proporzionali non solo alla durata di ciascuna tensione ma ancora al numero di lampade contemporaneamente alimentate alle singole tensioni, cioè al carico d'illuminazione. Le curve di frequenza non dovrebbero perciò costruirsi in base ai soli rilievi di tensione, riportando semplicemente le tensioni in senso crescente o decrescente e dando a ciascuna di esse una durata eguale a quella per cui la tensione stessa viene mantenuta in circuito; ma occorrerebbe insieme eseguire dei rilievi del carico di illuminazione e assumere come durata per ogni tensione il prodotto della sua durata effettiva per un coefficiente proporzionale al carico. Non è però generalmente possibile eseguire questi rilievi e ciò costituisce un inconveniente nello studio del problema in quanto si possono avere in mancanza di essi delle curve di frequenza che differiscono anche notevolmente da quelle esatte. Il non considerar le variazioni del carico porta ad ottenere delle tensioni V equivalenti ai cicli di tensione maggiori di quelle che si otterrebbero con le curve di frequenza esatte, dato che in queste acquistano maggiore importanza le tensioni più basse, come corrispondenti ai carichi più elevati.

In complesso le curve di frequenza vengono ad avere una forma sul tipo di fig. 3; esse presentano una variazione più rapida agli estremi che non al centro per la maggiore frequenza che hanno in confronto degli altri i carichi medii quindi le tensioni medie.

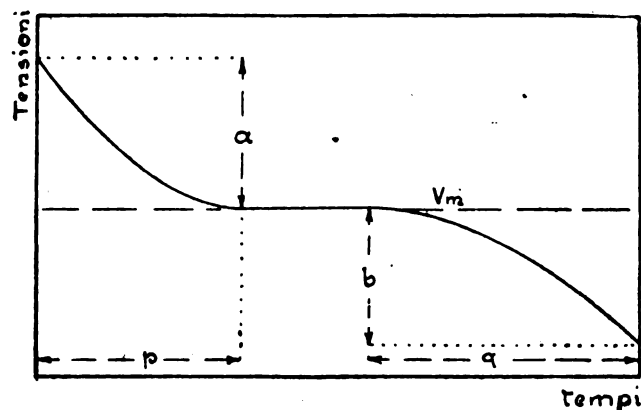


Fig. 4.

Per la rappresentazione analitica, nella trattazione della G. E. C. si considera la curva scissa in tre parti, una intermedia rettilinea, orizzontale, le altre due all'esterno sostituibili con due archi di sinusoide: in realtà la curva di frequenza ivi considerata è all'incirca sul tipo di quella di fig. 3, costituita essenzialmente da due tratti curvilinei, e mancante di quello intermedio rettilineo; tuttavia viene presa in esame l'esistenza di questo per maggiore generalità; dei due tratti curvi ciascuno partendo dal punto comune presenta ivi la maggiore curvatura distendendosi poi verso gli estremi: essi possono perciò con buona approssimazione essere sostituiti, come è stato detto, da due mezze onde sinusoidali aventi il vertice comune e la tangente ivi orizzontale e rivolte l'una verso l'alto, l'altra verso il basso (V. fig. 3 b). Se si indica con V_m la tensione corrispondente ai due vertici delle sinusoidi, e con a , b , le due variazioni della tensione, in più e in meno, riferite a V_m , la tensione in un punto qualunque sarà data da

$$v = V_m (1 + a [1 - \sin \alpha]) \quad \text{per la parte superiore}$$

$$v = V_m (1 - b [1 - \sin \alpha]) \quad \text{per la parte inferiore,}$$

dove gli angoli α variano da 0 a 90° dagli estremi fino ai vertici delle sinusoidi. Mediante tali espressioni riesce facile il calcolo della tensione V_d . Si ponga:

$$x = \frac{2}{\pi} (1 + a) \int_0^{\frac{\pi}{2}} \left(1 - \frac{a}{1 + a} \sin x\right)^d dx$$

$$y = \frac{2}{\pi} (1 - b) \int_0^{\frac{\pi}{2}} \left(1 + \frac{b}{1 - b} \sin x\right)^d dx$$

e si indichino con p, q le lunghezze percentuali delle ascisse dei due archi di senoide (corrispondenti a $\frac{\pi}{2}$) considerata come unità la durata di tutta la curva di frequenza; sarà per il caso generale di fig. 4

$$V_d^d = V_m^d \left\{ (1-p-q) + p \frac{2}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} [1 + a(1 - \sin x)]^d dx + \right. \\ \left. + q \frac{2}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} [1 - b(1 - \sin x)]^d dx \right\} = \\ = V_m^d \left\{ (1-p-q) + p x + q y \right\}$$

Ora le quantità x, y non dipendono che da a, d ; da b, d rispettivamente: esse posson quindi essere fornite da tabelle

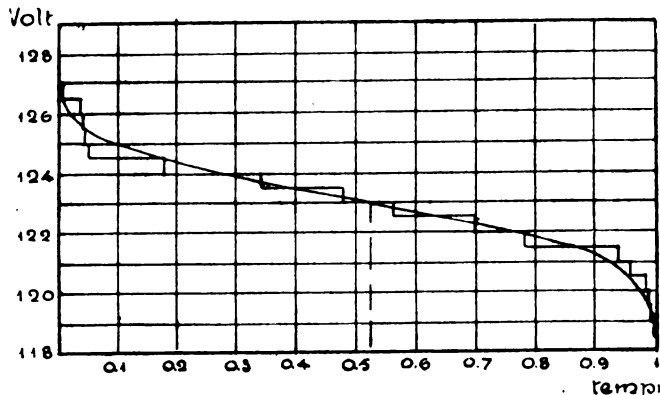


Fig. 5.

in corrispondenza di ogni tipo di lampada, cioè di ogni valore di d , e in funzione dei valori di a , o di b .

La determinazione di V_d può quindi, ammesse le ipotesi precedenti, farsi in maniera semplicissima costruita la curva di frequenza della tensione: occorrerà anzitutto suddividere questa nei suoi tre o due tronchi; risulta allora immediata la determinazione di $a, b; p, q$; noti a, b per ogni tipo di lampada che si voglia adoperare le tabelle suddette forniscono i valori corrispondenti di x, y ; attraverso questi, e attraverso p, q la equazione precedente permette il calcolo di $\left(\frac{V_d}{V_m}\right)^d$; un'ulteriore tabella, costruita nella trattazione della G. E. C., dà per diversi

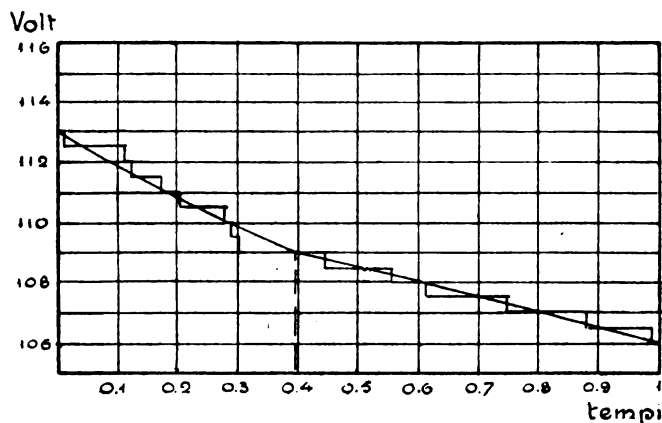


Fig. 6.

tipi di lampade cioè per diversi valori di d i valori delle radici d'ordine d , e in tal modo è nota la tensione V_d . — Qualora si voglia ammettere la formula semplificata della trattazione della G. E. C. $V = V_d$ si è in tal modo risolto il problema relativo al ciclo di tensione in esame; se occorre invece riferirsi alla formula esatta $V^{d-n} = \frac{V_d^d}{V_m^n}$ ci si può nel calcolo precedente arrestare al valore di $\left(\frac{V_d}{V_m}\right)^d$; procedere poi in modo analogo al precedente, ammettendo sempre le precedenti ipotesi sulla costituzione della curva di durata, al calcolo di $\left(\frac{V_d}{V_m}\right)^n$; il rapporto di questi due valori fornisce il valore di $\left(\frac{V}{V_m}\right)^{d-n}$ attra-

verso il quale è immediato il calcolo di V ; anche in questo caso i calcoli posson semplificarsi mediante opportune tabelle.

Ma l'ipotesi semplificatrice ammessa sulla forma della curva di frequenza non è in maniera generale ammissibile. Già a priori non soddisfa il rappresentar la curva di frequenza in una forma ben determinata, cioè il costringere entro un tipo ben

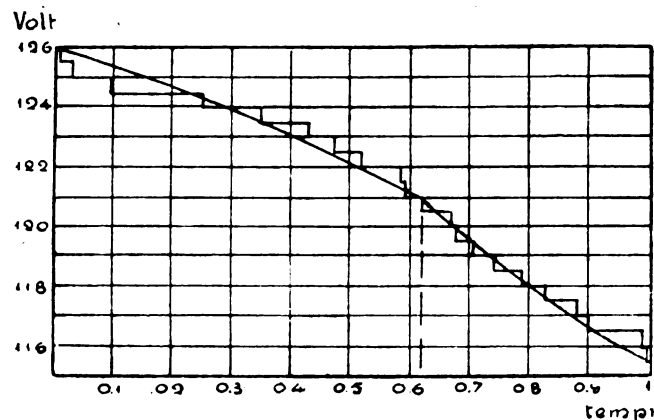


Fig. 7.

netto un fenomeno che deve necessariamente presentar caratteri diversi da caso a caso in dipendenza di condizioni locali e particolari; ma la cosa in maniera più esatta è messa in evidenza dall'esame delle curve sperimentali. A parte il fatto che non esiste generalmente in queste il tratto rettilineo orizzontale intermedio, ciò che non dà luogo ad alcun inconveniente anzi

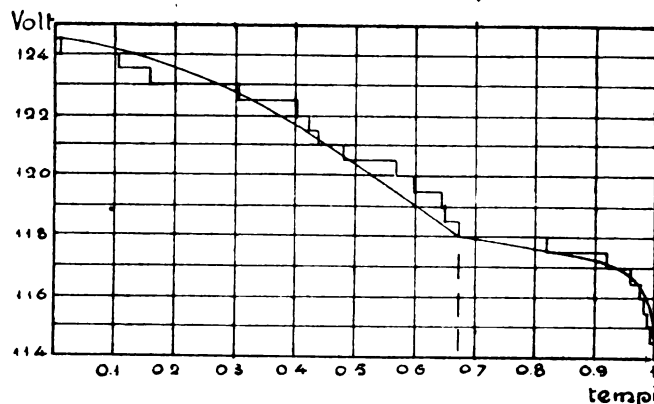


Fig. 8.

permette di semplificare il calcolo, quella che non è spesso verificata è l'ipotesi che i due rami curvi del diagramma di frequenza possano esser rappresentati con due archi di senoide. Nei riguardi anzitutto del tronco rettilineo è da notare che per tutte le curve di frequenza nel presente esame costruite se ne è potuta escludere l'esistenza; nella maggior parte delle curve

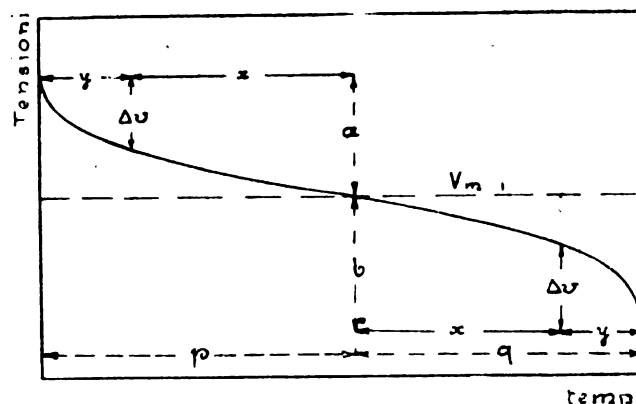


Fig. 9.

poi i due rami presentano caratteri diversi da quelli delle due semionde sinusoidali: precisamente su trentasei curve di frequenza solo cinque presentano un andamento prossimo a quello rappresentato con gli archi di senoide (curve sul tipo di figura 3 b); la percentuale più alta è rappresentata da curve in cui i due rami presentano in corrispondenza degli estremi la mag-

gior curvatura, e nella parte centrale, invece, dei tratti meno ricurvi e in genere obliqui rispetto all'orizzontale, non tangenti ad essa come accade per gli archi sinusoidali, in questo tipo (fig. 5) rientrano undici delle curve di frequenza esaminate; si han poi quattro curve che presentano nei due rami un andamento in complesso rettilineo sul tipo della curva di fig. 6; altre curve hanno poi i due rami con curvature di senso addirittura opposta a quello che si ha nei due archi di senoide (fig. 7); un'altra ha i due rami ricurvi nello stesso senso (fig. 8) anzichè in senso opposto come avviene di solito; le altre curve hanno andamenti particolari non esattamente riconducibili ai tipi pre-

Essi considerano che, assumendo per unità per le ascisse la lunghezza della proiezione orizzontale dell'uno o dell'altro ramo, e per le ordinate quella della rispettiva proiezione verticale, ciascun ramo presenta un carattere che si riscontra in genere prossimo a quello di qualcuna delle parabole d'equazione $y = x^a$ nella parte compresa fra i punti di coordinate (0,0) e (1,1) (son le curve riportate in fig. 10): si può allora rappresentare la curva di frequenza con due tali archi di parabola disposti con l'origine nel punto comune ai due rami di essa, asse x orizzontale positivo in un senso per uno dei due archi, nel senso opposto per l'altro, asse delle ordinate verticale rivolto verso l'alto per

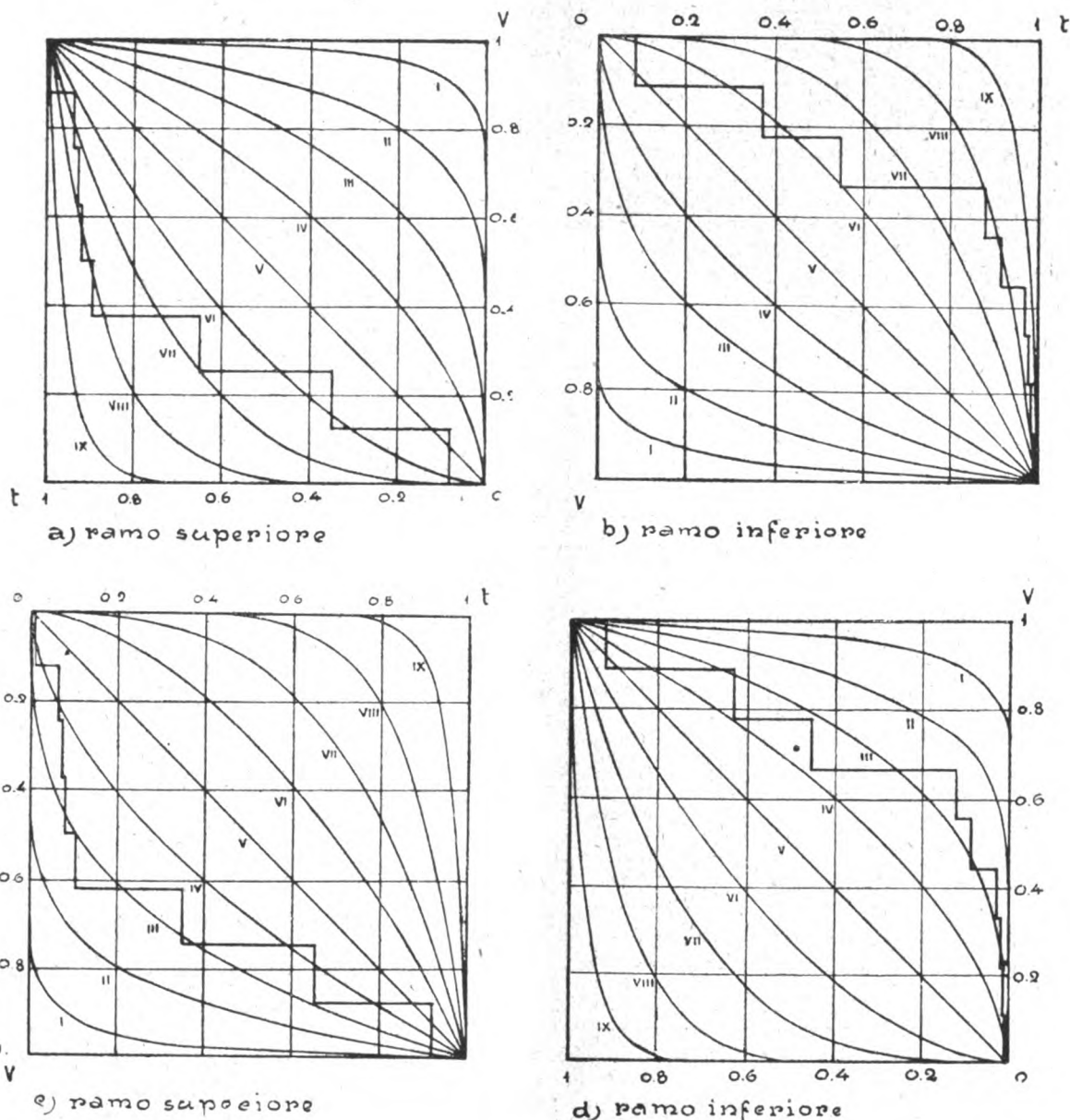


Fig. 10.

Nota. — Adottando l'origine delle parabole nel punto comune ai due rami (fig. a) b)) occorrerebbe rappresentare i due rami con le parabole VII; adottando invece le origini agli estremi (fig. c) d)) essi son rappresentati in modo più approssimato dalle parabole III.

cedenti ma che si scostano in genere notevolmente dal tipo di figura 3.

In complesso perciò non è in generale accettabile una rappresentazione delle curve di frequenza mediante i precedenti archi di senoide. Accade in realtà che facendo il calcolo di V_a o di V_n si verifichi, come si vedrà in seguito, un certo compenso che limita gli errori: ma esso avviene finchè non sono eccessive le variazioni di tensione, finchè la curva è regolare, e discosta in particolare dal tipo di fig. 7 perchè più difficilmente in tal caso può aver luogo. Volendosi una rappresentazione che valga in maniera generale occorre ricorrere a un altro tipo di curve.

Delle curve che fra le altre posson meglio adattarsi ad essere sostituite alle diverse forme dei rami delle curve di frequenza sono le parabole di ordine superiore: precisamente a questa famiglia appartengono quelle scelte da Cooper e Ayral.

l'uno, verso il basso per l'altro; le differenze Δv fra le tensioni dei vari punti e la tensione corrispondente al punto comune ai due rami, saranno quindi date, in funzione delle ascisse x contate come s'è detto e assunte le precedenti unità, dalle equazioni

$$\Delta v = x^a \quad \Delta v = x^{\beta}$$

La tensione in un punto qualunque dell'uno o dell'altro ramo sarà data in funzione dell'ascissa x e con le solite notazioni dalle:

$$v = V_m (1 + a x^a) \quad v = V_m (1 - b x^{\beta})$$

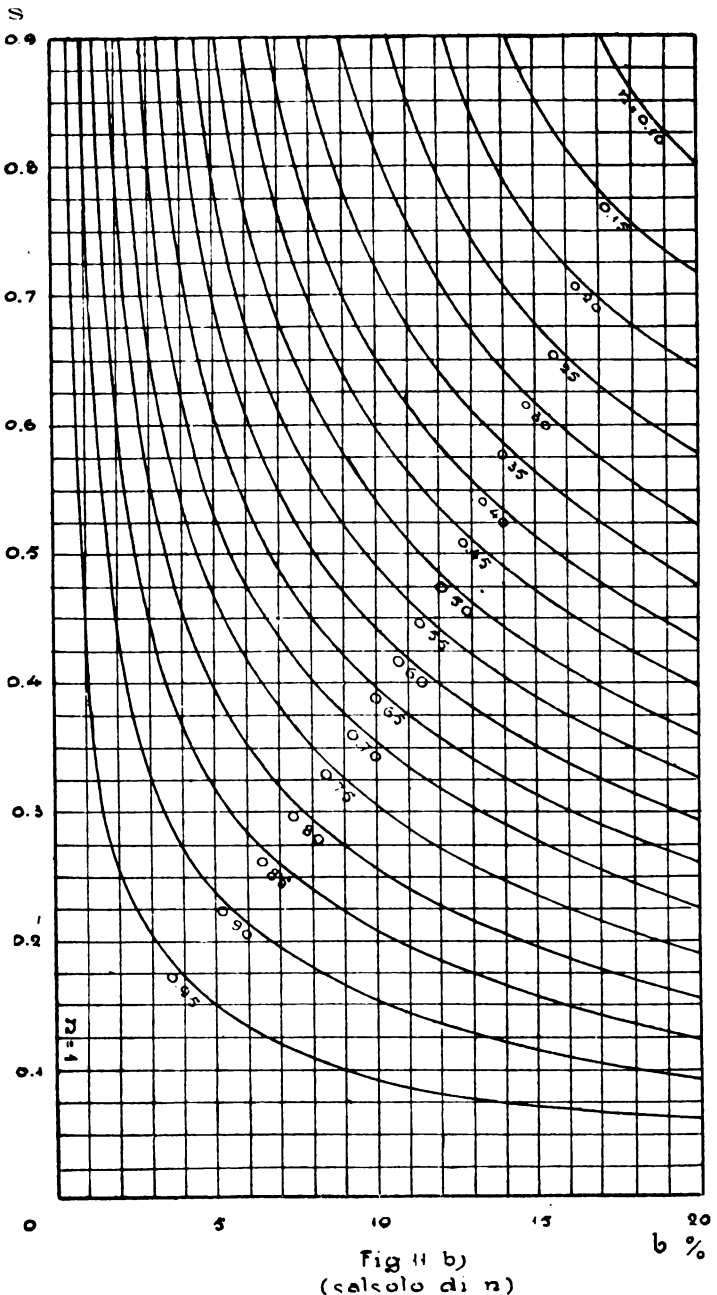
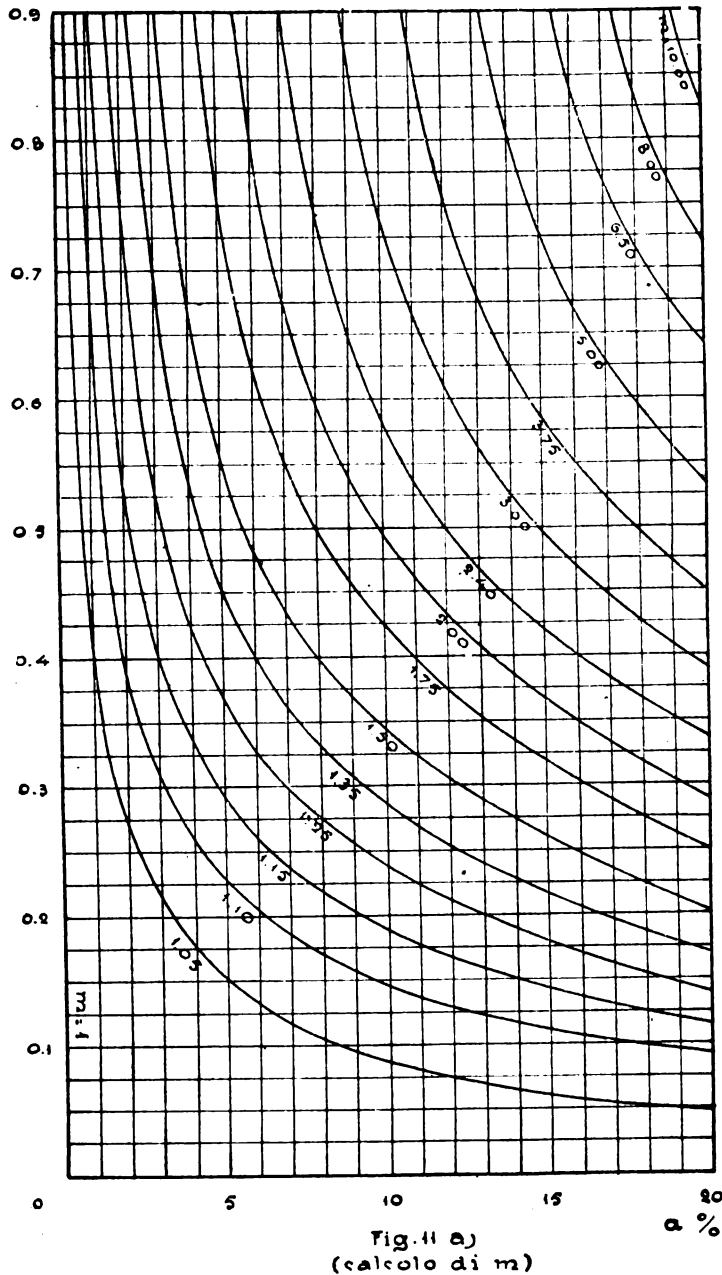
Mediante queste riesce facile procedere alla determinazione delle tensioni V_a , V_n , V_k che entrano nel problema d'economia e i calcoli possono essere semplificati dall'uso di tabelle che Cooper e Ayral aggiungono alla loro trattazione.

Se però si tien conto del fatto che le parabole anzidette presentano in prossimità dell'origine la loro maggiore curvatura distendendosi sempre più in seguito, si vede come esse disposte nel modo seguito da Cooper e Ayrat si adattino soprattutto alle curve di frequenza dei tipi di fig. 3 e di fig. 7 e non al tipo di fig. 5 che è invece il più comune. Esistono in realtà delle parabole che hanno la massima curvatura verso il punto di coordinate (1,1) ma son quelle che hanno esponenti molto alti o molto bassi, molto discosti cioè dall'unità, valori che non si verificano

quindi i valori delle diverse tensioni:

$$v = V_m \left\{ 1 + a - a(1-x)^\alpha \right\} \quad v = V_m \left\{ 1 - b + b(1-x)^\beta \right\} \quad (4)$$

Queste equazioni hanno, come quelle di Cooper e Ayrat, il pregio che in esse si possono far rientrare, variando α e β , anche i casi di curve di frequenza di piccola curvatura (saranno α e β prossimi all'unità) e quelli di curve del tipo di fig. 7 non rappresentabili con archi di senoide ($\alpha, \beta > 1$); esse si presentano, come equazioni, alquanto più complesse di quelle di Cooper, ma ciò non dà alcun inconveniente in quanto è perfettamente analogo il procedimento pratico di calcolo; presentano però, come si può vedere dai confronti istituiti nella figura 10, una maggiore esattezza nella rappresentazione delle curve di frequenza del tipo di fig. 5, e danno quindi luogo, in conseguenza della maggiore frequenza di queste ad errori mediamente minori nel calcolo d'economia.



in genere nelle curve reali. Riesce perciò preferibile ricorrere invece ancora a delle parabole d'ordine superiore ma disposte con l'origine negli estremi della curva di frequenza, asse delle ascisse verticale e rivolto verso il basso o verso l'alto rispettivamente pei due rami, asse delle ordinate orizzontale volto in un senso o nell'altro rispettivamente pei due rami, e aventi i punti di coordinate (1,1) coincidenti col punto comune ai due rami: se si indicano ora con Δv rispettivamente per ciascuno di questi le differenze fra la tensione massima e le diverse tensioni della curva di frequenza o fra queste e la tensione minima e con y le ordinate contate come s'è detto (fig. 9) e con le stesse unità precedenti sarà per i due rami

$$y = \Delta v^\lambda \quad y = \Delta v^\mu$$

$$\Delta v = y^{\frac{1}{\lambda}} = y^\alpha \quad \Delta v = y^{\frac{1}{\mu}} = y^\beta$$

dove gli esponenti van determinati caso per caso, e α, β son naturalmente diversi da quelli di Cooper e Ayrat; se ora poniamo $y = 1 - x$, cioè introduciamo delle ascisse x analoghe a quelle di Cooper e Ayrat e contate nello stesso modo (fig. 9), avremo

$$\Delta v = (1-x)^\alpha \quad \Delta v = (1-x)^\beta$$

Adottate allora le (4) è facile eseguire questo calcolo. Si può anzitutto scrivere per i due rami:

$$\left\{ v = V_m (1 + a) \right\} 1 - \frac{a}{1+a} (1-x)^\alpha \left\{ \right.$$

$$\left\{ v = V_m (1 - b) \right\} 1 + \frac{b}{1-b} (1-x)^\beta \left\{ \right.$$

sarà allora:

$$\left\{ v' = V_m' (1 + a)^a \right\} 1 - \frac{a}{1+a} (1-x)^\alpha \left\{ \right.$$

$$\left\{ v' = V_m' (1 - b)^b \right\} 1 + \frac{b}{1-b} (1-x)^\beta \left\{ \right.$$

e sviluppando in serie le potenze d dei termini contenenti la variabile x :

$$\left\{ \begin{aligned} v^d &= V_m^d (1+a)^d \left\{ 1 - \binom{d}{1} \frac{a}{1+a} (1-x)^a + \right. \\ &\quad \left. + \binom{d}{2} \left(\frac{a}{1+a} \right)^2 (1-x)^{2a} - \binom{d}{3} \left(\frac{a}{1+a} \right)^3 (1-x)^{3a} + \dots \right\} \\ v^d &= V_m^d (1-b)^d \left\{ 1 + \binom{d}{1} \frac{b}{1-b} (1-x)^b + \right. \\ &\quad \left. + \binom{d}{2} \left(\frac{b}{1-b} \right)^2 (1-x)^{2b} + \binom{d}{3} \left(\frac{b}{1-b} \right)^3 (1-x)^{3b} + \dots \right\} \end{aligned} \right.$$

Tenendo sempre separate nell'integrazione le due parti della curva di frequenza si avrà:

$$\left\{ \begin{aligned} \int v^d dx &= - \int v^d d(1-x) = - V_m^d (1+a)^d \left\{ (1-x) - \right. \\ &\quad \left. \binom{d}{1} \frac{a}{1+a} \frac{1}{x+1} (1-x)^{a+1} + \binom{d}{2} \left(\frac{a}{1+a} \right)^2 \frac{1}{2x+1} (1-x)^{2a+1} - \right. \\ &\quad \left. - \binom{d}{3} \left(\frac{a}{1+a} \right)^3 \frac{1}{3x+1} (1-x)^{3a+1} + \dots \right\} \\ \int v^d dx &= - V_m^d (1-b)^d \left\{ (1-x) + \binom{d}{1} \frac{b}{1-b} \frac{1}{\beta+1} (1-x)^{\beta+1} + \right. \\ &\quad \left. + \binom{d}{2} \left(\frac{b}{1-b} \right)^2 \frac{1}{2\beta+1} (1-x)^{2\beta+1} + \right. \\ &\quad \left. + \binom{d}{3} \left(\frac{b}{1-b} \right)^3 \frac{1}{3\beta+1} (1-x)^{3\beta+1} + \dots \right\} \end{aligned} \right.$$

e indicando allora con $(V_a^d)_s$, $(V_a^d)_i$ i valori medi di v^d rispettivamente per la parte superiore e per la inferiore:

$$\left\{ \begin{aligned} (V_a^d)_s &= \int_0^1 v^d dx = V_m^d (1+a)^d \left\{ 1 - \frac{d}{x+1} \frac{a}{1+a} + \right. \\ &\quad \left. + \frac{d(d-1)}{1.2(2x+1)} \left(\frac{a}{1+a} \right)^2 - \frac{d(d-1)(d-2)}{1.2.3(3x+1)} \left(\frac{a}{1+a} \right)^3 + \dots \right\} \\ (V_a^d)_i &= \int_0^1 v^d dx = V_m^d (1-b)^d \left\{ 1 + \frac{d}{\beta+1} \frac{b}{1-b} + \right. \\ &\quad \left. + \frac{d(d-1)}{1.2(2\beta+1)} \left(\frac{b}{1-b} \right)^2 + \frac{d(d-1)(d-2)}{1.2.3(3\beta+1)} \left(\frac{b}{1-b} \right)^3 + \dots \right\} \end{aligned} \right.$$

Si può anche scrivere:

$$(V_a^d)_s = V_m^d m \quad (V_a^d)_i = V_m^d n$$

dove m , n sono funzioni di d , dipendono cioè dal tipo di lampada in esame, e di a , α ; b , β rispettivamente; il valore di V_a risulterà infine dalla

$$V_a^d = p \cdot V_m^d m + q V_m^d n$$

cioè dalla

$$\left(\frac{V_a}{V_m} \right)^d = p m + q n$$

Il calcolo di V_a può esser reso molto rapido mediante delle tabelle, perfettamente analoghe a quelle che sono date da Cooper e Ayrat per eseguire il calcolo nelle ipotesi da essi ammesse: esse forniscono per un determinato tipo di lampada in funzione dei valori di a , α o di b , β i valori corrispondenti di m , n ; unico inconveniente di tutte queste tabelle è la relativa laboriosità delle interpolazioni trattandosi di tabelle a doppia entrata: ma perciò le tabelle stesse possono essere tramutate in grafici in cui riportando come coordinate i valori di due delle tre grandezze variabili che entrano in ogni tabella siano costruite le curve di livello relative alla terza. Sono precisamente riportati in fig. 11 dei tali grafici corrispondenti alle parabole con origini agli estremi della curva di frequenza: in essi, dato che praticamente occorre procedere alla determinazione di m , n attraverso a o b e gli esponenti α o β , si son fatte corrispondere le curve a valori costanti di m , n , assumendo come coordinate rispettivamente a , o b , e gli esponenti α , o β ⁽²⁾.

(2) In realtà in tutti i grafici non compaiono esplicitamente gli esponenti, ma in luogo di essi delle grandezze s ad essi corrispondenti e di cui si vedrà in seguito.

La determinazione di m , n mediante essi vien fatta in maniera molto rapida.

Altre tabelle possono poi usarsi per l'estrazione delle radici d .

In maniera perfettamente analoga alla precedente può farsi il calcolo di V_n e quello di V_k con che il problema d'economia è completamente risolto.

Uno svantaggio del metodo, presentato anche quando si ricorra alle parabole con origine nel punto comune ai due rami della curva di frequenza, è dovuto alla necessità di determinare ogni volta gli esponenti dei due rami. La risoluzione del problema, nota la curva di frequenza, viene infatti eseguita così: occorre scinder la curva nei suoi due rami, determinare quindi a , b , p , q ; poi ancora gli esponenti α , β ; rilevare dalle tabelle i valori di m , n per il calcolo di V_a e le analoghe grandezze per V_n , V_k indi procedere a questi calcoli; anche V può esser determinato immediatamente, eventualmente estraendo per mezzo di una tabella costruita una volta per tutta la radice d'ordine $d \cdot n$. Interessa quindi vedere come si possa procedere alla determinazione di α , β . Il sistema più esatto è quello di riportare su un piano logaritmico, con ascisse $\lg x$ o $\lg \Delta v$ secondo la rappresentazione adottata e ordinate rispettivamente $\lg \Delta v$ o $\lg y$, ciascuna delle due parti in cui si è scissa la curva di frequenza, riferita sempre alle solite unità; sostituendo le spezzate ottenute con delle rette che se ne discostino il meno possibile e che passino per l'origine degli assi coordinati, l'inclinazione di tali rette rispetto all'asse delle ascisse ci fornisce l'esponente α o β nel primo caso e λ o μ nel secondo ⁽³⁾. In maniera molto più semplice si può ricavare l'esponente dalle coordinate di un punto della spezzata che si prende in esame, intermedio fra gli estremi, e che per maggior semplicità può essere scelto, come suggeriscono Cooper e Ayrat, all'intersezione con la seconda diagonale del rettangolo circoscritto alla spezzata (fig. 12) ⁽⁴⁾: si ha allora

$$\alpha = \frac{\lg r}{\lg s} = \frac{\lg (1-s)}{\lg s}$$

Il fatto che l'esponente sia funzione solo dell'ascissa s permette di evitare il calcolo di esso volta per volta, bastando nelle tabelle o nei grafici per il calcolo di m , n riferire, come si è visto indietro, questi ai valori di tali ascisse anziché a quelli degli esponenti corrispondenti. Naturalmente con questo metodo si ha una precisione molto minore che non col precedente: la parabola che nel piano cartesiano corrisponde alla retta del piano logaritmico e che viene ad esser sostituita al ramo di curva di frequenza, è quella che si discosta il meno possibile da esso, mentre invece la parabola corrispondente all'esponente determinato col secondo metodo non ha con la curva effettiva che tre punti comuni, gli estremi e il punto d'incrocio con la diagonale, e può notevolmente discostarsene nel resto. Non è d'altra parte soddisfacente un altro criterio che si potrebbe eventualmente seguire: quello di sostituire inizialmente nel piano cartesiano alla effettiva spezzata di frequenza una curva che ne segua mediamente l'andamento e determinar l'esponente dal punto d'intersezione di questa con la diagonale. Del resto il metodo della diagonale non dà nei risultati finali errori notevolmente maggiori che il metodo dei piani logaritmici, onde può essere preferibilmente adottato.

È da notare che ricorrendo a questo metodo per la determinazione degli esponenti α e λ delle due parabole da sostituire ad uno stesso ramo di curva di frequenza ma aventi le origini nell'uno o nell'altro estremo di esso (fig. 12), i valori numerici dei due esponenti coincidono data la simmetria delle due famiglie di curve rispetto alla diagonale; tale coincidenza non porta però quella dei risultati finali data la diversa forma delle due curve.

Diversamente accade se gli esponenti vengono determinati con piani logaritmici: allora le due curve delle due famiglie che si sostituiscono allo stesso tronco di spezzata reale, essendo quelle che ne seguono il più possibile l'andamento, non si incrociano in genere sulla diagonale ed hanno quindi esponenti α e λ diversi. Nei riguardi anzi della determinazione di questi due esponenti, è da notare che in genere, operando sem-

(3) Alle rette del piano logaritmico, aventi per equazioni $\lg \Delta v = \alpha \lg x$ oppure $\lg y = \lambda \lg \Delta v$ corrispondono infatti nel piano cartesiano le parabole di equazioni $\Delta v = x^\alpha$ oppure $y = \Delta v^\lambda$ che vengono così ad esser sostituite ai rami effettivi delle curve di frequenza.

(4) In fig. 12 son considerati ambedue i tipi di parabole precedentemente esaminate.

pre coi piani logaritmici, si ha una precisione minore per le parabole con origine nel punto comune ai due rami della curva di frequenza: ciò è dovuto al fatto che in vicinanza degli estremi questa si presenta di solito più frastagliata e a lati più corti e proprio queste parti invece, come prossime ai punti che nel piano cartesiano hanno coordinate (1,1), vanno nel piano logaritmico a disporsi là dove sono più fitte le graduazioni (V.

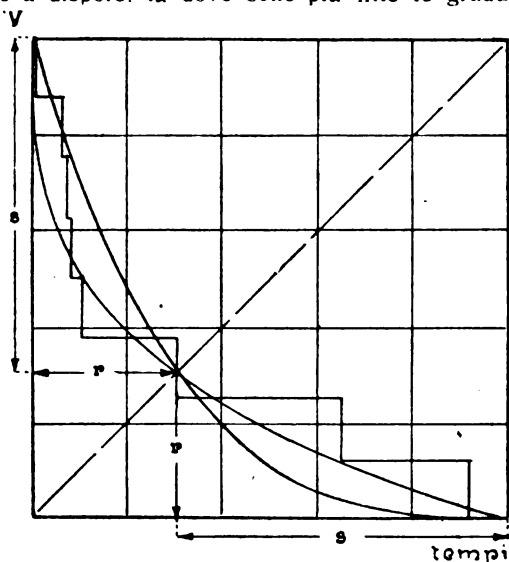


Fig. 12.

fig. 13); ne risulta una maggiore imprecisione nel riportare la spezzata e una maggiore indeterminazione, quindi maggiori errori, nel tracciamento della retta media, rispetto a quelli che si avrebbero per l'altra famiglia di parabole. Tale svantaggio però non presenta importanza pratica potendosi procedere in genere alla determinazione degli esponenti col metodo della diagonale: il confronto dei due tipi di parabole va stabilito essenzialmente in base a quanto si vide indietro.

Confronto fra i vari metodi in base alla loro precisione - Difficoltà presentate dalla risoluzione del problema d'economia - Conclusioni.

Per esaminare la precisione dei vari metodi e rendersi conto delle difficoltà che presenta in pratica il problema si son prese in esame numerose curve di frequenza costruite in base a diagrammi di tensione rilevati in tre diverse città. Il numero di diagrammi considerato, pur non essendo, come già si vide, grandissimo, permette tuttavia di giungere con completa sicurezza a delle conclusioni, dato il carattere, per così dire, negativo di queste: solo infatti nel caso contrario interesserebbe studiare un numero di casi per quanto è possibile grande, dovendosi allora per provare l'applicabilità di un metodo o la validità di certi risultati, escludere completamente o per lo meno dimostrare molto rara la presenza di casi che a quel metodo o a quei risultati si oppongono.

In ogni modo la mancanza di curve che fornissero il carico d'illuminazione corrispondente a ciascuna tensione non ha reso possibile la costruzione esatta delle curve di frequenza, quale è stata esaminata a suo tempo: si è pertanto seguito il criterio di approssimazione di considerar per ogni diagramma di tensione giornaliero solo la parte compresa fra le ore 18 e le 24, dato che è questo il periodo in cui essenzialmente ha luogo il funzionamento delle lampade, e di costruire in base a quelle porzioni di diagrammi prese integralmente le curve di frequenza da esaminare. Per rendersi conto anzi dell'influenza che può avere la variazione del carico sulle curve di frequenza e quindi sulla risoluzione del problema si son, per due diagrammi di tensione costruite delle curve di frequenza prendendo a base l'intervallo 18-24 e delle altre prendendo invece a base tutte le 24 ore: eseguiti su questi diagrammi di frequenza i calcoli precedentemente esposti (si sono anzi applicati tutti i diversi metodi per fare anche il confronto fra questi) si è arrivati nei due casi a risultati notevolmente diversi, ottenendosi per la tensione V rispettivamente 132,6 e 129,4 volt per le curve di frequenza complete e 134,5 e 126,7 volt per le curve di frequenza relative al solo intervallo fra le ore 18 e le 24.

Per quanto riguarda il fatto che nel secondo caso una delle tensioni è aumentata a 134,5 volt, mentre era prima di 132,6 volt, fatto che si presenta in contrasto con quello che normalmente dovrebbe accadere passando dalla curva di frequenza completa ad una che se non proprio coincide con l'esatta per lo meno maggiormente le si avvicina⁽⁵⁾, esso dev'essere stato determinato da variazioni di tensione prodotte da cause essenzialmente estranee al carico d'illuminazione. Fra i due casi si presentano poi variazioni nei valori di V rispettivamente dell'1,3% e del 2,1%, che danno luogo a variazioni del 19% e del 32% nella vita della lampada, e ad aumenti corrispondenti, per quanto non così forti, nel costo della luce prodotta. Ora in realtà le condizioni in cui nei due casi ci si è posti sono delle condizioni estreme in quanto il carico non avrà in pratica valore completamente nullo dalle ore 0 alle 18 e costantemente massimo dalle 18 alle 24, ma avrà una legge di variazione più graduale, per cui tenendo conto di esso si arriverà ad una curva di frequenza meno discosta da quella completa di quello che non sia la curva relativa al periodo 18-24; i valori ottenuti rappresentano perciò più che altro dei limiti e saran certo minori le differenze ottenute considerando il diagramma di frequenza esatto e quello completo e ancora minori quelle relative al caso di diagramma esatto e diagramma esteso al periodo 18-24, ciò che ha particolare interesse per noi; però esse fan vedere che specie se le variazioni di tensione siano rilevanti è opportuno se non indispensabile tener conto delle variazioni del carico, ciò che costituisce una delle principali difficoltà del problema in esame.

Il calcolo della tensione V è stato fatto per tutte le curve di frequenza in base alla $V = V_a$ perchè date le variazioni relativamente piccole della tensione non presenta importanza l'influenza della variazione di potenza assorbita. Per tutti i diagrammi V_a si è determinato adottando la rappresentazione di Cooper e Ayral con parabole d'ordine superiore ed eseguendo il calcolo degli esponenti col metodo della diagonale. Per la metà circa delle curve di frequenza, scegliendo le più caratteristiche per ciascuno dei tipi che già si videro, si è poi fatto il

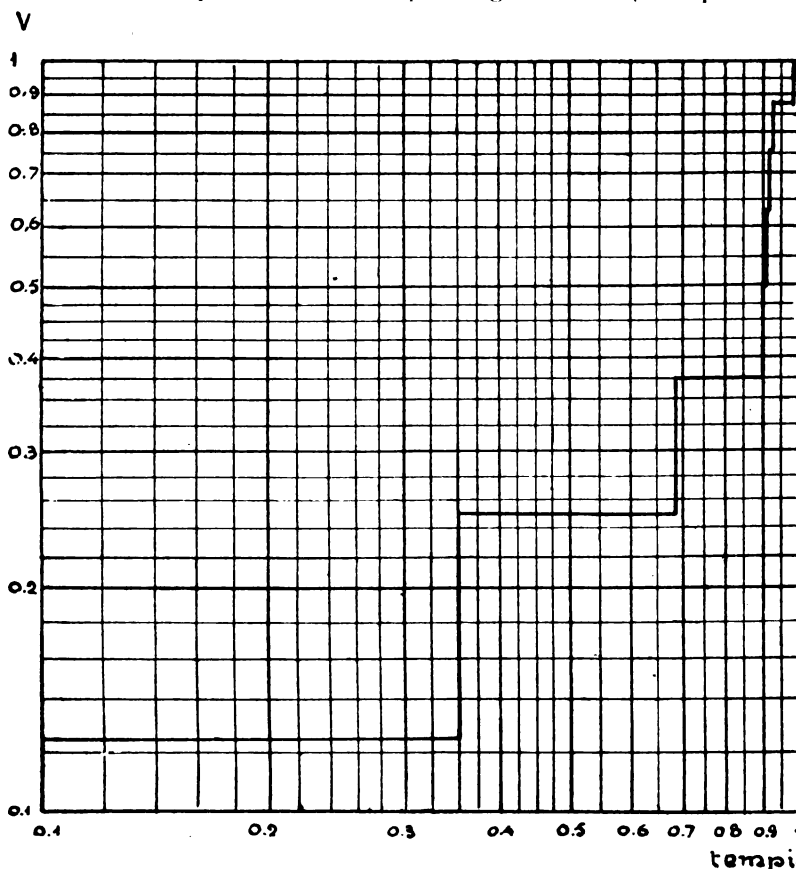


Fig. 13.

calcolo oltre che col metodo precedente anche con quello della G. E. C., e poi con quello delle parabole aventi le origini agli estremi della curva di frequenza eseguendo la determinazione degli esponenti mediante i piani logaritmici; infine per alcune di queste curve si è ancora applicato il metodo di Cooper e Ayral calcolando gli esponenti coi piani logaritmici; i risultati

⁽⁵⁾ Si vide già come l'influenza del carico sia quella di abbassare la tensione V .

ottenuti con questi metodi si sono poi confrontati con quelli esatti determinati elevando alla potenza d le ordinate dei vari diagrammi di frequenza, eseguendo la media ed estraendo la radice.

Orbene nei riguardi della precisione raggiunta coi vari metodi, se si prendono a base del confronto gli errori che rispetto ai valori esatti si hanno nei valori delle potenze d e delle tensioni V , potenze da cui dipende la vita della lampada ed essenzialmente, data l'importanza dell'esponente d rispetto agli altri, il costo della luce, si giunge ai seguenti risultati. Mediante la rappresentazione con archi di sinusoide si hanno mediamente errori non troppo elevati quando le variazioni di tensione non siano rilevanti: così si è avuto un errore medio del 3,12 % per i diagrammi rilevati in due delle predette città, che presentano variazioni di tensione relativamente limitate, ammontanti in genere intorno al 2-3 % in più e altrettanto in meno della tensione media e solo in poche curve alquanto maggiori, (non mai però superiori al 5,37% in più e altrettanto in meno); nei diagrammi della terza città, con variazioni percentuali alquanto maggiori (si arriva fino all'8,64% in più e al 13,7% in meno rispetto alla tensione media) si è avuto un errore medio di 4,58%. In complesso perciò come ordine di grandezza gli scostamenti medi fra i valori di V^d ottenuti con curve sinusoidali e i valori esatti non sono molto forti.

Ma se ciò si verifica per gli errori medi, gli errori nelle singole curve possono salire notevolmente al di sopra di quei valori specie quando s'han notevoli le variazioni di tensione (si ha 9,4 % nel diagramma che presenta variazioni dell'8,64 % in più e 13,17% in meno) o, anche per variazioni limitate di tensione, quando la forma della curva sia tale da non dar luogo al compenso, di cui già si disse nell'esposizione del metodo: così nel diagramma già riportato in fig. 8 nonostante la variazione complessiva di tensione sia solo l'8,5% della tensione media l'errore nel valore di V^d sale al 17,5%; naturalmente le cose si peggiorano quando insieme ad una tale forma si presentino anche notevoli variazioni di tensione. In complesso si vede dunque che non è accettabile in generale l'uso della rappresentazione delle curve di frequenza con archi di sinusoide.

Il metodo di Cooper e Ayral con esponenti calcolati mediante la diagonale dà luogo per piccole variazioni di tensione ad errori limitati a qualche %, che crescono però col crescere delle variazioni di tensione: gli errori medi sono dell'1,56 % nelle prime due serie di diagrammi e dell'1,7 % nella terza; gli errori nei singoli diagrammi non salgono che a 2,5 ÷ 3 % in tutti i casi. Risultati prossimi a questi si hanno anche per il metodo Cooper e Ayral applicato determinando gli esponenti coi piani logaritmici. Una approssimazione alquanto maggiore si ottiene invece con la rappresentazione mediante parabole aventi le origini agli estremi della curva di frequenza: applicando questo metodo e determinando gli esponenti coi piani logaritmici si sono avuti errori medi del 0,82 % e dell'1,12 % rispettivamente ed errori di non oltre il 2,5 % nei singoli diagrammi.

In complesso tutti e tre questi metodi danno buoni risultati; anche se questi errori salgono alquanto coll'aumentar delle variazioni di tensione essi si mantengono in genere perfettamente accettabili: del resto in uno dei diagrammi visti si ha già una variazione complessiva del 21,7% della tensione media e tuttavia gli errori sono limitati rispettivamente a 2,4%, 2,4%, 1,2% per i tre metodi.

Nei riguardi della complessità dei vari metodi gli ultimi due si equivalgono ma son notevolmente più complessi dei metodi corrispondenti in cui si esegua la determinazione degli esponenti per mezzo delle diagonali. Fra tutti questi metodi che usano delle parabole d'ordine superiore, tenuto conto della precisione e della laboriosità insieme è preferibile quindi quello in cui adottando le parabole con le origini agli estremi della curva di frequenza si determinano gli esponenti per mezzo delle diagonali.

Comunque però tutti questi metodi sono più laboriosi di quello che fa uso degli archi di sinusoide. La ragione è inerente non tanto ai vari metodi quanto alla natura del problema: essa sta essenzialmente nella necessità di determinare l'esponente di ognuno dei due rami della curva di frequenza, determinazione che da una parte è appunto quella che permette di raggiungere una maggiore precisione, dato che l'esponente variabile da caso a caso permette ogni volta di adattarsi il meglio possibile alla forma delle curve reali, ma d'altra parte dà luogo alla maggiore laboriosità del metodo sia per la determinazione dell'esponente (o dell'ascissa s) in sé stessa, sia per le ulte-

riori complicazioni che porta nei successivi calcoli la presenza di un altro elemento variabile. Una semplificazione notevole si avrebbe pertanto qualora anziché lasciar variabile l'esponente da caso a caso lo si fissasse dandogli un valor medio fra quelli con cui praticamente si ha a che fare: ma un sem-esaminato fa vedere come un tale modo di procedere sia impossibile per la grande variazione che in essi si riscontra e che darebbe luogo a grandi differenze fra i valori esatti e il valore medio adottato. (Gli esponenti α calcolati per mezzo della diagonale variano fra 0.12 e 7.15; uno di essi sale poi addirittura a 13.20. Nè si verifica che l'esponente vari con una legge dipendente dalle grandezze a , b , p , q ciò che avrebbe permesso per altra via di semplificare il problema riducendo il numero delle grandezze variabili; l'inesistenza di ogni legame, che si è verificata per le curve esaminate, poteva del resto prevedersi a priori essendo la forma di esse indipendente dalle variazioni percentuali di tensione e dalla durata dei vari tronchi. In complesso si riscontra ancora qui l'impossibilità, già vista esponendo il metodo della G. E. C., di costringere entro un tipo determinato un fenomeno che dipendendo da tante condizioni particolari assume caratteri diversi da caso a caso; e pertanto la variabilità della forma della curva di frequenza viene a costituire un'altra delle più gravi difficoltà del problema.

Ed altre ne sorgono dall'influenza delle variazioni di tensione, sia giornaliera sia relative ai vari giorni. Per le prime infatti i calcoli han portato al risultato che anche variazioni relativamente piccole possono portare notevoli scarti nella vita delle lampade e nel costo della luce: così per le curve di frequenza dei primi due gruppi, nonostante le variazioni percentuali di tensione rispetto alla tensione media siano, come s'è visto, molto lievi, tuttavia si hanno fra i valori di V^d e della potenza d della tensione media, potenze da cui come si disse dipendono principalmente vita delle lampade e costo della luce, differenze che arrivano fino a 15,9 % e a 35,9 % per diagrammi di forme alquanto particolari (i diagrammi riportati in fig. 7, fig. 8); e si arriva fino al 29 % e al 43 % nei diagrammi del terzo gruppo in cui maggiori son le variazioni di tensione. Tali differenze, che dipendono sia dall'entità delle variazioni sia dalla forma delle curve, e non possono quindi esser messe in relazione con la sola entità delle variazioni, rendono pertanto necessaria la determinazione completa delle curve di frequenza giornaliere in tutti i loro elementi, valori delle variazioni e forma, cioè durata delle varie tensioni; nè si può, a meno che non si sia in presenza di variazioni di tensione assolutamente insignificanti, considerare sostituibile alla tensione variabile una tensione in approssimazione eguale alla media.

E notevole è l'importanza delle variazioni nei vari giorni della tensione media e della tensione V . Per i primi due gruppi di diagrammi di frequenza le tensioni nominali di distribuzione sono 120 V e 110 V rispettivamente e naturalmente per tali tensioni sono calcolate le lampade da adoperare: orbene i rapporti fra le tensioni V dei diagrammi di frequenza esaminati e rispettivamente le due tensioni suddette sono tutti diversi dall'unità, nè con quelle due tensioni coincidono le due medie d'ordine d delle varie tensioni V , cioè le tensioni equivalenti ai diagrammi di frequenza complessivi costruiti come risultanti di tutti quelli giornalieri. E le differenze fra le tensioni V e i 110 o 120 volt variano notevolmente nei vari giorni potendosi avere scarti a volte minimi, a volte fino a valori del 4 ÷ 5 % ed anche del 6 ÷ 9 %, che provocano nei valori delle potenze d'esponente d differenze che, a volte minime, salgono altre volte fino al 90 % in più e al 70 % in meno. Queste variazioni relative ai vari giorni, che si completano poi con quelle dipendenti dal succedersi delle stagioni, rendono in tal modo necessario estendere a un tempo notevolmente lungo il rilievo dei diagrammi di tensione per la costruzione delle curve di frequenza.

Pertanto influenza del carico, variazioni di forma nella curva di frequenza, influenza delle variazioni di tensione che hanno luogo giornalmente, nei vari giorni, e nelle varie stagioni, influenza che assumendo già importanza tutt'altro che trascurabile per piccole variazioni di tensione diventa necessariamente notevolissima là dove, come accade in città industriali con reti di distribuzione miste, si abbiano grandi variazioni di carico e quindi di tensione, aumentano oltremodo le difficoltà e la laboriosità di uno studio d'economia, per la necessità di eseguire caso per caso e di estendere a un tempo molto lungo rilievi di carico e di tensione, rilievi da eseguirsi per di più con strumenti registratori sempre costosi e poco diffusi. A ciò un'altra

difficoltà ancora si aggiunge per le variazioni di tensione che in una stessa città si hanno da punto a punto, che rendono necessario o moltiplicare il numero dei diagrammi rilevandone parecchi in diversi punti qualora le variazioni da luogo a luogo non siano troppo forti e le lampade da adoperare nella città si vogliano calcolare tutte per una stessa tensione; o effettuare più calcoli d'economia, ciascuno relativo a ciascuna zona quando le variazioni siano troppo notevoli, a meno di non seguire il criterio di far variare da luogo a luogo in maniera esclusivamente empirica e approssimata la tensione per cui devono essere scelte le lampade.

E dopo tutto ciò l'importanza di uno studio d'economia viene per di più ad esser menomata per le variazioni continue delle disposizioni delle reti di distribuzione: il continuo modificarsi ed evolversi delle esigenze, che rende necessaria una continua modificazione nell'allacciamento dei vari tronchi delle reti di distribuzione, un continuo aumento di numero e d'estensione nel sistema dei centri d'alimentazione, provoca una variazione continua nel tempo e nei vari luoghi della curva di frequenza e della tensione per cui devono essere scelte le lampade.

In complesso dunque la variabilità di tutte le condizioni locali da cui dipende la questione d'economia rende in generale insostenibile e di discutibile utilità ogni studio d'economia. Nè per contro è possibile con le lampade ad incandescenza accettare passivamente gli effetti delle variazioni di tensione essendo questi troppo forti per la rapidità della variazione degli elementi caratteristici al variar della tensione: la cosa potrebbe ammettersi per delle lampade che, avendo delle curve caratteristiche molto meno ripide, risultassero pertanto adatte alle grandi variazioni di tensione. Ma tali lampade non possono ricercarsi fra le lampade a incandescenza a qualunque tipo appartenenti dato che per esse quella rapidità è inevitabile come naturale conseguenza della rapida variazione dell'irradiazione integrale al variar della temperatura; e d'altra parte non sembra oggi che le lampade a incandescenza si avviino a cedere il posto ad altri tipi di lampade nella tecnica ordinaria dell'illuminazione.

In tali condizioni ciò che si può unicamente richiedere è che si provveda in tutti i modi possibili a ridurre al minimo le variazioni di tensione ricorrendo dove altro non si possa fare a dei regolatori di tensione. Perchè le condizioni di funzionamento delle lampade non si scostino troppo dalle condizioni di massima economia si può richiedere che gli scarti fra i valori che giornalmente assume la potenza V^4 e il valore della potenza d'esponente d della tensione normale delle lampade adoperate si limitino, come ordine di grandezza, intorno al 5%; ciò si può raggiungere quando si mantenga nei vari giorni la tensione media prossimamente eguale a quella tensione normale e si verifichino intorno ad essa delle oscillazioni, aventi un ordine di grandezza che non superi in genere complessivamente il 4-5% della tensione stessa. In tali ipotesi non si manifesta infatti nel costo unitario della luce che un aumento perfettamente accettabile di circa 4% rispetto al costo minimo relativo alla tensione normale.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

| | |
|--|----------|
| L' ELETTRICITÀ — Ogni annata | L. 60, — |
| più per postali | 9, — |
| Abbonamento (nel Regno) | 60, — |
| (estero) | 70, — |
| Un numero separato (nel Regno) | 2,50 |
| (estero) | 3, — |
| più per postali | 1, — |
| STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA: | |
| Vol. I. - II° Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Provincie redente | 20, — |
| più per postali | 2, — |
| Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia | 20, — |
| più per postali | 3, — |
| Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione). | |
| L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - suo avvenire (broch.) | 2,50 |
| più per postali | 0,80 |
| CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia | 1, — |
| più per postali | 0,50 |
| NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici | 3, — |
| più per postali | 1, — |
| NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche | 4, — |
| più per postali | 1, — |

LA REGOLAZIONE AUTOMATICA DELLE PICCOLE CENTRALI ELETTRICHE COL REGOLATORE RAPIDO SISTEMA "MES,"

G. PICKER



Comunicazione alla XXIX Riunione Annuale dell'A. E. I.
Spezia - Settembre 1924

1) *Generalità.* — La regolazione sia a mano, sia automatica della tensione delle centrali elettriche è generalmente ottenuta per mezzo della variazione dell'eccitazione delle macchine generatrici di energia elettrica. Questa variazione viene prodotta essa pure, per mezzo della regolazione del reostato d'eccitazione in serie del circuito d'eccitazione dell'induttore.

I reostati d'eccitazione di costruzione corrente si prestano facilmente ad una regolazione, ma assai difficilmente si adattano ad un comando automatico, poichè essi offrono delle forti resistenze d'attrito meccanico al loro spostamento e la loro inerzia si oppone a dei movimenti bruschi. Il primo di questi due inconvenienti influenza in senso sfavorevole la sensibilità ed il secondo la rapidità della regolazione. La disposizione comune dei reostati di campo comprendenti dei contatti a spazzola a sfregamento presenta inoltre l'inconveniente di un'usura troppo rapida in caso di frequenti spostamenti.

La necessità della regolazione automatica della tensione ha dato vita a un certo numero di tipi di regolatori automatici più o meno bene riusciti che con mezzi diversi cercano di realizzare la soluzione del problema. Queste costruzioni si distinguono fra di loro sia per la disposizione costruttiva del sistema dei contatti, sia per il principio del comando automatico in dipendenza della tensione da regolare.

La regolazione automatica della tensione è oggi già molto diffusa. E maggiormente in impianti potenti dove le spese — spesso rilevanti dell'apparecchiatura di regolazione automatica — non sono sproporzionate al prezzo del macchinario, ed ai vantaggi che l'automatismo rappresenta per la regolarità ed il rendimento economico dell'esercizio.

Più le macchine da regolare diminuiscono di potenza, più l'automatismo diventa oneroso relativamente al prezzo del macchinario, quindi meno si applica.

Questa circostanza — economicamente molto logica — tecnicamente però corrisponde a condizioni precisamente opposte a quelle desiderate. Infatti, quanto più piccolo è un gruppo elettrogeno, tanto più la tensione risente delle variazioni del carico e del numero dei giri quindi si fa più sentita la necessità di una regolazione automatica e, dal punto di vista economico, più gravano le spese del personale di sorveglianza sulle spese totali dell'esercizio.

I tipi di regolatori oggi in commercio — a causa del loro prezzo relativamente elevato, conseguenza della loro costruzione complicata — sono generalmente inaccessibili alla portata economica degli impianti a piccola e media potenza. Per tali impianti, bisogna constatare, che è mancato sinora un tipo di regolatore automatico il quale unisse ad un prezzo conveniente una costruzione semplice ed un funzionamento perfetto.

I tipi di regolatori qui descritti (dovuti alla Società «Mes» di Budapest) sembrano realizzare il vantaggio di una grande precisione e rapidità di regolazione, pure riuscendo la loro spesa di impianto di un ordine di grandezza proporzionato all'entità economica anche se delle più modeste dell'impianto stesso da regolare.

2) *Descrizione e funzionamento.* — Il nuovo tipo di regolatore ottiene la costanza della tensione colla variazione dell'eccitazione per mezzo della messa in corto circuito intermittente e periodica d'una resistenza ohmica di valore fisso inserita nel circuito di eccitazione e per mezzo della variazione della durata rispettivamente e in senso inverso del tempo d'inserimento e di corto circuito della resistenza suddetta. Esso però si distingue dagli altri regolatori del genere, lavorando anche sul ben noto principio del Tirril, nel modo di comando dei contatti regolatori che qui si fa meccanicamente e generalmente dall'albero stesso della macchina o per mezzo di qualsiasi altro motore o albero di cui la velocità di rotazione può essere costante o variabile; un'altra distinzione è l'accoppia-

mento flessibile del contatto regolatore col sistema voltmetrico dell'apparecchio costituito da un elettromagnete eccitato da una corrente proporzionata alla tensione da regolare.

a) *Tipo per corrente continua.* — La figura 1 rappresenta lo schema del principio di regolazione realizzato dal re-

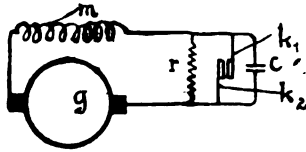


Fig. 1. — Schema di principio del regolatore automatico per corrente continua.

golatore a corrente continua. In esso g rappresenta l'indotto, m l'induttore della macchina; r è la resistenza fissa, k_1 e k_2 i contatti regolatori, e c un condensatore per evitare le scintille di rottura.

Se le durate di corto circuitazione e di inserimento della resistenza r sono date da a e b rispettivamente, la fig. 2 mostrerà in quale rapporto la variazione del quoziente $a:b$ influenzerà la corrente pulsante d'eccitazione i_1 e i_2 .

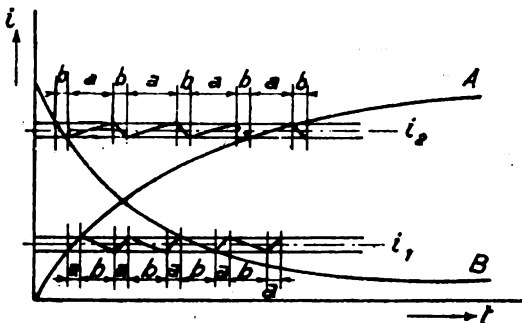


Fig. 2. — Pulsazioni delle correnti d'eccitazione i_1 e i_2 e corrispondenti variazioni del rapporto dei periodi di apertura a e di chiusura b della resistenza d'eccitazione r .

Le linee A e B rappresentano la corrente d'eccitazione in funzione del tempo di messa in corto circuito del reostato r e rispettivamente della sua inclusione nel circuito.

Si osserverà che la corrente d'eccitazione si accresce in una certa proporzione col rapporto $a:b$. Il valore apparente del reostato di campo, di valore totale r , in funzione a questa periodicità è quindi $r \frac{a}{a+b}$.

La fig. 3 mostra come il principio esposto viene costruttivamente realizzato. Il contatto k_2 riceve per mezzo di un ec-

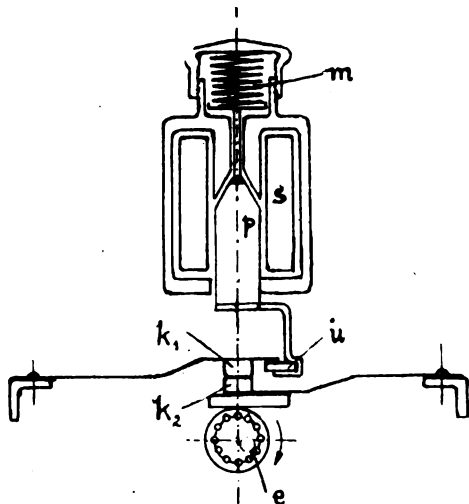


Fig. 3. — Meccanismo del regolatore elettromeccanico.

centrico su sfere e un movimento oscillatorio di ampiezza costante; il contatto k_1 viene avvicinato o allontanato dal contatto oscillante per mezzo del gancio isolante « u » collegato al nucleo « p » sottoposto all'azione elettromagnetica della bobina « s » derivata sulla tensione da regolare. Il contatto « k_1 » s'appoggia dunque sia sul contatto oscillante k_2 , che

sopra il gancio « u », cioè esso fa il corto circuito sulla resistenza « r » derivata tra i due contatti, oppure sopprime questo corto circuito. La variazione massima è compresa tra le due posizioni limiti di contatto permanente tra k_1 e k_2 e di apertura permanente corrispondenti ai valori limiti della resistenza apparente di regolazione uguale a zero e al suo valore massimo r .

Questa variazione viene ottenuta con una corsa estremamente piccola del nucleo p che è uguale a due volte l'eccentricità dell'eccentrico e , e con una resistenza di sfregamen-

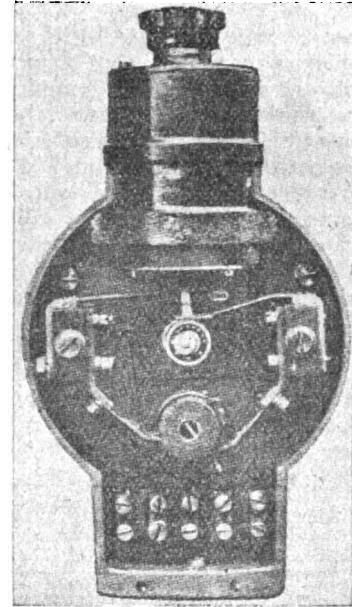


Fig. 4. — Regolatore elettromeccanico per corrente continua aperto.

to praticamente nulla, poichè il contatto avviene per semplice pressione; conseguentemente ogni usura ai contatti rimane ridotta al minimo. L'organo meccanico che con la sua azione si contrappone alla forza elettromeccanica dell'elettromagnete del regolatore è la molla m , la quale, con la sua caratteristica scelta in corrispondenza con la curva caratteristica dell'elettromagnete, determina la posizione d'equilibrio del nucleo regolatore u ad ogni variazione delle condizioni dell'esercizio.

In realtà il numero delle paia di contatti cortocircuitatori



Fig. 5. — Regolatore elettromeccanico per corrente continua chiuso.

è di due, (come lo dimostra la figura 6), sfasati sull'asse a 180 gradi, onde ugualizzare le piccole pulsazioni a, b, a, b , della fig. 2, che non si risentono alla tensione della macchina anche per causa della forte attenuazione nell'avvolgimento induttore della macchina stessa.

La rapidità della regolazione è assai grande, poichè piccolissime masse sono messe in movimento su di un corto cam-

mino, e la sua sensibilità è elevatissima a causa dell'assenza quasi assoluta di attriti.

Non possedendo esso alcun ammortizzatore né a liquido né magnetico od altra complicazione del genere, esso realizza nella sua esecuzione secondo il disegno schematico della fig. 3 e nella forma che mostrano le figg. 4 e 5 una regolazione approssimata all'1 o al massimo all'1,5 per cento con un'assenza quasi assoluta di oscillazioni o di altre irregolarità.

L'usura è talmente piccola che la sostituzione dei contatti regolatori s'impone solo a periodi lunghissimi che giungono sino a parecchi anni, in dipendenza delle condizioni di lavoro dell'apparecchio.

b) *Tipo per corrente alternata.* — Il regolatore descritto è ugualmente impiegato per alternatori di piccola potenza ove s'impone un regolatore di costruzione semplice o robusta. Tali alternatori sono costruiti generalmente 4,6 od 8 poli, quindi con un flusso relativamente debole, che con sufficiente rapidità segue le variazioni della corrente di eccitazione. E' quindi possibile ottenere una ottima regolazione e senza pericolo di pendolazioni con un regolatore semplice, anche se privo di un dispositivo di compensazione, purché esso sia sufficientemente sensibile, rapido e statico.

Il regolatore per alternatori poco differisce da quello per dinamo. I contatti cortocircuitatori sono pure inseriti sul reostato di campo dell'eccitatrice, mentre la bobina dell'elettromagnete a corrente alternata viene influenzata dalla tensione dell'alternatore da regolarsi o direttamente oppure, oltre 110 V, attraverso un piccolo trasformatore riduttore (vedere fig. 6). Questi regolatori si impiegano su alternatori fino a circa 100 =

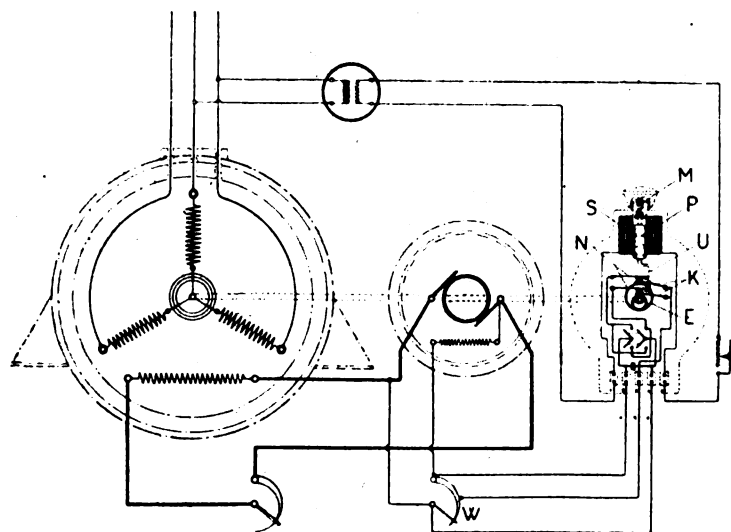


Fig. 6. — Schema completo d'inserimento di un regolatore «MES» elettromeccanico su un alternatore con eccitatrice accoppiata.

= 130 kVA, ed in certi casi anche oltre ⁽¹⁾. Il numero normale di giri di questo tipo per corrente alternata è di circa 300=350 al minuto.

Il funzionamento dei regolatori descritti è tale, da rendere possibile l'autostabilirsi della tensione durante l'avviamento da fermo del gruppo elettrogeno, senza dover agire sul reostato di campo.

La figura 7 rappresenta graficamente i risultati di prova ottenuti su di un regolatore tipo a corrente continua al Laboratorio di Elettrotecnica del Politecnico di Milano. Queste curve sono state prelevate su una dinamo in derivazione di 110 volt, 15 kW e dimostrano chiaramente l'azione efficace del regolatore sul comportamento in esercizio della dinamo che è stata fatta funzionare alla tensione normale di 110 V e a quella di 80 V corrispondente quest'ultima ad uno stato non saturo della macchina.

Le curve 1 e 3 dimostrano l'andamento della tensione in funzione del carico a reostato di campo invariato a regolatore automatico staccato. In queste condizioni, partendo dalla tensione a vuoto di 110 volt, già a 8,5 kW di carico, si registrava una caduta di tensione di 13 volt (12%), e partendo invece da 80 volt a vuoto, la stessa dinamo, volendo caricarla, si diseccitava rapidamente senza prestarsi ad alcun servizio. Inoltre,

⁽¹⁾ Per alternatori di grande potenza la stessa Casa costruisce un regolatore rapido del tipo a vibrazione compensato, la cui descrizione esorbita dai limiti di questa nota.

togliendo di colpo i carichi rispettivamente di 8,5 e 7,7 kW si registravano sopraelevazioni istantanee della tensione nel primo caso di 9 volt = AB (cca. il 9 %) e nel secondo caso di CD = 20 volt (cca. il 25 %) sempre a regolatore automatico escluso.

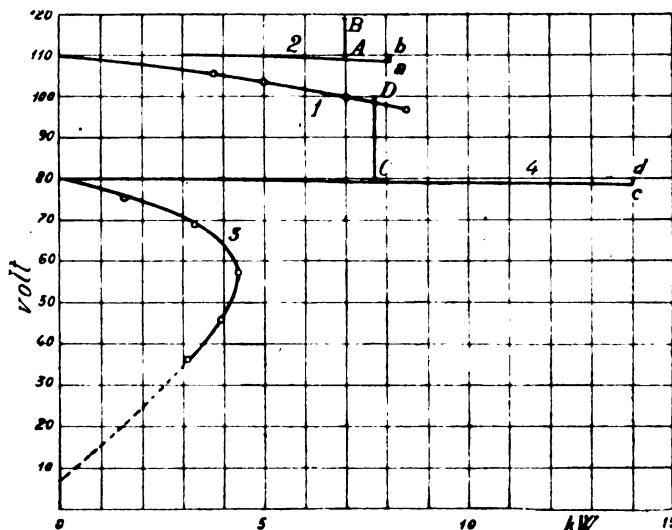


Fig. 7. — Curve di regolazione di una dinamo, prelevate senza e con regolatore automatico al Laboratorio di Elettrotecnica del R. Politecnico di Milano.

1 e 3 = cadute di tensione a reostati invariati senza regolatore.

2 e 4 = cadute di tensione con regolatore automatico.

AB e CD = sopraelevazioni di tensione staccando il carico senza regolatore.

ab e cd = sopraelevazioni di tensione staccando il carico col regolatore.

Dopo l'applicazione del regolatore, la tensione di 110 V, è rimasta praticamente costante per tutta la durata della prova con un carico massimo di 8,1 kW con solamente una piccola caduta di $a b = 1$ volt, scarto però necessario per avere l'impulso d'azionamento al regolatore. Maggiore ancora è l'efficacia del regolatore nella prova ad 80 volt; nella quale si è giunti ad un carico di 14 kW con una caduta di soli 1,5 volt.

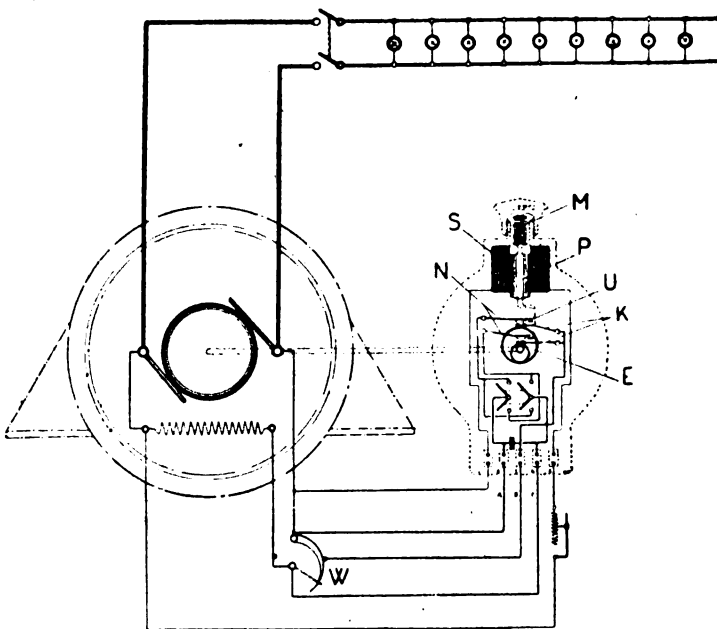


Fig. 8. — Schema completo d'applicazione del regolatore ad una dinamo fino a 220 Volt e circa 5 amp. nel campo.

Secondo le osservazioni fatte durante le prove di distacco del carico con regolatore, le tensioni si portavano a regime entro il breve tempo di cca 1 a 2 secondi e con minime oscillazioni.

3). *Campo d'azione.* — Come sopra spiegato (ved. fig. 2), la regolazione automatica mediante il regolatore descritto rimane invariabilmente perfetta, anche se le oscillazioni della tensione non derivano solo dalle variazioni del carico, ma se esse sono

originare da variazioni del numero di giri della dinamo. Molte sono le dinamo azionate da piccole turbine idrauliche senza regolatore di velocità, oppure da locomobili od altre macchine

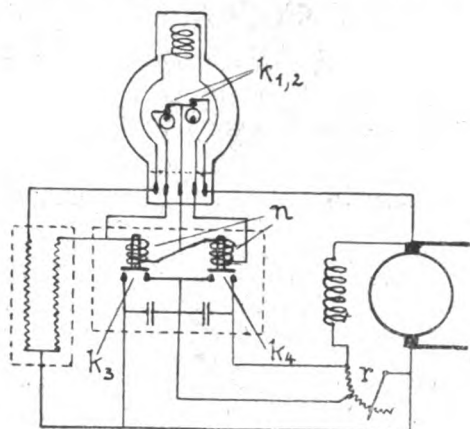


Fig. 9. — Regolatore elettromeccanico con relais per potenze e tensioni maggiori:

n = relais intermediari coi contatti k_3 e k_4

motrici a regolatore di velocità poco sensibile dove, in mancanza di un tipo economico di regolatore automatico di tensione, l'esercizio è tutt'altro che regolare, e si lamentano bru-

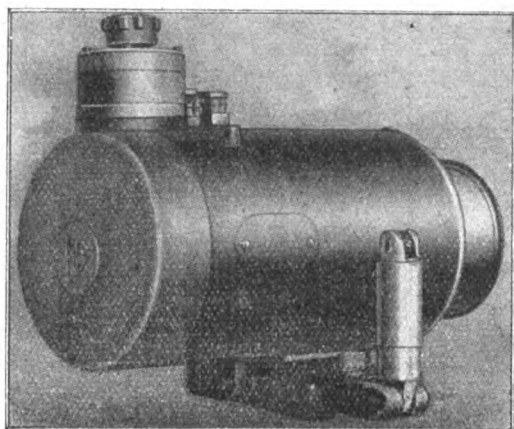


Fig. 10. — Dinamo d'automobile formante corpo unico col regolatore.

ciature di lampadine, fermate di motori, oppure un troppo sovente fondere delle valvole di quest'ultimi e corrispondente discontinuità di esercizio.

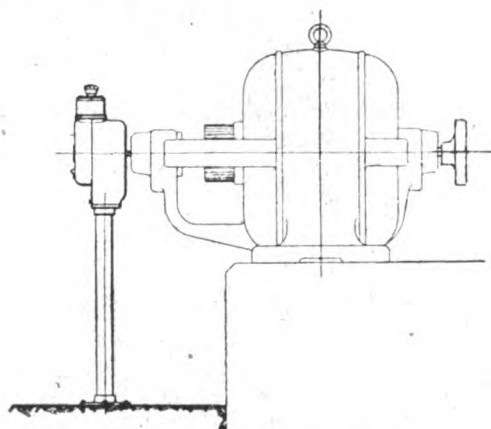


Fig. 11. — Montaggio del regolatore a zoccolo ad accoppiamento diretto con una dinamo senza slitte.

La regolarità della tensione interessa in modo particolare le fabbriche di lampadine elettriche, che in un buon regolatore possono trovare un prezioso alleato onde evitare frequenti contestazioni coi loro clienti. Come mantenere le garanzie di durata, se le lampadine continuamente sono sottoposte a sbalzi e a sopra elevazioni della tensione che spesso raggiungono il 20% della tensione nominale ed in casi estremi anche più?

L'importanza di avere una tensione costante interessa oltre che i venditori anche gli utenti dal punto di vista economico dello sfruttamento luminoso delle lampade elettriche, come risulta dalla pubblicazione dell'Ing. L. Pellò nel n. 6 dell'*Elettricista* di Roma.

Ritorniamo allo studio della parte economica di questa questione all'ultima parte della presente memoria.

Il regolatore descritto nella sua sopra descritta disposizione semplice (fig. 1, oppure schema completo, fig. 8) s'impiega per tensioni continue sino a 300 volt e per correnti d'eccitazione fino a cca. 5 amp.

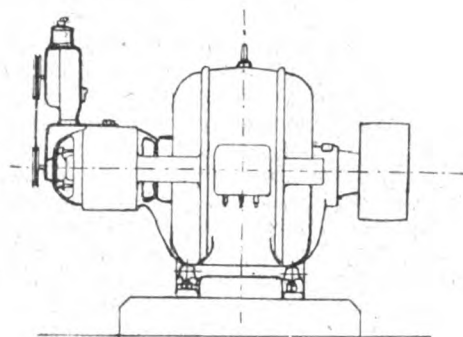


Fig. 12. — Montaggio del regolatore a mensola ad accoppiamento mediante cinghia all'eccitatrice di un alternatore.

Al di là di questa tensione e per intensità maggiori, i contatti k_1 e k_2 dell'apparecchio non influenzano più il campo da regolare direttamente, ma mediante dei relais intermediari m i di cui contatti k_3 e k_4 sono, per maggiori tensioni messi in serie, e per maggiori correnti in parallelo. Il numero e la combinazione di questi relais intermediari si determina adeguatamente alla tensione od alla corrente da reggere. Questo dispositivo amplifica grandemente il campo d'applicazione del regolatore per dinamo di qualsiasi potenza, a condizioni di lavoro molto favorevoli con una precisione ed una rapidità di regolazione più che soddisfacente. La velocità del comando

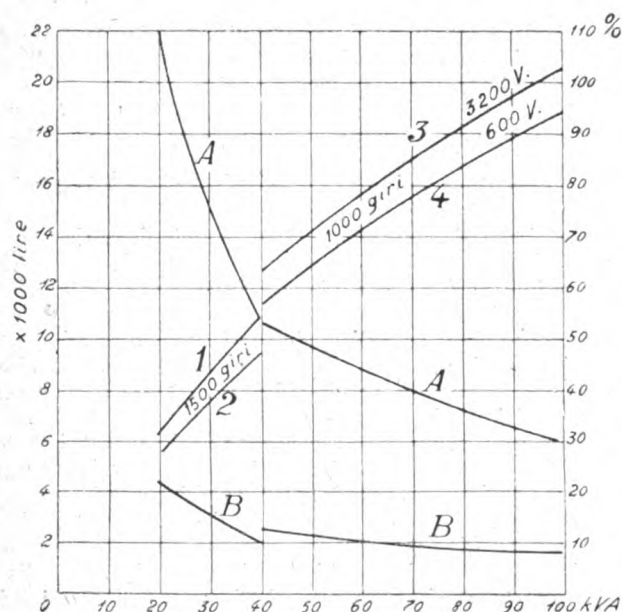


Fig. 13. — Prezzo dei regolatori automatici in percento del prezzo degli alternatori:

A = regolatori soliti.

B = regolatori elettromeccanici «MES».

1, 2, 3 e 4 = prezzi degli alternatori in migliaia di lire.

meccanico del regolatore tipo per corrente continua non dovrà oltrepassare in questo caso i 300 a 400 giri al minuto, nel mentre che questa può raggiungere 1500 ed anche più quando il regolatore è impiegato da solo.

La combinazione del regolatore con dei relais ausiliari, rappresentata schematicamente nella fig. 9, si presta in particolare alle centrali di tramvie e ferrovie elettriche a corrente continua per qualsiasi tensione e potenza.

Il regolatore descritto è un elemento che molto bene si

presta per risolvere i più diversi problemi di regolazione automatica, dei quali sommariamente citiamo i seguenti.

Aggiungendo alla bobina dell'elettromagnete del regolatore qualche giro di un avvolgimento percorso dalla corrente principale della dinamo, si può dare alla regolazione un grado qualunque di *compoundaggio* per qualsiasi applicazione.

Se la bobina del regolatore è percorsa solo dalla corrente erogata dalla dinamo, il regolatore mantiene automaticamente costante l'intensità della corrente di essa; si realizza così il *regolatore automatico di corrente*.

In adeguate combinazioni degli avvolgimenti dell'elettromagnete il regolatore si presta ugualmente alla regolazione automatica delle *survoltrici* o *devoltrici* delle centrali di tramvie.

Un campo specialmente favorevole è quello dell'applicazione dell'apparecchio ai *motori* a vento, la cui velocità varia fra vasti limiti. Con l'impiego di una dinamo principale di un'altra survoltrice, ognuna munita di regolatore, si sono realizzati impianti completamente automatici che permettono di immagazzinare l'energia del vento in qualunque ora del giorno in una batteria d'accumulatori, con la possibilità del consumo anche simultaneo dell'energia elettrica per qualsiasi uso, e tutto questo automaticamente senza l'intervento di qualsiasi personale con un servizio cioè interamente e unicamente comandato dai regolatori combinati con qualche interruttore e commutatore automatico.

Gli impianti a vento hanno molta importanza dal punto di vista dell'economia nazionale per i piccoli impianti autonomi di energia elettrica distanti dalle reti di distribuzione, perchè permettono di sfruttare, senza alcuna spesa di esercizio, una forza abbondantemente fornita dalla Natura, specie in certe zone come sui litorali, e sui terreni collinosi della Toscana.

Un altro impiego simile è quello dei *gruppi elettrogeni* azionati da motori a scoppio con e senza accumulatori, a comando completamente oppure semi automatico.

Nelle *dinamo d'automobili*, che costituiscono le generatrici per i più piccoli degli impianti autonomi di illuminazione, il regolatore fa corpo unico colla dinamo (figura 10). Gli interruttori automatici a minima tensione ed a ritorno di corrente sono anche contenuti nell'insieme, essendo essi abilmente combinati coll'elettromagnete del regolatore.

Non crediamo di insistere su tutte le possibili applicazioni del regolatore: ricorderemo solo che la Direzione dei *Servizi postali* inglesi ha trovato conveniente di sostituire batterie d'accumulatori esistenti con impianti di piccole dinamo di circa 2 kW munite di regolatori del tipo descritto.

Le figure 11 e 12 mostrano due possibili modi di applicazione del regolatore.

4). *Economie dell'impiego*. — Davanti ad ingegneri d'esercizio, superfluo è di elencare i vantaggi di un esercizio regolare ed i danni che portano i frequenti disturbi tanto dal lato economico (mancanti incassi per forniture interrotte, guasti di materiale, ecc.), quanto in riferimento alle difficoltà che ne sorgono cogli utenti.

Nel mentre ben difficile è di esprimere le relative spese o mancati incassi con cifre concrete, altrettanto è facile di stabilire, come le spese di acquisto del regolatore stanno a quelle delle generatrici a cui va applicato.

Le curve della fig. 13 sono state tracciate per dimostrare in modo chiaro come, col regolatore descritto si arriva a realizzare una regolazione automatica della tensione con una spesa rappresentante non più che una modestissima percentuale del prezzo della macchina stessa.

Analoghe curve si potrebbero ricavare riguardo alle dinamo a corrente continua, con risultati ancora più evidenti.

Le considerazioni sinora esposte basate su una analisi oggettiva dei principii tecnici ed economici del regolatore sono confermate dalla pratica degli impianti fatti.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimestrale che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 800 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

ALCUNI DATI SPERIMENTALI SULLA ILLUMINAZIONE DEGLI AMBIENTI INTERNI

GIOVANNI SOMEDA



Comunicazione alla XXIX Riunione Annuale dell'A. E. I.
Spezia - Settembre 1924

Nell'Istituto di Elettrotecnica della R. Scuola d'Ingegneria di Padova, diretto dal Chiarissimo Prof. Lori, si è recentemente intrapresa, per iniziativa del Prof. Revessi, una serie di studi relativi all'illuminazione degli ambienti.

A tale scopo si è sistemato un locale opportuno con il criterio di rendere possibili ed agevoli tutte quelle trasformazioni del medesimo che la natura dello studio richiede.

Data la ristrettezza del tempo intercorso dall'inizio delle ricerche sperimentali all'attuale Congresso dell'A.E.I. ben pochi dati conclusivi è concesso, allo scrivente, di poter esporre.

Comunque si è ritenuto opportuno portare a conoscenza il lavoro eseguito, anche se incompleto, in considerazione del fatto che l'occasione sembra propizia a dare una direttiva alle ricerche che potranno compiersi in futuro, sia a completamento di quelle iniziate, sia in campi diversi che potessero, attraverso le discussioni, risultare degni di considerazione e di ricerca.

Il locale adibito alle esperienze ha le caratteristiche di una comune stanza d'abitazione misurando metri 5.70×3.15 di pianta e 4 metri di altezza, privata però di finestre.

L'apparecchiatura impiegata per le determinazioni sinora eseguite è assai semplice, e permette l'installazione a diversa altezza dal suolo di una, due o tre lampade sia in posizione normale sia rovesciata, per misure a luce indiretta, con l'impiego di appositi riflettori.

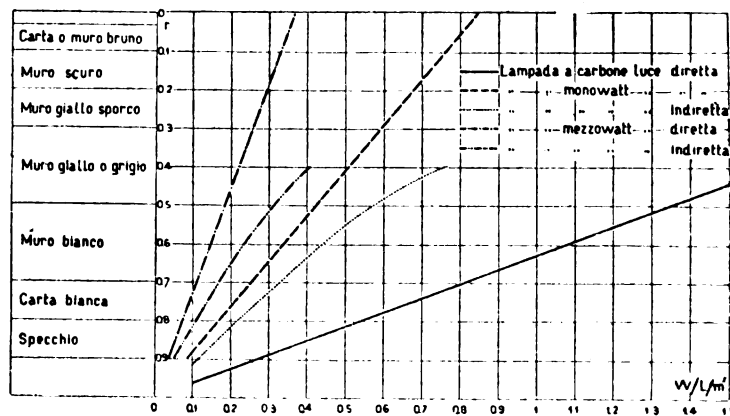


Fig. 1.

Per le misure di illuminazione si è data la preferenza al fotometro di *Weber*, installato, per rendere agevoli e rapide le misure in diversi punti di un piano orizzontale, sopra un apposito supporto a treppiede facilmente spostabile, al quale è assicurato il solito schermo bianco.

Alla lampada a benzina del fotometro si è sostituita una piccola lampada elettrica ad incandescenza, a filamento verticale rettilineo, alimentata alla tensione di 6 volt con apposita batteria di accumulatori.

Questa sostituzione mentre non ha dato praticamente nessun inconveniente ha ridotto gli svantaggi derivanti dalla diversa colorazione delle sorgenti di luce e dalla necessità di continuo controllo dell'altezza della fiamma. Tale controllo è infatti così sostituito da quello di un amperometro, e (per la grande costanza della corrente ottenuta impiegando una batteria di notevole capacità ed in buone condizioni di carica) è sufficiente sia fatto al principio che alla fine di ogni serie di misure.

La taratura del fotometro si è eseguita con lampade opportunamente compionate e collocate a distanza esattamente misurata dallo schermo del fotometro, in ambiente a pareti nere.

Tale taratura è stata estesa a tutto il campo dei valori dell'illuminazione che si dovevano misurare, tracciando le corri-

spondenti curve dei lux in funzione delle letture al fotometro.

L'impiego di queste curve si è mostrato assai più comodo e più esatto dell'uso della formola:

$$I = \frac{K}{d^2}$$

dove d è la lettura al fotometro, e ciò perchè il K non è risultato dalle nostre misure esattamente costante.

Una prima serie di esperienze è stata destinata alla determinazione dell'effetto esercitato da diverse colorazioni delle pareti della stanza sull'illuminazione, con riferimento ad un

sumo specifico dalle variazioni della posizione reciproca delle lampade e del piano di riferimento.

Esperienze attualmente in svolgimento tendono a stabilire le relazioni fra consumo specifico, da un lato, e dimensioni del locale, e distribuzione delle sorgenti luminose con vari tipi di riflettori, dall'altro (sempre in dipendenza del coefficiente di diffusione delle pareti) e ciò attraverso la conoscenza del rapporto fra il flusso luminoso totale emesso dalla lampada e quella parte di esso che direttamente investe la superficie illuminata. ⁽²⁾

Per quanto riguarda la forma delle curve della fig. 1 conviene ancora osservare che se si eseguisce una serie di espe-

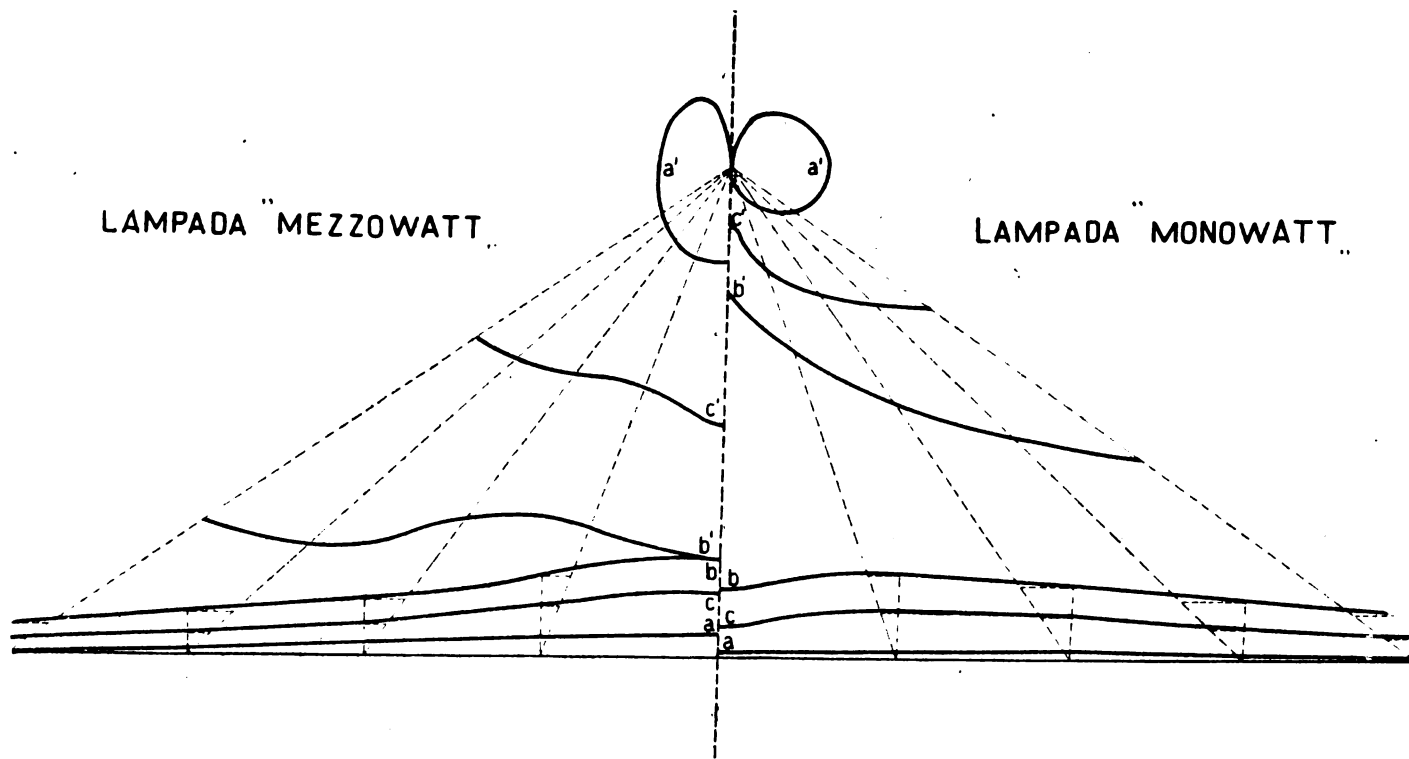


Fig. 2.

piano orizzontale alto un metro dal pavimento, e conseguentemente a rilevare, per diversi tipi e disposizioni di lampade, i consumi specifici in watt per lux e per m² di superficie illuminata.

Tali prove hanno confermato la insufficienza di alcuni dati, che fanno risalire il calcolo della illuminazione ad un certo numero di candele per m² di superficie o per m³ di ambiente, senza tenere in alcuna considerazione la colorazione delle pareti, il cui effetto può valutarsi solo approssimativamente sulla base del coefficiente di diffusione r con la nota formola:

$$E = \frac{E}{s - r}$$

(nella quale con E , s'intende l'illuminazione con pareti assolutamente nere) almeno con lampade prive di riflettori; condizione alla quale si riferiscono i dati raccolti nel grafico della figura 1 dal quale si possono dedurre i consumi specifici in watt per lux e m², riportati come ascisse, in funzione dei coefficienti di diffusione medi delle pareti dati dalle ordinate e divisi in gruppi corrispondenti alle diverse colorazioni sperimentate. ⁽¹⁾

Ciascuna curva corrisponde ad un diverso tipo di lampada; le esperienze si riferiscono, come già si è accennato, alla illuminazione media di un piano orizzontale alto un metro dal pavimento della stanza.

I dati raccolti sono da considerarsi come dati medi, per ambienti di dimensioni normali e con le ordinarie intensità di illuminazione. Abbiamo infatti potuto osservare nel corso delle misure come non sia trascurabile l'influenza esercitata sul con-

rienze con una sola lampada mantenuta in posizione invariabile i vari punti che si ottengono appartengono ad una curva che si discosta sensibilmente dall'andamento rettilineo, e quindi da quelle tracciate, specialmente per valori bassi del coef-

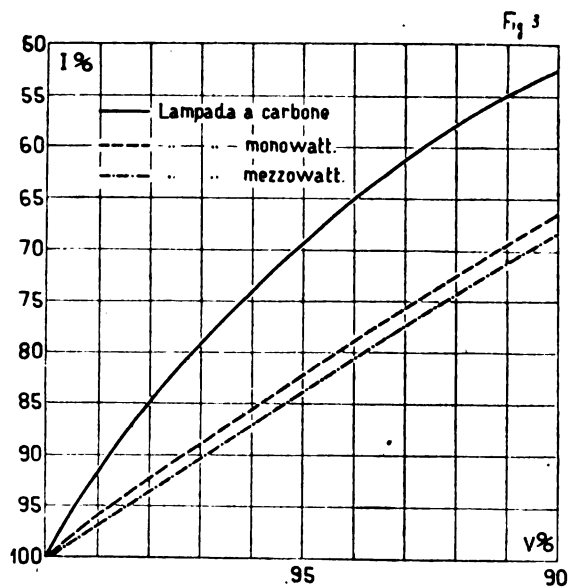


Fig. 3.

ficiente di diffusione. Per ogni possibile posizione della lampada si ottengono curve diverse. Quelle da noi segnate, in

⁽¹⁾ Il coefficiente di diffusione dipende, come è noto, dalla composizione della luce; una tabella dei coefficienti, con lampade al tungsteno, per diversi tipi di superfici si trova a pag. 1193 dello «Standard Handbook for Electrical Engineers» - Ed. 1922.

⁽²⁾ Vedasi: Standard Hndbk. for El. Eng. pag. 1181 — HÖGNER: Lichtstrahlung und Beleuchtung, Braunschweig 1906.

forma di rette danno quindi l'andamento medio. Per quanto riguarda le curve relative al caso di illuminazione indiretta valgono considerazioni analoghe, con l'aggiunta che sul loro andamento esercitano influenza anche le caratteristiche del riflettore.

Note allora le illuminazioni medie da assegnare per i diversi tipi di locali, per esempio sulla scorta della tabella che qui si riporta, riesce assai agevole coll'impiego delle curve ora illustrate, il calcolo della potenza richiesta, in dipendenza oltre che dall'area e dalla destinazione degli ambienti, anche della colorazione delle pareti e del soffitto.

Illuminazione media orizzontale ⁽³⁾

| Destinazione degli ambienti | Lux |
|---|---------|
| Locali chiusi, secondarii (ingressi, stanze da letto) | 5 ÷ 10 |
| Camere semplici da albergo, magazzini | 10 ÷ 15 |
| Stanze semplici da pranzo e d'abitazione | 10 ÷ 20 |
| Camere eleganti da albergo | |
| Filature | |
| Saloni e stanze eleganti di abitazione | 20 ÷ 30 |
| Officine per lavori a mano semplici | |
| Fabbriche di macchine, forge | 25 ÷ 35 |
| Tessiture | |
| Officina per meccanica fina | 35 ÷ 50 |
| Uffici commerciali | |
| Locali di vendita (botteghe) | |
| Aule scolastiche e da conferenze | 60 ÷ 80 |
| Sale da concerti e da feste | |
| Caffè, ristoranti, ecc. | |
| Stamperie (sale da combinatori) | 60 ÷ 80 |
| Eleganti negozi e sale da festa | |

Per rendere più manifesti gli effetti della colorazione delle pareti sia per quanto riguarda l'entità, che l'uniformità di illuminazione, del solito piano orizzontale di riferimento si sono riunite nella figura 2 alcune curve che possono presentare qualche interesse soprattutto nel loro confronto. La metà di destra si riferisce ad una lampada « Monowatt » al tungsteno, quella di sinistra ad una lampada « Mezzowatt ».

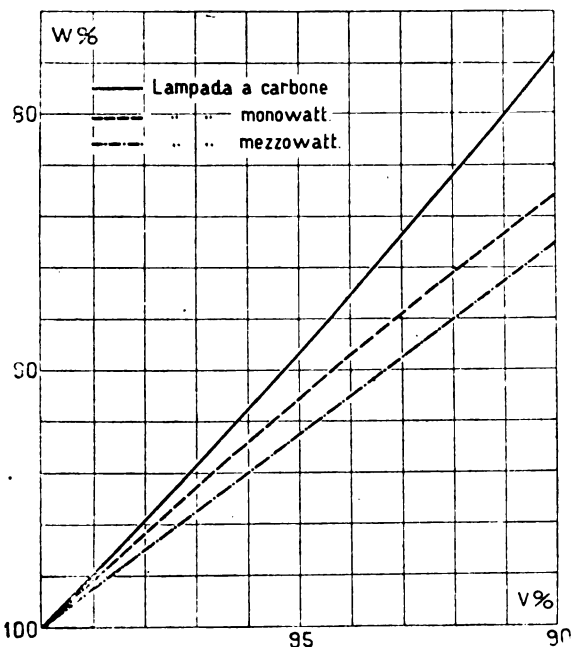


Fig. 4.

Accanto al diagramma fotometrico (a') delle lampade in questione si sono tracciate altre due curve (b') e (c'), deducendole dalle sottostanti curve di illuminazione b e c, con la formula

$$E = \frac{I \cos \alpha}{d^2}$$

nella quale

E = illuminazione; I = intensità luminosa; d = distanza del punto considerato dalla sorgente di luce, α = angolo della d con la verticale che rappresentano dei diagrammi fotometrici virtuali, cioè quelli che dovrebbero possedere le due lam-

pade per dare in ambiente a pareti assolutamente nere la stessa illuminazione sul piano orizzontale, di quella effettivamente data dalle lampade con pareti rispettivamente bianche (curva b e griglie (curva c).

Tali grafici oltre a mostrare col rapporto dei raggi il contributo portato alla illuminazione dalla diffusione della luce operata dalle pareti, danno con la loro forma un'idea dell'effetto delle diverse colorazioni sulla distribuzione del flusso luminoso. L'effetto, come si vede, è comparabile con quello dato dai globi diffusori.

La a della figura 2 è stata dedotta dal diagramma fotometrico a della lampada a determinare il valore medio della illuminazione con pareti nere e quindi ad individuare i punti estremi delle curve della figura 1.

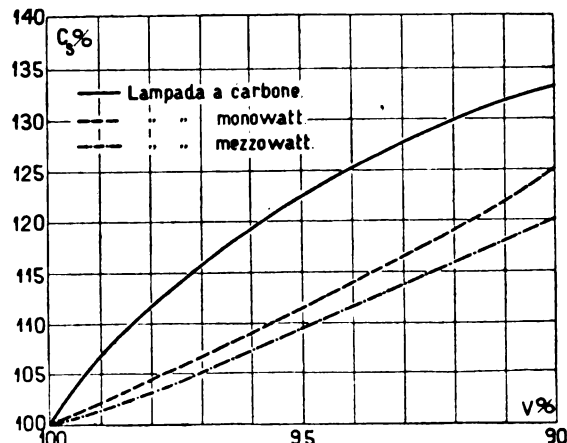


Fig. 5.

Una seconda serie di esperienze ha avuto lo scopo di controllare ed estendere alcuni dati comparativi, per i diversi tipi di lampade ora in uso, sull'effetto delle variazioni della tensione di distribuzione.

La figura 3 dà per lampade a carbone, a filamento di tungsteno e mezzowatt il percento della intensità luminosa normale in funzione dei valori della tensione espressi anch'essi in percento della tensione di regime. Tali curve, dedotte ora da misure di illuminazione, hanno mostrato perfetta concordanza con quelle dedotte da altri sperimentatori con misure d'intensità luminosa. (4)

Le curve della figura 4 danno, per gli stessi tipi di lampade, il percento della potenza assorbita in funzione ancora del percento della tensione, mentre la figura 5 dà il percento dei consumi specifici in watt per candela o, ciò che risulta lo stesso, in watt per lux e m².

Dal confronto delle figure 1 e 5 si trae la interessante conclusione che per illuminazione a luce diretta una riduzione del p % del coefficiente di diffusione delle pareti è pressoché egualmente importante (con pareti chiare), nei riguardi dell'aumento del consumo specifico, di una eguale riduzione percentuale della tensione alle lampade.

Tale considerazione non è priva di importanza economica quando si pensi che riduzioni del 10 % nel potere riflettente delle pareti si possono avere per annerimento dovuto all'uso anche in tempo assai breve e può consigliare in qualche caso la rinnovazione della pittura dell'ambiente in luogo dell'aumento d'intensità luminosa delle lampade.

La questione non è ad ogni modo di entità minore di quella relativa all'aumento di consumo specifico delle lampade per annerimento dei globi di vetro.

Si può finalmente, come conclusione di questa breve nota, osservare come i risultati delle esperienze riassunte dalla figura 1 possano esser causa di un qualche orgoglio per gli elettrotecnici; in pochi anni si è passati dalle lampade a filamento di carbone, a quelle a filamento metallico nel vuoto, da queste alle cosiddette mezzowatt; ebbene, queste ultime consentono oggi, colla medesima spesa di esercizio, di dare ad ambienti con pareti giallo-scure, la stessa illuminazione che si può ottenere con le lampade a filamento metallico con pareti bianche, e colle lampade a filamento di carbone addirittura con pareti speculari.

Laboratorio di Elettrotecnica
della R. Scuola d'Ingegneria di Padova.

(3) PIAZZOLI - Illuminazione Elettrica - Hoepli.

(4) LORING - Electr. World - 4 gennaio 1908. HIRSCHAUER - E.T. Z. 1908.

□ □ L'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA DI MILANO □ □ □ □ □

(da note dell'Azienda Elettrica Municipale di Milano)



Comunicazione alla XXIX Riunione Annuale dell'A. E. I.
Spezia - Settembre 1924

1. Origine e sviluppo dell'impianto — 2. L'impianto attuale: generalità, distribuzione, alimentazione, circuiti, comandi, controllo — 3. Trasformatori a corrente costante — 4. Apparecchi di comando a distanza — 5. Sostegni, condutture, armature, portalampade, lampade — 6. Consistenza attuale dell'impianto — 7. Dati sul consumo e sull'esercizio — 8. Tariffe e costo del servizio.

1. - Origine e sviluppo dell'impianto.

Fin dal suo inizio l'impianto elettrico municipale di Milano, sorto col precipuo scopo di assorbire ed estendere, insieme ad altri minori, il servizio di illuminazione pubblica della città, fino allora gestito per la parte elettrica dalla Società Edison con 270 lampade ad arco sistema Thomson-Houston, venne in questo campo sviluppato con l'adozione di sistemi ed apparecchi americani, che davano ovunque buoni risultati; e, approfittando della conformazione topografica della città venne prescelto un sistema di alimentazione centrale data da gruppi convertitori sistema Brush a corrente raddrizzata costante, per distribuzione a grandi serie di lampade ad arco sistema Thomson-Houston e Brush, installati dapprima nei sotterranei della Scuola Tecnica Piatti in Via Legnano e poi trasportati nella sottostazione di via Gadio, appositamente edificata. Con tale sistema l'impianto in meno di un decennio raggiungeva la potenzialità di 1600 lampade ad arco di cui 1200 accese tutta notte, oltre alcuni gruppi di lampade estive; le lampade erano raggruppate in 40 circuiti di 40 lampade ciascuno, alimentati da 10 gruppi Brush ognuno costituito da un motore sincrono G.E.C.¹ connesso a due dinamo Brush; la tensione massima in ogni circuito era di 2000 volt, la corrente costante di 9,6 ampere.

Sin dal 1912 si era pensato di adottare un sistema analogo per la illuminazione delle vie secondarie, applicandovi delle lampade ad incandescenza, che si presentavano sempre migliori; in vista della elevata tensione, che coi sistemi in serie necessariamente si raggiunge, trattandosi in questo caso di apparecchi relativamente accessibili per la minore altezza in rapporto alla minore intensità luminosa di tali lampade ad incandescenza in confronto di quelle ad arco, si è cominciato ad installare in strade alquanto eccentriche, per esempio nel viale di Musocco, delle condutture sotterranee, completando l'impianto con parti esterne ben protette; si sono adottate delle serie di lampade Mazda da 200 candele alimentate da trasformatori autoregolatori della G. E. C.¹ a corrente secondaria costante di 6,6 ampere, ognuno da 10 kVA, tensione massima in circuito 1500 volt, primario 8650 volt.

Successivamente si cominciarono ad eseguire impianti con lampade di minore intensità, cioè da 100 candele alimentate da trasformatori autoregolatori in serie di 50 lampade, corrente 6,6 ampere; i trasformatori erano da 4 kVA alimentati a 160 volt con tensione massima nel circuito secondario di 600 volt e vennero costruiti da una ditta nazionale su modello estero. Più tardi si iniziò l'esperimento con le prime grosse lampade ad incandescenza Nitra, a gas inerte, ad alta intensità luminosa, in serie promiscue con le lampade ad arco. Ma la poca durata di tali lampade, dovuta alla instabilità ed alla lentezza di regolazione insite nel sistema Brush, consigliarono presto ad adottare, come sistema di distribuzione, la corrente alternata con trasformatori autoregolatori ad intensità costante, conservando del vecchio sistema, oltre la distribuzione, l'intensità di 9,6 ampere al quale tutto l'impianto era conformato. Si è provveduto dapprima ad un gruppo di 4 trasformatori ognuno da 20 kVA col primario ad 8650 volt ed il secondario a 9,6 ampere, tensione massima 2000 volt per l'alimentazione di circuiti di 40 lampade ad incandescenza ognuna da 500 watt; trasformatori fabbricati anche questi in Italia, sul tipo di quelli della G. E. C.¹

La guerra faceva sospendere ogni iniziativa e non fu che al terminare di questa, quando risorgevano imperiosamente

tutti i bisogni della vita civile, mentre perduravano e anzi si acuiavano le difficoltà di approvvigionamenti, che venne la necessità di sostituire con lampade elettriche l'impianto a gas della città, divenuto oneroso e deficiente per la qualità del gas; fu allora che venne stabilito, da un lato la soppressione delle lampade ad arco, dall'altro l'estensione più rapida possibile dell'impianto elettrico: e, mentre si sollecitava la provvista dei trasformatori regolatori, provvisoriamente si utilizzavano le macchine Brush per l'alimentazione di lampade ad incandescenza da 1/2 watt e da 1000 candele, e si estendevano impianti provvisori di lampade in derivazione. D'altra parte l'Azienda stessa si accingeva a fabbricare direttamente quegli accessori, come per esempio i portalampade speciali, che non era possibile, dato il lungo tempo occorrente e l'alto costo, di far venire dall'America. Si giunse così, attraverso fasi successive, all'impianto attuale, il quale può dirsi completo e definitivo in ogni sua parte, benché vada continuamente ampliandosi, poichè fin dal principio di quest'anno tutta l'illuminazione a gas a Milano e nei Comuni limitrofi recentemente annessi è stata sostituita con l'illuminazione elettrica.

2. - L'impianto attuale: Generalità - Distribuzione - Alimentazione - Circuiti - Comandi - Controllo.

La parte centrale della città, comprendente il vecchio impianto ad arco modificato e notevolmente ampliato con l'aggiunta di nuovi circuiti, è illuminata nelle sue piazze e nei corsi principali con lampade di forte intensità luminosa distribuite in circuiti di circa 40 lampade ciascuno, alimentati direttamente da altrettanti trasformatori da 20 ÷ 25 kVA ognuno, a corrente costante di 9,6 ampere, installati nella sottostazione di via Gadio. Le vie secondarie del centro, fino alla vecchia circonvallazione, sono provviste di lampade di minore intensità luminosa, ordinate in circuiti di varie entità, alimentati pure dalla sottostazione Gadio attraverso trasformatori di corrente, inseriti questi sui medesimi circuiti principali, per ridurre l'intensità da 9,6 ampere a 6,6 ampere; sono di potenza 0,5; 1 e 2 kVA ottenendosi anche potenze intermedie o superiori con varie combinazioni di questi tre tipi, disposti in serie tra loro tanto al primario che al secondario. Sono trasformatori costruiti per funzionare all'aperto, lungo le condutture dei circuiti principali.

La parte periferica della città è alimentata per mezzo di trasformatori autoregolatori, anch'essi a corrente costante di 6,6 ampere, installati nelle varie sottostazioni che servono per la distribuzione dell'energia ai privati ed agli altri servizi; sono eccitati a 160 volt, che è la tensione di distribuzione di tali servizi, ed hanno la potenza ognuno di 4 kVA. Ogni cabina comprende uno o più di tali trasformatori alimentanti rispettivamente dei circuiti di circa 50 lampade ciascuno, da 60, 100 o 200 candele.

Per il comando di questi centri minori di alimentazione, dopo i primi e non felici esperimenti con interruttori orari, si è venuti all'adozione di comandi a distanza costruiti presso la Azienda e studiati (1) col concetto di escludere l'impianto di apposite condutture di comando, le quali oltre che costose e complicate non avrebbero offerto l'elasticità di mezzi che presentavano le stesse condutture principali di servizio irradianti dalla stazione Gadio; ed è su queste che si è disposto in serie con le lampade, per ogni centro da comandare, un relais a motore installato all'aperto, azionante a mezzo di un deviatore un interruttore a solenoide, collocato in cabina presso il gruppo dei trasformatori da azionare.

Per quei centri che risultavano eccessivamente distanti dai più prossimi circuiti principali, si è adottato un sistema analogo di comando, però indiretto o in cascata, inserendo un relais a motore simile al precedente nel percorso del più vicino circuito a 6,6 ampere, comandato a sua volta da un circuito principale da 9,6 ampere; si ottennero così dei comandi diretti e dei comandi indiretti, in secondo ed anche in terzo grado, tutti dipendenti dalla sottostazione Gadio.

I relais per i comandi diretti sono provvisti di un dispositivo per lo spegnimento indipendente, in modo che questo non abbia luogo automaticamente per il semplice fatto dello spegnimento o interruzione del circuito principale, come avviene per l'accensione, perchè ciò potrebbe essere provocato involontariamente da un guasto sul circuito di comando; si richiede invece per lo spegnimento un'apposita manovra, per quanto semplice, che consiste nel lanciare per un istante nel

(1) Dall'Ing. Francesco Raimondi, preposto al servizio.

circuito principale la medesima corrente di servizio, alcuni secondi dopo lo spegnimento del circuito stesso.

Tutto il nucleo centrale dell'impianto, che è il più importante, sia perchè serve la parte della città dove più intenso è il traffico, sia perchè comprende i mezzi di comando per gli altri circuiti, è sotto il controllo diretto e continuo dalla sottostazione Gadio per ciò che riguarda isolamento e continuità dei circuiti, sia principali che secondari.

tro inserito sul primario, il quale subisce una deviazione, proporzionale alla potenza del trasformatore, che permette di individuare dalla centrale il circuito secondario interrotto. ⁽²⁾

Per i circuiti esterni naturalmente non è possibile il controllo centrale alla sottostazione; ma dato il loro sviluppo generalmente aereo e il servizio di controllo esterno, riesce facile e rapido il rintracciare un'eventuale interruzione anche dopo l'accensione, in modo che segua l'immediata riparazione a

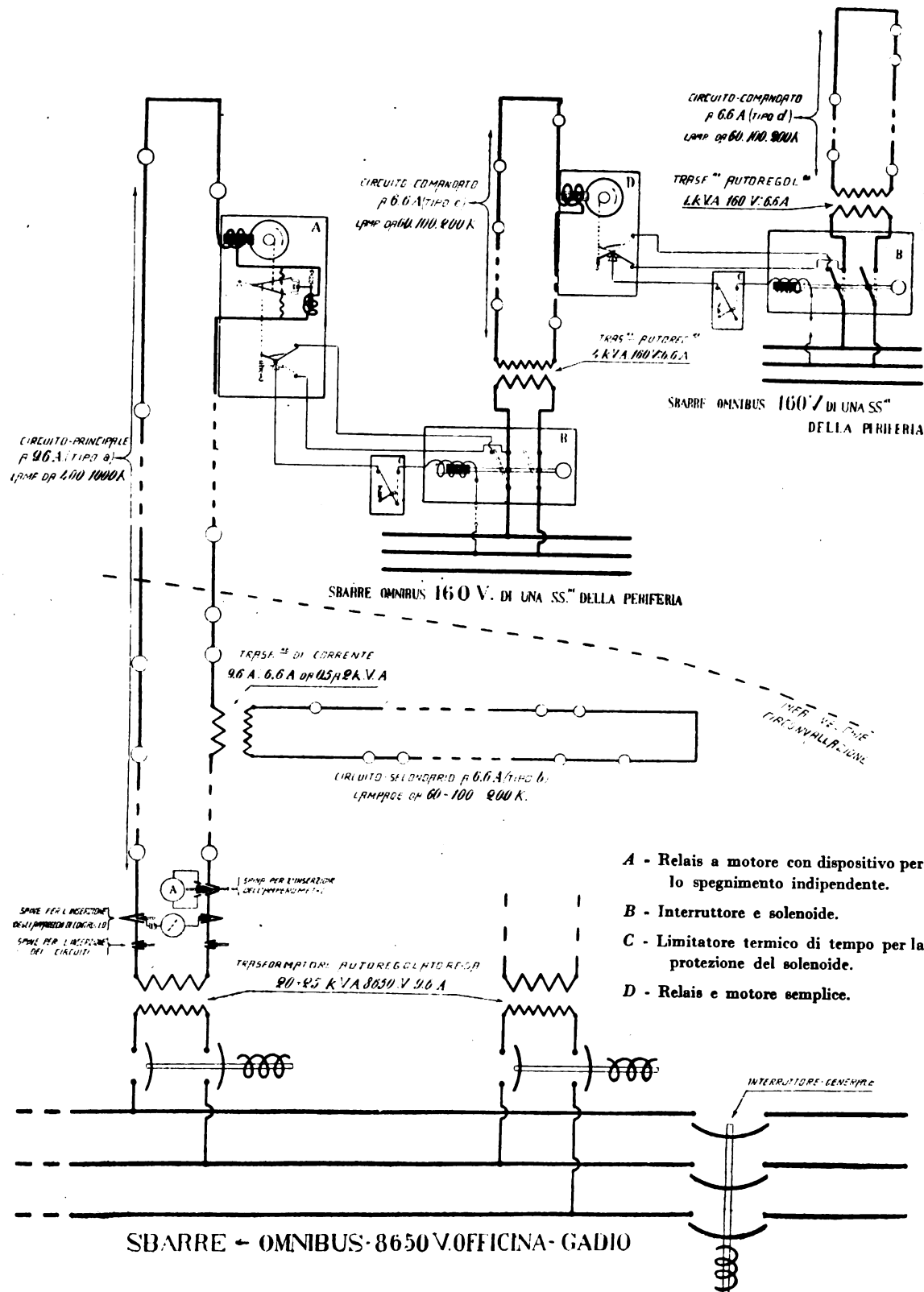


Fig. 1. — Schema di un circuito principale tipo a e circuiti dipendenti.

Per questi ultimi naturalmente non servirebbero i comuni *prova circuiti*, poichè il circuito principale non è interrotto quando si interrompe un circuito secondario; e si è ricorso all'uso di un fasometro e di una corrente alternata ausiliaria immessa dall'officina Gadio successivamente nei vari circuiti principali; l'interruzione di uno dei circuiti secondari cambia il corrispondente trasformatore di corrente, che lo alimenta, in una impedenza, la quale viene messa in evidenza dal fasome-

mezzo del personale addetto a tali servizi. Con ciò i disservizi per interruzione di circuito si riducono ad un numero trascurabile.

Nonostante la complessità dell'impianto e la molteplicità dei centri di alimentazione, sparsi per tutta la città a distanze notevoli dal principale ed unico centro di comando della sot-

(2) Applicazione ideata pure dall'Ing. Raimondi.

tostazione Gadio, esso funziona in virtù di tali dispositivi come un tutto organico manovrabile, sia per l'accensione che per lo spegnimento, dalla sottostazione stessa per mezzo di una sola persona ed in pochi secondi, pur conservando d'altra parte quel grado di frazionamento e di indipendenza fra le varie parti, che è necessario perchè un guasto in una di esse resti localizzato ed affetti il meno possibile le altre parti.

Riassumendo, tutta la distribuzione può così presentarsi:

1) Piazze, corsi principali e vie secondarie del centro, fino alla vecchia circonvallazione: circuiti alimentati e comandati dalla sottostazione di via Gadio;

2) Vie secondarie oltre la linea della vecchia circonvallazione: circuiti alimentati dalle sottostazioni della periferia, ma comandati a mezzo di relais a motore in serie, ed interruttore a solenoide, direttamente od indirettamente dalla sottostazione centrale di via Gadio.

Ne conseguono i seguenti quattro tipi di circuiti.

Corsi principali e centro:

a) circuiti principali a 9,6 ampere, partenti dalla Gadio, alimentati con trasformatori autoregolatori 8650 volt, 9,6 ampere, comprendenti lampade da 400 e da 1000 candele, in numero di 40 a 60, fino alla potenza complessiva di 20/25 kVA e alla tensione di 2500 volt;

b) circuiti secondari a 6,6 ampere, alimentati con trasformatori di corrente 9,6 ampere e 6,6 ampere inseriti sui circuiti principali e comprendenti lampade da 60, 100, 200 candele per potenze complessive variabili da 0,5 a 2,5 kVA e tensioni massime corrispondenti da 75 V a 375 V.

Periferia:

c) circuiti a 6,6 ampere alimentati dalle sottostazioni di trasformazione (8650 volt a 160 V) della periferia a mezzo di trasformatori autoregolatori ivi installati da 4 kVA, 160 V, 6,6 ampere e comprendenti lampade da 60, 100 200 candele in numero di 40-60 fino alla potenza complessiva di 4 kVA e la tensione massima corrispondente di 600 V. Comando centrale diretto dalla sottostazione di via Gadio a mezzo di relais a motore in serie su un circuito principale a 9,6 A e interruttore a solenoide.

d) Circuiti come sopra, ma con comando indiretto dalla sottostazione di via Gadio a mezzo di relais a motore in serie su circuito del tipo precedente e interruttore a solenoide.

3. - Trasformatori a corrente secondaria costante.

Sono autoregolatori, basati sul noto principio della reazione fra flusso magnetico induttore di un avvolgimento primario fisso e flusso indotto in un avvolgimento secondario, mobile sul medesimo nucleo e contrappesato per modo che al variare della resistenza in circuito col secondario vari in ragione inversa la distanza relativa dei due avvolgimenti e in ragione diretta la forza elettro motrice indotta, rimanendo praticamente costante l'intensità della corrente secondaria; finchè in corto circuito, cui corrisponde la massima elongazione, la tensione secondaria si annulla e la corrente primaria va in quadratura con la tensione, per la forte induttanza del nucleo spinto a elevato grado di magnetizzazione. Questi trasformatori sono inoltre provvisti di una pompa frenante ad olio e, nel tipo originale G. E. C^o, anche di un arresto avente lo scopo di mantenere l'avvolgimento secondario sollevato in posizione di corto circuito, dal quale si libera automaticamente quando si mette in servizio il trasformatore: ciò allo scopo di evitare le sopratensioni alla messa sotto tensione, dovute al fatto della minore resistenza che presentano le lampade del circuito quando sono fredde, in confronto di quando i filamenti sono incandescenti.

Tale manovra preventiva di sollevamento, che doveva farsi a mano singolarmente per ogni trasformatore, non era pratica in un impianto con numerosi apparecchi, laddove in caso di interruzioni, con possibilità di immediata ripresa del servizio avrebbero dato luogo ad un'eccessiva perdita di tempo; e tanto meno era possibile per le installazioni con comando a distanza. Si addivenne quindi alla soppressione dell'arresto, mentre si attenua l'effetto delle sopratensioni con una modificazione della pompa del freno, cioè con l'aggiunta di una valvola di ritegno allo stantuffo, la quale rende la pompa a semplice effetto frenante; questa cioè agisce soltanto nel senso di avvolgimento secondario discendente a tensione in aumento, mentre è libera nel senso opposto. Con ciò si ottiene un vantaggio anche per la vita delle lampade, che vengono a raggiungere il regime definitivo gradatamente, in 15 e più secondi.

4. - Apparecchi di comando a distanza.

Un dispositivo completo di comando è costituito da due apparecchi principali e da uno di protezione, accessorio; si ha cioè il *relais a motore in serie*, l'*interruttore a solenoide* ed il *limitatore termico di tempo*, destinato a proteggere il solenoide.

Il primo viene installato all'aperto, racchiuso in apposita custodia lungo la condotta del circuito principale nel quale è inserito e che si prolunga fino presso alla sottostazione dove sono installati i trasformatori alimentatori dei circuiti da comandare. Gli altri due apparecchi sono installati pure nella sottostazione stessa, oppure in una nicchia che si pratica nel muro esterno di essa e che si chiude con sportello a chiave.

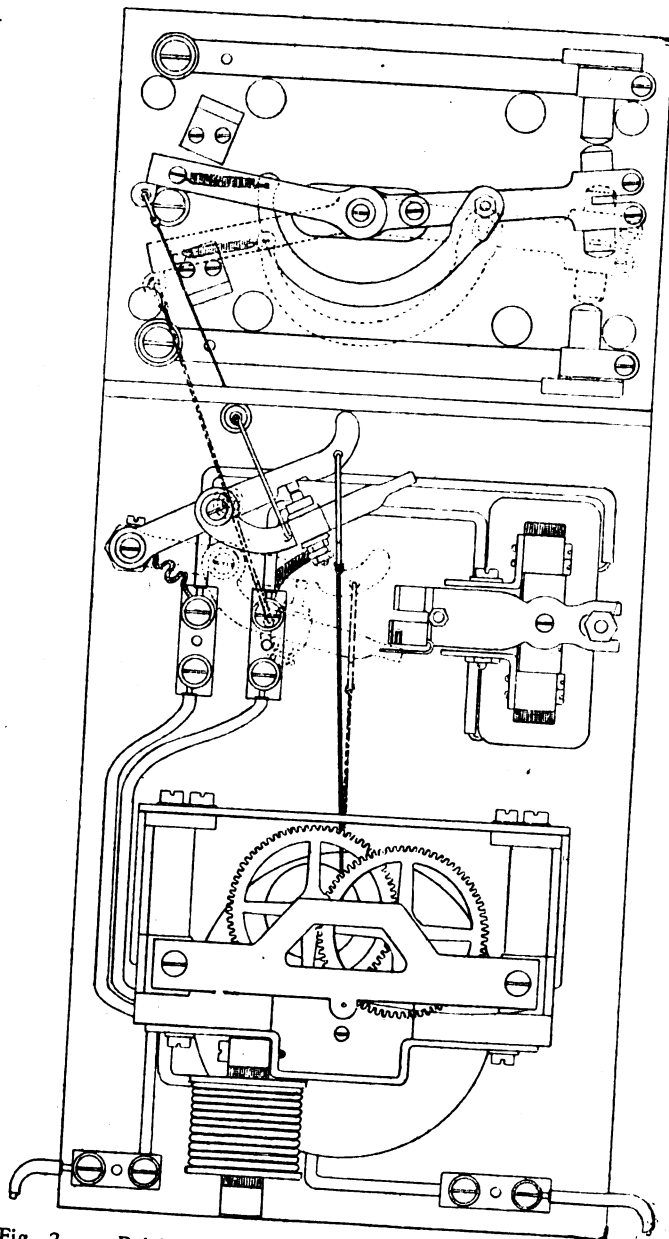


Fig. 2. — Relais a motore con dispositivo per lo spegnimento, indipendente.

Il relais a motore (fig. 2) consiste in un comune motorino ad induzione, a disco di alluminio e campo ausiliario eccitato da un unico avvolgimento di poche spire in serie col circuito di comando. Il movimento, per mezzo di un rotismo amplificatore, di cui l'ultimo elemento è una carrucola sulla quale si avvolge una funicella, viene trasmesso per mezzo di questa ad un braccio di leva azionante un deviatore, sul cui perno si avvolge una molla antagonista a tamburo, che mantiene sempre tesa la funicella, provocandone lo svolgimento, e dando luogo ad un movimento in senso inverso di tutto il rotismo, quando viene a cessare l'azione della corrente.

Il deviatore ha due contatti fissi, rispettivamente corrispondenti alle posizioni di *chiuso* e di *aperto* dell'interruttore a solenoide, ed un contatto mobile, tutti di carbone. Il contatto mobile è portato dall'estremità di un braccio di leva che ha il perno in comune col braccio di leva azionato dalla funicella, ma si protende in direzione opposta a questo. I due

bracci sono collegati tra loro per mezzo di una molla a spirale cilindrica, la quale lavora per tensione e che sposta con rapido movimento, in alto o in basso, il braccio portante il contatto mobile, a seconda che la molla stessa viene dal movimento portata al disopra o al disotto del perno comune ai due bracci attraverso il quale è idealmente prolungata; per mezzo di un pezzo rigido a forma di falce, che lo scavalca. In tal modo il lento movimento del relais si trasforma in un movimento a scatto per i contatti.

Il deviatore è montato su tavoletta isolante, perchè fa parte del sistema a 160 V della cabina, mentre la parte superiore appartiene al sistema in serie, il quale raggiunge tensioni elevate e deve essere per questo largamente isolata dal primo e da terra.

I relais per comando *diretto* con i circuiti principali a 9,6 ampère, sono inoltre muniti di un dispositivo per lo *spegnimento indipendente*, che ha lo scopo di mantenere in funzione, cioè con le lampade accese, i circuiti che hanno alimentazione propria, anche nel caso di guasto nel circuito principale, o di arresto di tutta la sottostazione Gadio. In altri termini, mentre l'accensione dei circuiti comandati avviene automaticamente per la semplice accensione di quelli principali, per lo spegnimento dei primi, invece, non basta lo spegnimento dei secondi, ma si richiede un'apposita manovra.

A questo scopo la funicella di comando è divisa in due parti: l'estremità inferiore del tratto superiore è fissata ad un braccio di leva, oscillante intorno ad un perno fisso, e l'estremità superiore del tratto inferiore è fissata ad un braccio di leva imperniato in un punto intermedio di quello precedente e posto al disopra di esso, protendendosi dall'altra parte in modo che nel movimento di discesa venga ad appoggiare su di un arresto mobile portato dall'ancora di un elettromagnete; l'avvolgimento di questo è pure in serie sul circuito di comando, ma nella posizione di *chiuso* del sistema è *shuntato* per la chiusura di due contatti in argento portati rispettivamente dai due bracci mobili di cui sopra; e ciò allo scopo di eliminare il rumore che si avrebbe se l'elettromagnete restasse sempre sotto corrente.

Togliendo corrente dal circuito principale, la molla antagonista del deviatore trascina la funicella ed il sistema dei due bracci mobili, il quale, appoggiando sull'arresto azionato dall'elettromagnete, impedisce il proseguire del movimento e quindi impedisce lo spegnimento del circuito comandato, mentre d'altra parte, per il movimento relativo dei due bracci mobili tra loro, provocato dalla pressione trasmessa sullo snodo dalla funicella quando l'estremità dell'uno appoggia sul perno e quella dell'altro sull'arresto, si apre lo shunt e si rende attivo l'elettromagnete.

Per ottenere lo spegnimento basta allora lanciare per un istante nel circuito di comando una corrente qualunque, che può essere quella stessa di servizio o altra di tensione minore, la quale agendo sull'elettromagnete ritira l'arresto. Questo non è semplice, ma è formato da due denti sovrapposti, fra i quali si muove l'estremità del braccio di discesa come uno scappamento da orologio; l'ancora attirata dall'elettromagnete ritira il primo presentando il secondo, il quale a sua volta si ritrae per effetto di una molla antagonista, quando si toglie la corrente. Ciò allo scopo di evitare che in caso di interruzione temporanea del circuito principale, alla successiva ripresa il circuito comandato subisca un'interruzione, sia pure per pochi istanti, come avverrebbe se si avesse un solo dente sull'elettromagnete.

L'interruttore a solenoide (fig. 3) è bipolare a coltelli da 100 ampère, sufficiente per il comando fino a 6 trasformatori da 4 kVA, 160 V, 6,6 A, opportunamente connessi in triangolo con una fase permanentemente in tensione e quindi di altrettanti circuiti, con contatti fissi a lamelle e con spegni arco di carbone e blocchetti di rame intercambiabili, la cui leva di comando in metallo all'estremità è foggata a doppio glifo a forchetta; in tale glifo può muoversi una spina infilata in un foro praticato all'estremità di un'asta infissa all'altro estremo nel nucleo del solenoide, la quale trasmette il movimento ad un sistema di leve a telaio e molle oscillanti intorno ad un punto morto e portante in testa un peso cilindrico di piombo, a mezzo di un tirante a due braccia in forma di U.

La bobina è infilata in una bussola oscillante su un perno fissato sul sostegno dell'apparecchio, che ha la forma complessiva di un triangolo rettangolo di cui la tavoletta dell'interruttore costituisce il cateto verticale, mentre il solenoide col nucleo e l'asta di comando formerebbe l'ipotenusa. Dei due contatti

mobili per l'inserzione della bobina, uno è costituito da uno dei due coltelli, l'altro è portato dall'estremità di una lamina flessibile di similoro, fissata a mezzo di un piuolo al coltello stesso ed è costituito da un piccolo peso cilindrico ad asse orizzontale, che nella posizione di *aperto* poggia su un contatto fisso portato dal cateto orizzontale del sostegno; l'altro contatto fisso è disposto sotto quello principale e nell'uno e nell'altro si impegna, in posizione di *chiuso*, il coltello.

Il movimento avviene in un senso e nell'altro, per metà per il succhiamento del solenoide sul nucleo e per l'altra metà per l'inerzia del sistema, accresciuta dalla massa applicata all'estremo del telaio, nonchè per l'azione delle molle che assicurano una posizione unica, in fondo di corsa, specialmente in posizione di *chiuso*, e ciò in virtù del gioco combinato dei contatti del deviatore comandato dal relais e di quelli automatici del solenoide che si commutano in corrispondenza della posizione mediana del nucleo rispetto alla bobina, per modo che questa non possa mai restare sotto corrente.

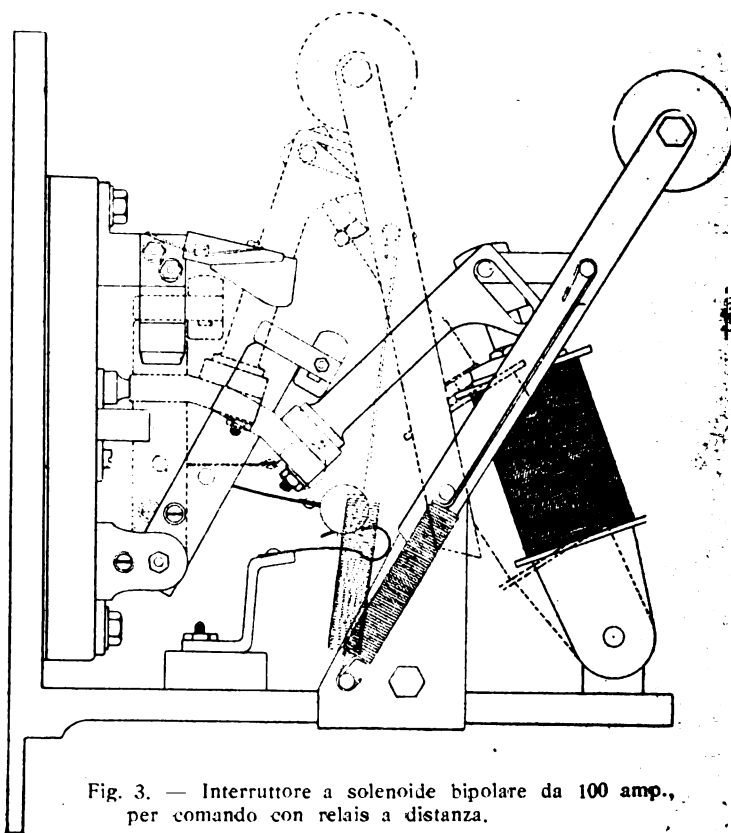


Fig. 3. — Interruttore a solenoide bipolare da 100 amp., per comando con relais a distanza.

Nella corsa di chiusura tutte le parti del sistema si muovono di conserva, come se l'asta del nucleo fosse imperniata alla leva dell'interruttore e se non esistesse il glifo; ma nella corsa di apertura in un primo tempo la corsa è a vuoto, e durante questa i coltelli rimangono fermi, mentre l'energia del solenoide viene impiegata a distendere le molle e si trasforma in forza viva; soltanto in un secondo tempo, e in quanto la spinta iniziale sia stata sufficiente, avviene il rovesciamento completo del telaio a molle e l'apertura dell'interruttore; in caso di insufficiente spinta, imputabile a deficienza di tensione, la reazione delle molle riporta il sistema nella posizione di *chiuso* e la manovra si ripete automaticamente con o senza l'intervento del limitatore di sicurezza, secondo le condizioni del momento.

Il limitatore termico di tempo (fig. 4) ha lo scopo di proteggere il solenoide in tutti quei casi in cui per una ragione qualunque e di solito per sensibile deficienza di tensione, il funzionamento dell'interruttore non può avvenire nè in un senso nè nell'altro e quindi il solenoide rimane sotto corrente e inevitabilmente brucia. Consiste in un filo d'acciaio dolce, fissato con un estremo alla base dell'apparecchio e con l'altro estremo al braccio corto di una leva di primo genere, il cui braccio lungo porta a mezzo di un doppio snodo con molla oscillante intorno ad un punto morto (e ciò per trasformare il movimento lento in uno scatto) il contatto mobile poggianti su quello fisso.

Tanto l'uno che l'altro di questi contatti sono di carbone, ma a quello fisso è applicata una lastrina ricurva di similoro, che viene a formare un contatto di testa contro quello mobile

quando il contatto frontale di carbone diventa inefficace perché si avvicina al punto morto del sistema mobile. Un braccio ad angolo retto, solidale con la leva, termina ad una molla antagonista regolabile, sempre tesa, la quale in seguito al riscaldamento e conseguente allungamento del filo, percorso in serie dalla corrente del solenoide, si contrae e con ciò provoca la rotazione della leva intorno al suo fulcro e l'apertura del contatto: il successivo raffreddamento del filo opera inversamente, con un movimento simmetrico del sistema a snodo, ottenuto a mezzo di un piuolo fisso e regolabile, che fa cinematicamente le veci del contatto fisso.

L'apparecchio è sensibile qualunque sia il valore della tensione ed interrompe il circuito in un tempo inversamente proporzionale al valore stesso (dalla frazione di un secondo a cinque o sei secondi) richiudendolo dopo 15-20 secondi. Se la tensione è normale o poco più bassa, il funzionamento istantaneo del solenoide, con la conseguente apertura dei contatti propri, non dà al limitatore il tempo di intervenire; mentre se la tensione è sensibilmente più bassa, questo interviene una o più volte automaticamente aprendosi e richiudendosi, e differendo il funzionamento fino al ripristino di una tensione sufficiente, con che mantiene la bobina ad un regime di temperatura tollerabile, qualunque sia il valore della tensione e per un tempo indeterminato. In caso eccezionale, in cui il mancato funzionamento sia dovuto, per esempio, ad impedimento meccanico, la fusione del filo di acciaio, che funziona come una comune valvola tarata, salva ugualmente la bobina.

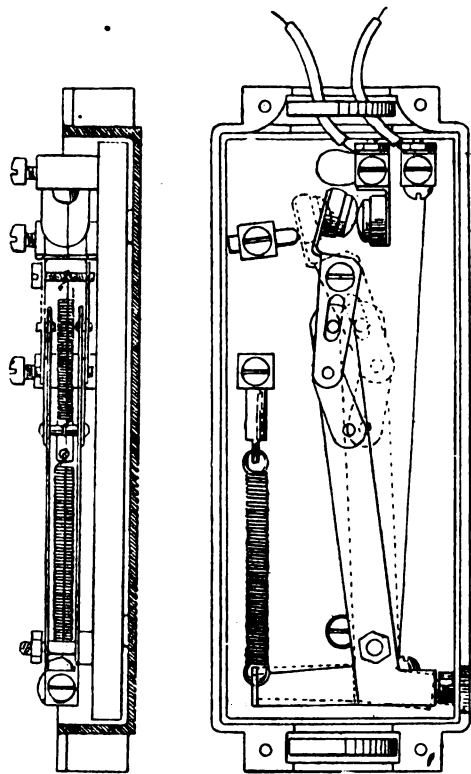


Fig. 4. — Limitatore termico di tempo per la protezione del solenoide.

Nonostante l'apparente complessità di questo insieme di dispositivi, che del resto è in rapporto con quella dei requisiti che si richiedono (promiscuità delle funzioni di servizio e di comando dei circuiti principali, assenza di rumori o ronzii molesti, che non permetterebbero di applicare gli apparecchi su stabili privati, indipendenza di spegnimento e insensibilità alle interruzioni; possibilità di funzionamento in condizioni largamente varie di intensità di corrente e di tensione e differimento automatico e replicato in caso di eccessiva deficienza di tensione, protezione sicura degli apparecchi in ogni caso) — essi funzionano con la massima sicurezza e regolarità, come è dimostrato dalla quasi nessuna cura che richiedono, tanto che un solo operaio, oltre alla manutenzione degli apparecchi in opera e alla eventuale loro riparazione in officina, accudisce a 57 di tali dispositivi completi, ciascuno composto dei tre apparecchi sopra descritti, dei quali la maggior parte in funzione da anni, e può accudire senza sforzo a varie altre incombenze, quali la manutenzione di tutti i trasformatori autoregolatori da 4 kVA che alimentano i circuiti comandati, sparsi per le varie cabine periferiche della città, il loro equipaggiamento, le connessioni, ecc.,

come pure al controllo del funzionamento complessivo di tutto l'impianto, all'accensione ed allo spegnimento, alla eventuale riparazione di urgenza di qualsiasi circuito che risultasse inattivo all'accensione, ecc.

5. - Sostegni - Condutture - Armature - Portalampe - Lampade.

Le lampade, lungo i corsi principali e nelle strade secondarie del centro fino alla vecchia circoscrizione, sono generalmente disposte sopra sospensioni lungo l'asse stradale, ad un'altezza variabile da metri 4,50 per le minori intensità, a metri 8 per le massime, ed alla distanza media rispettiva di metri 33 e metri 40; soltanto nelle piazze e nelle strade più ampie le lampade sono portate da candelabri a pastorali, od a cetra lungo i lati della strada, come per esempio in Foro Bonaparte, Quartiere Magenta, Corso Porta Vittoria, ecc., ed in tal caso la conduttura è in cavi sotterranei, mentre per le lampade sospese, e ad eccezione del tratto in partenza dalla sottostazione Gadio sino al *montante*, è aerea. Nell'uno e nell'altro caso i conduttori hanno il diametro di 4 mm (12,56 mmq) per i circuiti principali a 9,6 ampere e sono isolati per 2500 volt di esercizio; i conduttori dei circuiti da 6,6 ampere hanno il diametro di 2,5 mm e sono ricoperti con due strati di cotone e vernice isolante.

Nelle zone esterne della città prevale l'uso del candelabro a pastorale, salvo in alcuni corsi principali, come per esempio in Corso Buenos Ayres, in Corso Indipendenza, ecc., e per le lampade di piccola intensità luminosa (60 e 100 candele) sono stati utilizzati in prevalenza gli ex candelabri da gas, completati con l'aggiunta di un semplice pastorale.

In queste zone la distribuzione è completamente aerea, salvo i montanti di uscita dalle cabine di alimentazione; ed i conduttori sono dei tipi e sezioni sopra indicati.

Gli apparecchi di manovra delle lampade sono stati conservati, dove già esistevano per le lampade ad arco; ma si tende mano mano ad eliminarli, e si eliminano specialmente gli apparecchi delle sospensioni con discesa delle lampade al fianco delle strade, per i quali l'uso quotidiano era condizione indispensabile per mantenerli, non sempre riuscendovi, in efficienza.

Nei nuovi impianti, le lampade sono fisse e la manutenzione si esegue a mezzo di leggere scale facilmente trasportabili, a due ruote, distribuite nei vari settori, o anche con scale a mano.

Le armature sono di due tipi: l'uno a caminetto, con cappello in ghisa per le lampade da 400 e 1000 candele, l'altro a largo riflettore piano, con ondulazioni radiali per le lampade da 60 a 200 candele; l'uno e l'altro sono di speciale e robusta costruzione, smaltati internamente ed esternamente e completati da un globo leggermente opalino.

Il portalampe (fig. 5) è di tipo unico per tutte le lampade e consta di due parti, delle quali una resta fissata all'armatura e porta i morsetti di attacco alla linea e l'altra, che porta la lampada con attacco Goliath è congiunta alla prima ad innesto; un dispositivo multiplo di corto circuito permette il ricambio delle lampade senza togliere corrente dal circuito; ed una valvola di tensione, collocata nell'innesto di cui sopra, ristabilisce automaticamente la continuità del circuito in caso di rottura del filamento della lampada; è costituita da due dischetti di alluminio con interpostovi un sottile strato di isolante.

Le lampade sono tutte del tipo 1/2 watt in gas inerte rarefatto e hanno le seguenti intensità e consumi specifici.

| | | |
|----------|--------------|------------|
| 580 Watt | 1000 candele | 9,6 ampere |
| 230 » | 400 » | 9,6 » |
| 120 » | 200 » | 6,6 » |
| 75 » | 100 » | 6,6 » |
| 48 » | 60 » | 6,6 » |

Torna qui opportuno accennare che l'Azienda non si è disinteressata degli apparecchi che man mano sono stati proposti quali atti ad ottenere una più razionale distribuzione della luce, come sarebbero i così detti diffusori o rifrattori diottrici o prismatici, ritornati recentemente in voga sotto il titolo di Olophan, i quali, appoggiandosi sulle note leggi della rifrazione e della riflessione totale, si propongono il lodevole intento di ottenere da una qualsiasi lampada ad incandescenza il razionale diagramma di distribuzione di luce che la defunta lampada ad arco dava quasi spontaneamente.

Fin dal 1913 l'Azienda prendeva in esame su campioni originali il sistema della G. E. C. che sotto il titolo di «Nova Lux»

comprendeva due applicazioni e cioè l'uso di lampade ad elevata intensità di corrente (15 ampere fino a 600 watt, e 20 ampere oltre i 600 watt) ottenuta con auto trasformatore collocato nel cappello della stessa armatura e quello dei rifrattori con o senza l'aggiunta di un globo opalino.

Nè l'una nè l'altra di queste innovazioni incontrò il favore dei tecnici dell'Azienda: la prima, perchè l'alto rendimento che con essa si cercava di raggiungere risultò effimero, venendo presto scontato col rapido decrescere del rendimento stesso e della luminosità complessiva della lampada; la seconda perchè si trattava di un'applicazione che può dare risultati interessanti, in condizioni ideali di funzionamento realizzabili solo in laboratorio od in ambienti chiusi ma non nella pratica quotidiana di un grande impianto stradale in una città d'intenso traffico.

Per un impianto simile ha grande importanza la buona manutenzione e la pulizia degli apparecchi, il che non può ottenersi in modo generale e durevole se non con la massima semplicità. A parte la spesa, un rifrattore dei migliori, che pesa 4 kg. ed è costituito da due tazze di cristallo compenstrate, coi bordi combaciati, con interposizione di guarnizioni di piombo e amianto, con le superfici affacciate striate, l'una a paralleli e l'altra a meridiani, subisce in breve tempo un ingiallimento e un appannamento delle superfici stesse per l'inevitabile introdursi tra di esse delle parti più volatili delle impurità atmosferiche, generalmente costituite da particelle incombuste di carburanti e lubrificanti favorito da quella specie di respirazione che si produce nella cavità compresa fra i due involucri per effetto delle alternative di caldo e freddo, cui detti apparecchi sono esposti, non potendosi riuscire ad una ermetica tenuta delle guarnizioni.

Inoltre, l'effetto che si ottiene non è sembrato gradevole per la crudezza della luce, aggravata dalla rifrazione e per ammorbidire la quale si richiede ugualmente l'aggiunta di un globo opalino.

Infine, la necessità di centrare il filamento luminoso rispetto al sistema diottrico e le relative difficoltà pratiche dovute alle differenti forme e dimensioni delle lampade, quando si passa da un tipo all'altro o da un costruttore all'altro, ed alla facile deviazione del portalampe ad innescare

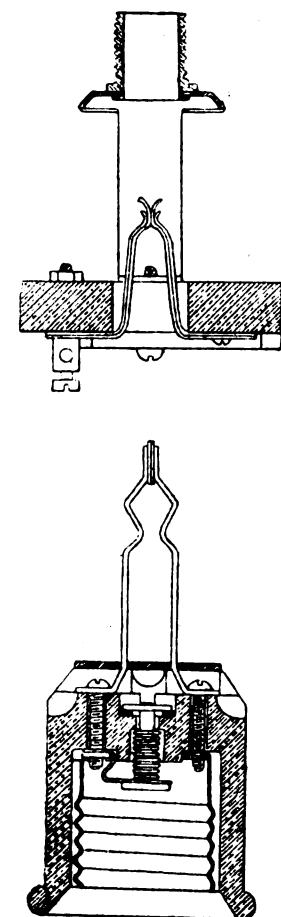


Fig. 5. — Portalampe per illuminazione in serie.

sto, contribuiscono a togliere al sistema quella praticità che è necessaria per applicazioni su vasta scala.

Non mancano altri tentativi tendenti ad ottenere il medesimo scopo con altri mezzi più semplici, da parte di case americane o tedesche, con particolare riguardo all'illuminazione stradale, ma nessun sistema è sembrato finora che offrisse tale superiorità, con mezzi semplici e comuni, da determinare l'adozione.

6. - Consistenza attuale dell'impianto.

L'impianto attuale di Milano comprende 10.840 lampade così ripartite:

| | |
|----------------------------|---------|
| 1000 candele a tutta notte | N. 1438 |
| id. a mezza notte | » 517 |
| id. estive | » 5 |
| 400 candele a tutta notte | » 498 |
| id. a mezza notte | » 77 |
| id. estive | » 68 |
| 200 candele a tutta notte | » 573 |
| id. a mezza notte | » 68 |
| 100 candele a tutta notte | » 6746 |
| 60 id. id. | » 698 |
| 50 id. id. | » 152 |

Le lampade sono raggruppate in 244 circuiti aventi uno

sviluppo complessivo di circa 1000 km., di cui solamente un quinto a condutture sotterranee.

Si hanno:

N. 60 circuiti principali del tipo *a* comprendenti 2603 lampade da 1000 e da 400 candele a 9,6 ampere, con tensione massima in circuito di 2500 volt, alimentati direttamente dalla Gadio da altrettanti trasformati auto-regolatori dei quali si ha naturalmente una riserva.

N. 76 circuiti secondari del tipo *b* comprendenti 1579 lampade da 200, 100, e 60 candele a 6,6 ampere, con tensione massima di circuito 375 volt, pure alimentati dalla sottostazione Gadio per mezzo di trasformati di corrente da 9,6 ampere a 6,6 ampere, sono distribuiti variamente in serie su trenta dei circuiti principali e hanno, come già detto, la potenza di 0,5, 1, e 2 kVA oltre quelle intermedie ottenibili con la combinazione di questi tre tipi.

N. 104 circuiti comandati, dei tipi *c* e *d* comprendenti 6375 lampade da 200, 100 e 60 candele a 6,6 ampere, con tensione massima in circuito di 600 volt sono alimentate rispettivamente da 53 cabine periferiche, per mezzo di altrettanti trasformati auto-regolatori da 4 kVA installati in gruppi fino a 5 in tali sottostazioni e comandati direttamente od in cascata dalla sottostazione Gadio a mezzo di 53 dispositivi completi di comando distribuiti variamente fra 21 circuiti principali.

Si hanno inoltre 4 circuiti in derivazione a 160 volt, comprendenti 283 lampade da 50 e 200 candele, alimentate da 3 cabine nel centro della città e comandati pure direttamente dalla Gadio a mezzo di 4 dispositivi di comando.

La potenza totale assorbita, comprese le perdite di trasformazione e la dissipazione nelle linee, è di 1800 kW. circa, dei quali 1300 circa attraverso la Gadio ed il resto attraverso le altre sottostazioni o cabine della rete.

7. - Dati sul consumo e sull'esercizio.

Per seguire da vicino l'influenza che i vari fattori esercitano sulla durata media delle lampade: varietà di tipi, difetti di fabbricazione, vicende atmosferiche, ecc., sono istituiti dei registri di officina tenuti rigorosamente aggiornati dai quali risultano, fra l'altro, le seguenti medie, estese, per ciò che riguarda i ricambi e le durate, a vari anni di esercizio.

| lampade da cand. | consumo medio giornaliero attuale | ricambio medio annuo per lampada installata | durata media in ore |
|------------------|-----------------------------------|---|---------------------|
| 1000 | 5,04 | 0,93 | 3.464 |
| 400 | 1,42 | 0,79 | 4.153 |
| 200 | 2,04 | 1,15 | 3.085 |
| 100 | 13,39 | 0,72 | 5.178 |
| 60 | 0,57 | 0,30 | 12.506 |
| 50 (160 V) | 2,32 | 5,57 | 672 |

Da questo prospetto si possono trarre alcune interessanti deduzioni: anzitutto la durata delle lampade in serie, col sistema adottato, risulta almeno otto volte maggiore di quella delle lampade in derivazione, specialmente per le piccole intensità; tale durata, in grosso modo, può ritenersi che sia in ragione inversa dell'intensità, ed è minore per le lampade da 1000 candele e maggiore per quelle da 60; anzi queste ultime hanno una durata esagerata, cioè per mantenerle ad un grado di efficienza tollerabile, occorre anticiparne il ricambio, eliminando le lampade che hanno perduto in modo sensibile l'intensità luminosa. In sostanza, le caratteristiche di questo ultimo tipo di lampade, andrebbero rivedute da parte dei costruttori.

Lo stesso può dirsi per il tipo da 200 candele, il quale, nella scala delle durate, non occupa il posto che gli competerebbe; si rivela cioè difettoso per una ragione opposta a quella rilevata per il tipo da 60 candele.

In complesso i tipi che meglio rispondono allo scopo, risultano quelli da 1000, 400 e 100 candele che formano del resto le lampade più numerose e per le quali la durata riesce in ragione inversa al rispettivo rendimento, e probabilmente in ragione inversa della temperatura alla quale viene spinto il filamento. Si ha così una nuova prova del fatto, rilevato anche per altra via (influenza delle variazioni climatiche, ecc.) che allo stato attuale della tecnica, rendimento e durata delle lampade, sono ancora elementi antitetici, per cui non si può migliorare l'uno senza sacrificare l'altro: entrambi hanno importanza tecnica ed economica notevole, specialmente per un grande impianto, dai risultati del quale i costruttori potrebbero trarre, come da un vasto campo sperimentale non realizzabile

nei laboratori, utili suggerimenti per regolarsi nella produzione.

Naturalmente la condizione ideale sarebbe che le lampade si eliminassero da sè stesse quando la loro efficienza luminosa si fosse abbassata al disotto del 75 ad 80 per cento di quella iniziale; e perchè ciò possa ottenersi in via di massima si dovrebbe tendere ad aumentare il rendimento dei tipi di piccola intensità luminosa in confronto a quelli di grande intensità, in modo da ottenere un rendimento eguale per tutti i tipi.

Il consumo dei globi, al contrario di quanto si verificava con le lampade ad arco, è divenuto trascurabile, tanto che la generalità delle lampade intensive di prima installazione, sostituite alle lampade ad arco, è tuttavia provvista, dopo quasi un decennio di funzionamento, degli antichi globi Thomson-Houston o Brush, opportunamente adattati. Si può calcolare in media il ricambio di un globo per ogni 10 lampade installate, all'anno.

Nelle zone esterne della città, dove i globi sarebbero esposti più facilmente a rotture, vengono sostituiti con gabbie metalliche a rete.

Agli effetti della manutenzione ordinaria, controllo, cambio lampade, pulizia globi, ecc. tutto l'impianto è diviso in 10 settori, dei quali 3 entro la cerchia della vecchia circonvallazione e 7 esternamente a questa, verso la periferia.

Ciascun settore, comprendente circa 1000 lampade, è affidato ad un solo operaio; sono dunque in tutto 10 operai più 2 per i turni di riposo.

La pulizia dei globi viene fatta in ragione di 200 globi al giorno, compresi i festivi, cioè con una frequenza media di una volta ogni 50 giorni, la quale si è manifestata sufficiente per una buona manutenzione, ove si consideri che se esistono strade molto battute, specie nel centro della città, le quali richiedono ed hanno una manutenzione più intensa, vi sono in compenso molte strade esterne poco frequentate, per le quali una manutenzione anche meno frequente si è mostrata sufficiente.

Per la manutenzione ordinaria dei trasformatori dei settori esterni e degli apparecchi di comando e guardia per le riparazioni d'urgenza ai circuiti, sono adibiti due operai; mentre un operaio col suo aiutante è occupato in officina, per il montaggio e riparazioni delle armature e apparecchi.

Il servizio di manutenzione straordinaria, riparazioni di terre, corti circuiti, interruzioni di circuiti, spostamenti, modifiche, ecc., occupa altri 13 operai.

Complessivamente il servizio impiega dunque per la parte esercizio in cifra tonda 30 operai con due assistenti, oltre il personale di officina addetto alla manovra, al controllo di isolamento e continuità dei circuiti principali e secondari, ecc.; ma questo è lo stesso personale che attende nella stessa sottostazione di via Gadio al servizio tramviario e le sue prestazioni per il servizio di illuminazione possono equipararsi a quelle di un elettricista ed un manovale.

8. - Tariffe e costo del servizio.

Il Comune di Milano paga all'Azienda per l'illuminazione pubblica, compresi tutti i servizi, i prezzi seguenti:

| | | |
|----------------|--------------------|-----|
| Lampada-ora da | 1000 candele cent. | 22 |
| id. | 400 | 11 |
| id. | 200 | 5,7 |
| id. | 100 | 3,5 |
| id. | 60 | 2,7 |
| id. | 50 | 2,5 |

In base a queste cifre, ed alle ore di funzionamento, (3752 ore per le lampade a tutta notte, e 1875 per quelle a mezza notte) l'importo totale annuo del servizio attuale, ammonta a circa due milioni di lire, corrispondenti ad una media di circa L. 3 per abitante.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

□ VARIAZIONI DI TEMPERATURA E DI EMISSIONE ELETTRONICA DI UN FILAMENTO DI TUNGSTENO RESO INCANDESCENTE DA CORRENTE ALTERNATA □

M. PARIS



Comunicazione per la XXIX Riunione Annuale dell'A. E. I.
Spezia - Settembre 1924

I. - Preliminari.

Scopo di questa ricerca è di determinare l'ampiezza ed i limiti dell'intervallo di variazione di temperatura in un filamento di tungsteno, portato, nel vuoto, ad alta temperatura dal passaggio di una corrente.

Il mezzo prescelto per eseguire la determinazione cercata è stato quello di dedurre il valore della temperatura dalla intensità della emissione elettronica da parte del filamento. Tra i diversi tipi di valvole termoioniche, il più conveniente per le prove in questione, pur presentando anch'esso, per la speciale ricerca, difficoltà ed inconvenienti di cui si dirà in seguito, si è dimostrato il triodo del tipo I. E. R. T. (Istituto Elettrotecnico e Radiotelegrafico della Regia Marina), che si è usato come diodo collegando insieme l'anodo e la griglia. Il tipo di triodo utilizzato per l'esperienza ha un filamento di lunghezza 20 mm e diametro 0.058 mm; la tensione normale di accensione è di volt $3,6 \div 3,9$ cui corrisponde una corrente di $0,70 \div 0,75$ A.

II. - Misure con corrente continua.

La resistenza ohmica del filamento, misurata per intensità di corrente tendenti a zero ed alla temperatura ambiente di 20° , è risultata di $0,472 \Omega$.

La figura 1 mostra lo schema del circuito realizzato per le misure di resistenza a caldo e di emissione elettronica, essendo il filamento alimentato con corrente continua.

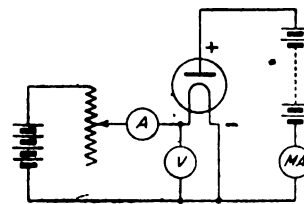


Fig. 1. — Schema di circuito per le misure di emissione elettronica con tensione anodica continua.

Nel circuito anodico si sono inseriti un milliamperometro Weston ed una batteria di accumulatori, la cui tensione si è aumentata fino a raggiungere la saturazione della corrente elettronica, ossia fino a raccogliere tutti gli elettroni emessi dal filamento, anche con accensione forzata. Nel circuito di accensione si sono posti un voltmetro Weston e un amperometro elettrodinamico Paul: questo stesso amperometro è stato adoperato per tutte le misure anche con corrente alternata, essendosi sempre assunto il valore efficace della corrente di accensione come variabile indipendente.

In figura 2 sono riportati i risultati di queste misure: la curva $\frac{R_t}{R_{20}}$ esprime la relazione di dipendenza che lega il rapporto fra resistenza a caldo R_t e resistenza a 20° R_{20} alla corrente di accensione. In base ad essa si è dedotto il modo di variare della temperatura centigrada e costruito il relativo diagramma $t=f(I_{acc})$ coll'aiuto della curva rappresentata in fig. 3, la quale indica il modo di variare di t in funzione di $\frac{R_t}{R_{20}}$ per il tungsteno ed è stata appositamente costruita utilizzando i dati forniti dal Langmuir ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ IRVING LANGMUIR - Radiation from Tungsten Filaments and the Mechanical Equivalent of Light - The Physical Review 1916, Vol. VII, Serie II N. 1, pag. 152.

Il rapporto $\frac{R_t}{R_{20}}$ è stato in prima approssimazione identificato con quello delle resistenze specifiche alle stesse temperature, trascurando la dilatazione del tungsteno, che è del resto meno dell'uno per cento per aumenti di temperatura di oltre 1500°⁽²⁾ e trascurando per ora la disuniformità di temperatura lungo il filamento, di cui si fa cenno più oltre.

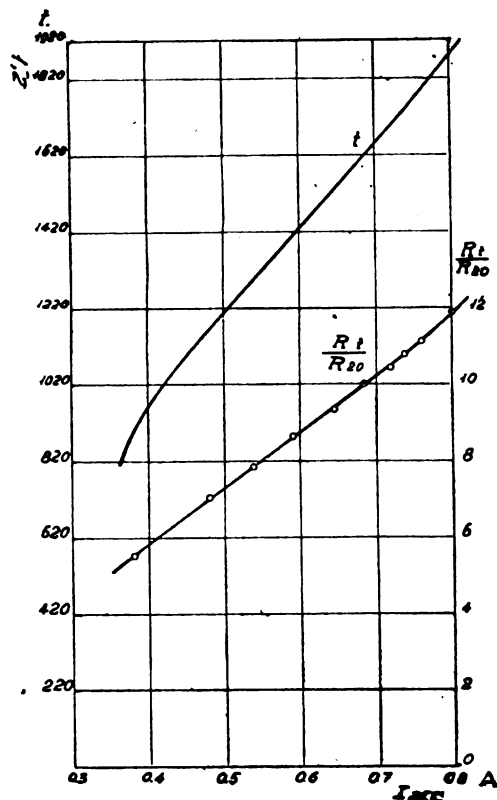


Fig. 2. — Variazione di $\frac{R_t}{R_{20}}$ e di t in funzione della corrente di accensione.

Dalla curva t in fig. 2 e dalla curva segnata a tratti in fig. 6, che esprime la relazione tra la corrente continua di accensione del filamento e la sua emissione elettronica (la tensione anodica era mantenuta costante ed eguale a 320 volt), eliminando la variabile corrente di accensione si è dedotta la curva $I_{\text{elettronica}} = f(T)$, relazione tra la temperatura asso-

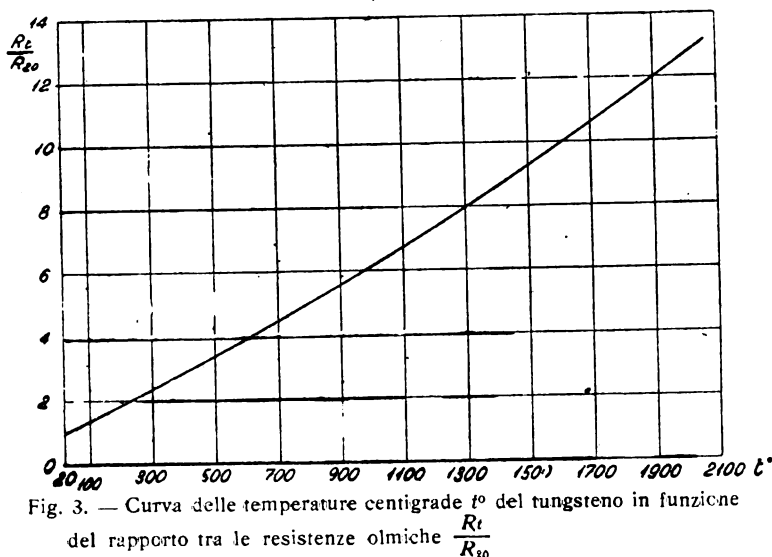


Fig. 3. — Curva delle temperature centigrade t° del tungsteno in funzione del rapporto tra le resistenze ohmiche $\frac{R_t}{R_{20}}$

luta del filamento e la sua emissione elettronica (fig. 4). Questa curva ha, come è noto, per equazione un'espressione del seguente tipo (formula del Richardson): $I_{el} = a \sqrt{T} e^{-\frac{b}{T}}$ dove a e b sono due costanti⁽³⁾.

(2) I. LANGMUIR - The characteristic of Tungsten Filament as function of Temperature. *The Physical Review*, 1916, Vol. VII, Serie II, N. 3, pagina 302.

(3) I. LANGMUIR - La pura scarica elettronica e le sue applicazioni alla telegrafia e alla telefonia senza fili. — *L'Elettrotecnica*, Vol. II, N. 32, 15 novembre 1915, pag. 714.

Il Langmuir dà per esse nel caso del tungsteno i seguenti valori: $a = 23,6 \cdot 10^9$; $b = 52.500$; T è la temperatura assoluta e I la corrente in milliampere riferita ad un cm² di superficie emittente. La curva in fig. 4, rilevata sperimentalmente, dà invece (trascurando di considerare per ora la costante a) per b un valore minore e precisamente $b = 36.000$.

Devesi al riguardo osservare che il filamento del diodo è di breve lunghezza (20 mm) e saldato ai suoi estremi a due sostegni metallici che vanno ai morsetti del circuito di accensione; perciò quando è arroventato dalla corrente, la sua temperatura non è affatto uniforme, ma va da un minimo, nel punto d'attacco, prossimo alla temperatura ambiente, ad un massimo nel punto di mezzo. Anche l'emissione elettronica varia da punto a punto del filamento, e quindi tutti i valori, misurati nel modo descritto, di emissione elettronica e di temperatura non sono che valori medi, cioè, valori inferiori a quelli reali per la parte centrale del filamento incandescente, e superiori a quelli reali per le parti estreme. Se si adoperano valvole o lampade con filamento di lunghezza sempre maggiore, l'influenza degli estremi diventa sempre meno im-

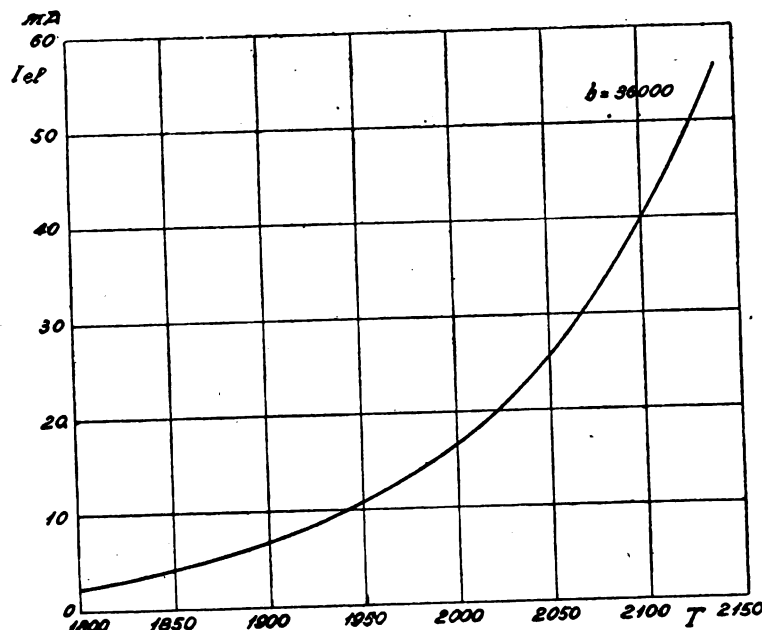


Fig. 4. — Relazione fra la temperatura assoluta media e l'emissione elettronica di un filamento di tungsteno.

portante, ed in parecchi tipi di ordinarie lampadine a filamento metallico si può ritenere trascurabile nei limiti di approssimazione delle misure. Si sarebbe potuto utilizzare tale tipo di filamenti trasformando opportunamente le lampade in diodi, per eliminare così l'inconveniente delle disuniformità già nominate, ma si sarebbe introdotta un'altra causa d'incertezza. Bisogna infatti considerare che lungo il filamento d'una lampada ordinaria a filamento metallico ha luogo una caduta di tensione dello stesso ordine di quella anodica, ed allora sarebbe risultata mal definita e variabile da punto a punto la differenza di potenziale tra anodo e filamento; ciò che avrebbe introdotto incertezze e difficoltà ancora maggiori di quelle dovute alla disuniformità di temperatura.

La disuniformità della temperatura lungo il filamento del diodo spiega, almeno qualitativamente, il minor valore di b ricavato da queste esperienze in confronto con quello teorico. Infatti, sulla base dei diagrammi di distribuzione di temperatura rilevati dall'Ing. Matteini e cortesemente comunicati in precedenza⁽⁴⁾, si è potuto ricavare mediante la curva teorica del Richardson (con $b = 52.500$) il diagramma di emissione elettronica lungo il filamento per diverse correnti di accensione. Integrando i diagrammi di temperatura e quelli di emissione elettronica e calcolando le medie corrispondenti ed operando su questi valori medi per ricavare un nuovo esponente della espressione del Richardson, si è constatato che b risulta sensibilmente inferiore all'esponente teorico, come è appunto indicato dalle esperienze.

Tenuto conto delle limitazioni ora esposte, tutti i risultati di questa ricerca sono riferiti, quando non sia esplicitamente detto il contrario, ai valori medi istantanei relativi a tutta la

(4) C. MATTEINI - Progetto di tubi elettronici per radiotelegrafia. - Comunicazione alla XXIX Riunione dell'A. E. I.

lunghezza del filamento, così per la temperatura, come per la emissione.

III. - Misure con corrente alternata.

Se si fa percorrere, in un circuito opportunamente predisposto (fig. 5), il filamento del diodo da una corrente alternata di bassa frequenza, mentre è applicata una elevata tensione anodica costante, la corrente anodica non è più una corrente continua, ma, pur conservando sempre lo stesso verso, varia periodicamente d'intensità con una *frequenza doppia* di quella della corrente di accensione. Vari tentativi si sono fatti per poter misurare le variazioni di questa corrente elettronica, prima, tentando di separare la componente continua da quella alternata, per mezzo di trasformatori di tensione o di corrente, poi, applicando al circuito anodico una tensione alternativa ed adoperando un variatore di fase per poter variare la fase della tensione anodica rispetto alla fase dell'emissione elettronica e misurarne i valori medi, massimi e minimi; da ultimo, misurando direttamente i valori massimo e minimo della corrente sotto tensione anodica costante; e ciò mediante il metodo balistico, che è stato descritto altrove⁽⁵⁾. I risultati ottenuti con quest'ultimo metodo sono apparsi i più precisi e più attendibili; qui di seguito si espongono e si mostra come siano serviti a raggiungere rapidamente lo scopo prefisso.

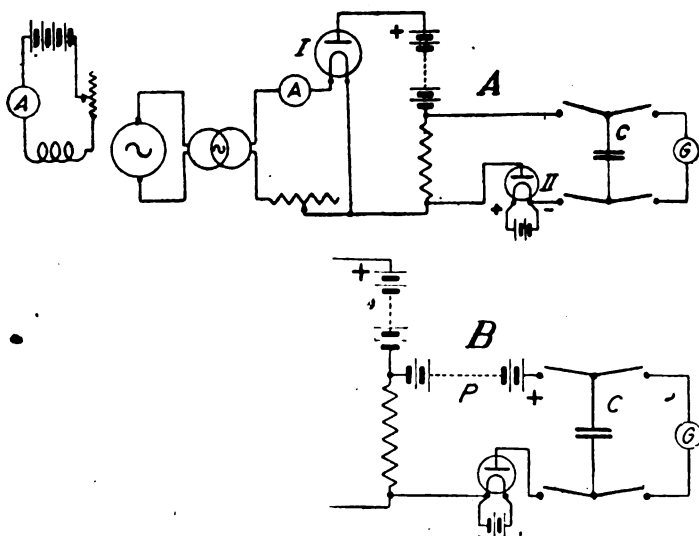


Fig. 5. — Schema dei circuiti per la misura dei valori massimi (A) e dei valori minimi (B) di corrente anodica.

La fig. 5 rappresenta lo schema dei circuiti realizzati per eseguire le misure balistiche; il diodo *I* ha il filamento alimentato dal secondario di un trasformatore abbassatore, il cui primario è alimentato da una convertitrice funzionante da alternatore. Questa è a sua volta azionata da un motore a corrente continua, alimentato da una batteria di accumulatori; di esso si può far variare la velocità tra limiti molto ampi in modo da ottenere dall'alternatore frequenze comprese ad es. fra 10 e 50 periodi. La corrente di accensione è regolabile per mezzo di un reostato ed è misurata dallo stesso amperometro elettrodinamico *Paul A* della fig. 1. Nel circuito anodico sono inserite una batteria di 160 accumulatori, in modo da avere una differenza di potenziale che si è già verificata esuberante per produrre l'effetto di saturazione della corrente elettronica e tale per altro da non danneggiare il diodo, ed una resistenza antinduttiva di 1000 Ω , la cui influenza è assolutamente trascurabile in confronto con la resistenza interna del diodo. Agli estremi di questo reostato si deriva un circuito formato da un altro diodo *II* che funziona da valvola raddrizzatrice e da un condensatore in serie con esso. Scaricando il condensatore (che dopo un certo tempo si è caricato di una quantità di elettricità proporzionale al valor massimo della tensione ai capi del reostato e quindi anche proporzionale al valore massimo della corrente elettronica che si chiude attraverso il circuito anodico) sul galvanometro balistico *G*, dall'elongazione di questo si deduce, attraverso la costante determinata con apposita taratura, il valore massimo cercato.

Lo schema *A* vale per la misura dei valori massimi, lo schema *B* per la misura dei valori minimi. E' evidente che in

questo secondo caso l'elongazione del galvanometro è proporzionale alla differenza tra il valore noto di tensione dovuto alla batteria supplementare *P* e il valore dovuto alla caduta di tensione subita dalla corrente anodica lungo il reostato, in corrispondenza del valor minimo di essa, che viene così individuato. Particolare attenzione si è dovuta rivolgere all'isolamento delle varie parti del circuito. Come prova di controllo, oltre a numerose altre verifiche, tra cui quella di constatare che il condensatore non si caricava affatto coi diodi spenti, si è anche eseguita una serie di misure balistiche alimentando il filamento con corrente continua e verificando che con ambedue gli schemi della fig. 5 si ottenevano in questo caso valori di corrente anodica eguali fra loro ed eguali al valore letto direttamente per mezzo di un milliamperometro come nella fig. 1.

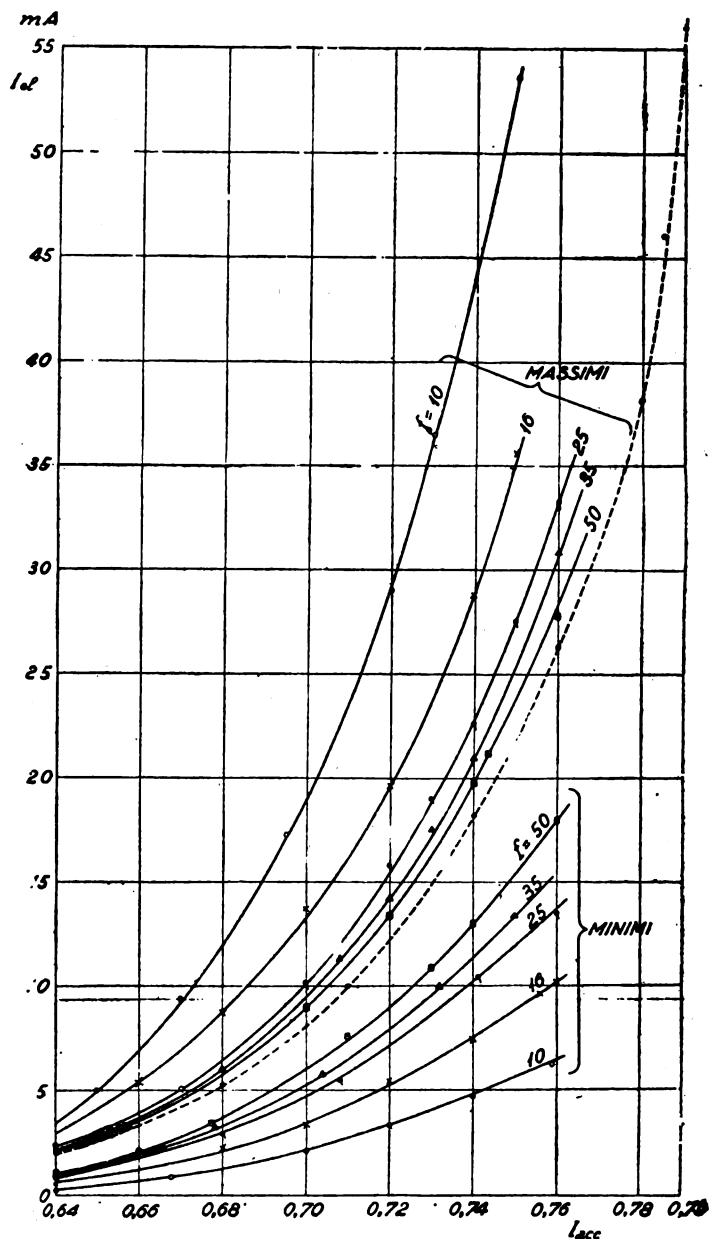


Fig. 6. — Valori massimi e minimi dell'emissione elettronica in funzione del valore efficace della corrente di accensione e per diverse frequenze.

Nella figura 6, che ha per ascisse la corrente d'accensione del filamento in valore efficace e per ordinate la corrente elettronica in *mA*, la curva a tratti è relativa alla accensione con corrente continua; le curve al di sopra di quella rappresentano i valori massimi dell'emissione elettronica alle frequenze di 50, 35, 25, 16, 10; quelle inferiori i valori minimi alle stesse frequenze. Dalla fig. 6 appare come le curve dei valori massimi e quelle dei valori minimi non siano equidistanti dalla curva a tratti: per es., per la frequenza 25, i valori massimi sono più vicini alla curva tratteggiata che non i minimi, per la frequenza 10 accade invece l'opposto. Ciò dipende dal fatto che la variazione di temperatura non è certamente sinusoidale, ma soprattutto dipende da ciò che la relazione tra emissione elettronica e temperatura non è lineare.

(5) M. PARIS - Misure balistiche di valori massimi di tensioni alternative per mezzo di diodi. — L'Elettrotecnica, 1924, Vol. XI.

Si può a questo proposito verificare che le coppie di valori massimi e minimi di emissione elettronica e quindi di temperatura, ottenuti per un dato valore efficace di corrente di accensione e per diverse frequenze, conducono a determinare per semplice media aritmetica (prescindendo cioè dalla legge di variazione nella durata del periodo) valori medi di po-

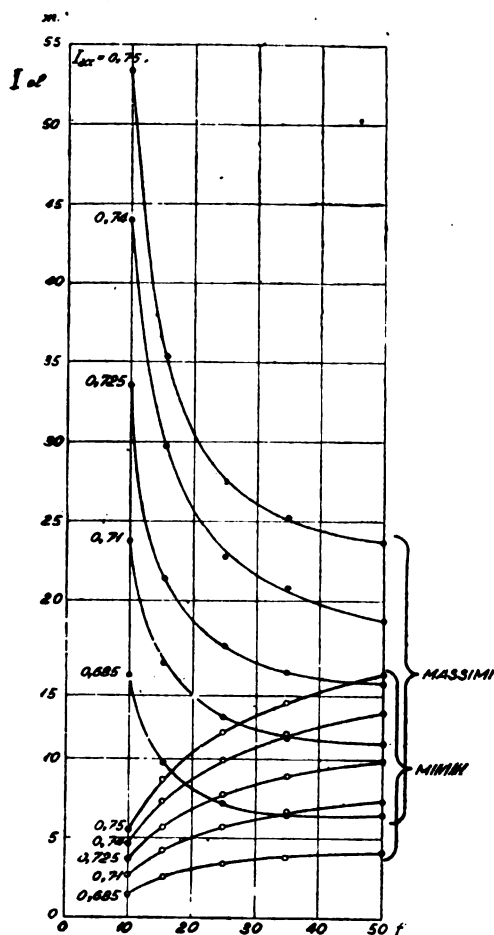


Fig. 7. — Ampiezza totale di variazione della emissione elettronica in funzione della frequenza e dell'accensione.

tenza irradiata abbastanza concordi fra loro. Infatti, a pari resistenza ed a pari valore efficace della corrente di accensione, la potenza consumata nel filamento è la medesima, qualunque sia la frequenza, ed è rappresentata in massima parte dalla potenza irradiata dal filamento stesso. Si considerino allora,

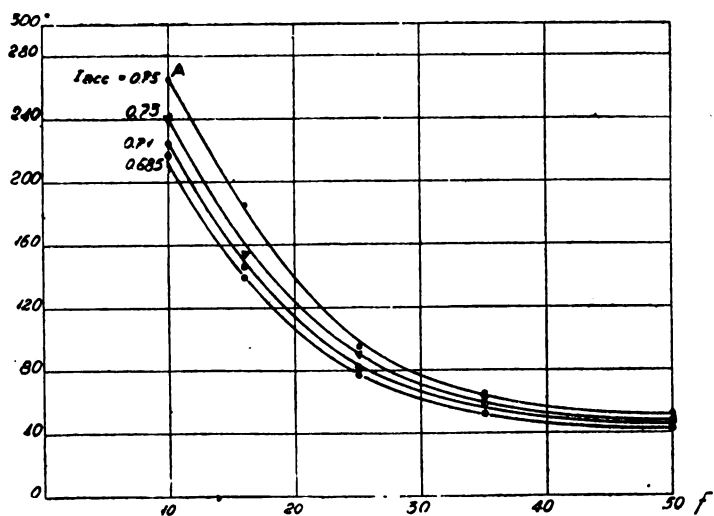


Fig. 8. — Ampiezza totale di variazione della temperatura in funzione della frequenza e dell'accensione.

ad esempio, i valori corrispondenti a una corrente di accensione $I_{acc} = 0,74$. I massimi ed i minimi di emissione elettronica con accensione a $f=25$ sono 22,85 e 10,15 mA (fig. 6), a cui corrispondono (fig. 4) le temperature assolute 2037 e 1945. Ammesso che la potenza irradiata vari con la 4ª potenza della temperatura assoluta, i valori corrispondenti sarebbero propor-

zionali alle quarte potenze di 2037 e 1945 ossia a $17,4 \cdot 10^{12}$ e $14,6 \cdot 10^{12}$, con una media aritmetica di $16,0 \cdot 10^{12}$. Ripetendo il calcolo per i valori corrispondenti alla medesima accensione, ma a $f=10$ si hanno i valori $20 \cdot 10^{12}$ e $12,1 \cdot 10^{12}$ con una media di $16,05 \cdot 10^{12}$ e la medesima media si ottiene ancora con i valori relativi ad $f=50$. Nel caso di accensione con corrente continua si ottiene una cifra leggermente diversa e precisamente $16,45 \cdot 10^{12}$, ma questa discrepanza, del resto assai leggera in confronto con l'approssimazione di queste misure, è perfettamente spiegabile coll'ipotesi che l'emissione di energia da parte del filamento non avvenga in funzione del tempo con legge tale, che permetta di ricavarne il valor medio per semplice media aritmetica fra il valor massimo ed il minimo della potenza istantanea.

IV. - Risultati.

Dalle curve in fig. 6 si sono dedotti i diagrammi che rappresentano i massimi e i minimi di emissione elettronica in

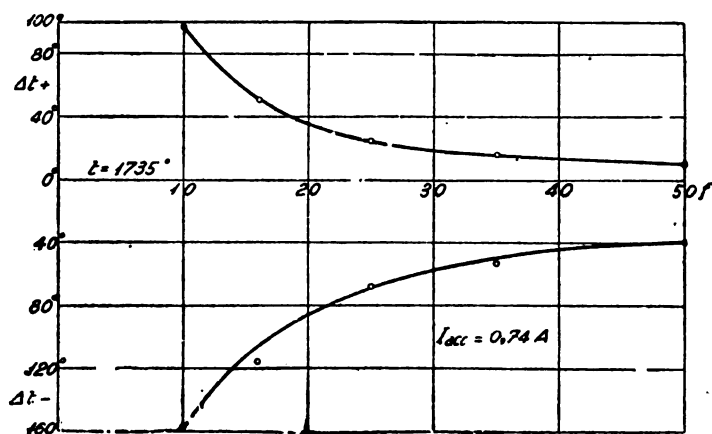


Fig. 9. — Valori massimi delle differenze di temperatura positive e negative rispetto alla temperatura di accensione con corrente continua.

mA (fig. 7), in funzione della frequenza e per i diversi valori della corrente di accensione. Partendo ancora dagli stessi risultati riportati in fig. 6 e con l'aiuto della curva in fig. 4, si sono costruite le curve aventi per ascisse la frequenza e per ordinate gli intervalli di variazione di temperatura del filamento (fig. 8); queste ordinate rappresentano, in gradi centigradi, l'ampiezza totale della variazione di temperatura, ossia la somma della sopraelevazione e dell'abbassamento della temperatura del filamento, alimentato a corrente alternata, rispetto alla temperatura che si ha in esso filamento, quando è reso incandescente da corrente continua di ugual valore.

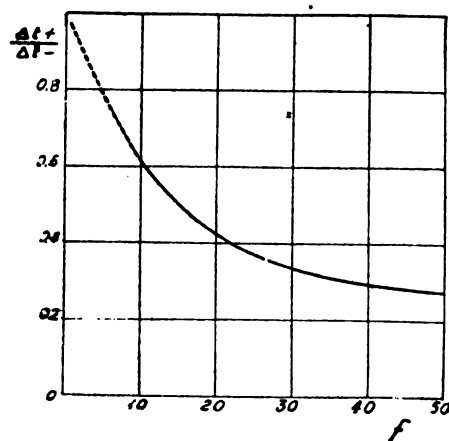


Fig. 10. — Curva del rapporto $\frac{\Delta t +}{\Delta t -}$ in funzione della frequenza.

Per la corrente normale di accensione del diodo, che è di 0,74 A, si sono tracciate due curve (fig. 9) desunte sempre nel solito modo ed aventi per ascisse i valori della frequenza di alimentazione e per ordinate le massime differenze di temperatura positive e negative del filamento rispetto alla temperatura costante che esso assume con corrente continua. Appare subito dalle due curve in fig. 9 come l'aumento di temperatura sia minore della diminuzione. Se si fa il rapporto tra l'aumento e la diminuzione in funzione della frequenza e si riportano i risultati in un diagramma (fig. 10) si vede come al

diminuire della frequenza, il rapporto tra l'aumento e la diminuzione di temperatura cresca e sembri tendere all'unità.

Il metodo esposto ha permesso di risalire dalla determinazione delle variazioni di emissione elettronica a quella delle variazioni di temperatura di un filamento reso incandescente da corrente alternata. Si è constatato che anche per un filamento di diametro non eccessivamente sottile (0.058 mm) e per la frequenza di 50 periodi, la variazione di temperatura non è affatto trascurabile, ed ammonta, con accensione moderata, ad una cinquantina di gradi. L'ampiezza di questa variazione ciclica della temperatura cresce leggermente al crescere dell'intensità di corrente di accensione e cresce rapidamente al diminuire della frequenza (*).

*Pisa, Gabinetto di Elettrotecnica della
della R. Scuola d'Ingegneria, luglio 1924.*

(*) La presente ricerca è stata eseguita per suggerimento del prof. G. Vallauri, al quale l'autore esprime i suoi ringraziamenti per la guida e per l'aiuto, di cui gli è stato largo.

□ VARIAZIONI DI TEMPERATURA E DI SPLENDORE DI UN FILAMENTO DI TUNG- STENO RESO INCANDESCENTE DA COR- RENTE ALTERNATA □ □ □ □ □

A. MENDICI



Comunicazione alla XXIX Riunione Annuale dell' A. E. I.
Spezia - Settembre 1924

Fra i vari metodi a cui si può ricorrere per misurare le variazioni di temperatura dei filamenti delle lampade ad incandescenza, alimentate con corrente alternata, si è dimostrato non privo di interesse, e suscettibile di dare risultati concreti, il procedimento descritto in questa nota, nel quale si utilizzano le misure fotometriche, ossia si deduce la cercata variazione di temperatura dalla variazione di splendore che essa produce nel filamento.

Il metodo non presenta in linea di principio alcuna particolare difficoltà. Per ciascuna lampada presa in esame si è scelta una posizione determinata ed invariabile rispetto all'asse del banco fotometrico e si è eseguita innanzi tutto una determinazione accurata del modo di variare dell'intensità luminosa in funzione della tensione e della corrente, e quindi anche della potenza, fornite al filamento sotto forma di corrente continua perfettamente stabile. La misura è fatta con strumenti elettrici di precisione e con un fotometro di Lummer e Brodhun mediante confronto con una serie di campioni secondari, costituiti da lampadine ripetutamente tarate.

Mediante misure al ponte di Wheatstone con intensità di correnti tendenti a zero, si determina la resistenza a freddo del filamento e la si riporta con la nota correzione alla resistenza R_0 corrispondente allo 0° della scala centigrada. Ricavato dalle misure precedenti il valore della resistenza R_t a caldo, è possibile risalire dal rapporto $\frac{R_t}{R_0}$ alla temperatura centigrada

del filamento, in base alla relazione che lega queste due grandezze attraverso il così detto « coefficiente di temperatura ». La relazione stessa è stata costruita graficamente (fig. 1) dall'ing. Paris servendosi dei dati pubblicati dal Langmuir. (1)

Per determinare le variazioni di splendore, quando il filamento è percorso da corrente alternata, si è interposto lungo l'asse del banco fotometrico, tra la lampadina in esame ed il fotometro, un oscuratore sincrono. Esso è costituito dalla corona circolare periferica di un disco di cartone nero, montato sull'asse (parallelo all'asse del banco fotometrico) di una piccola convertitrice tetrapolare, che viene avviata con corrente continua ed attaccata poi in parallelo come motore sincrono sopra un sistema trifase perfettamente equilibrato e stabile,

perchè alimentato da un alternatore da 20 kW tenuto in moto esclusivamente per queste esperienze. Il motorino sincrono (convertitrice) è fornito di smorzatori di Leblanc e, quando è ben regolato, non presenta traccia di moti pendolari, come risulta dalla perfetta stabilità delle indicazioni degli strumenti inseriti nel suo circuito di alimentazione. La corrente di accensione del filamento viene fornita ad esso attraverso un variatore di fase di precisione, alimentato naturalmente dal medesimo sistema trifase che fornisce corrente al sincrono. Il disco di cartone dell'oscuratore porta presso la periferia ed a distanze eguali 4 fori circolari identici che scoprono al loro passaggio la lampada in esame di fronte al fotometro. Poichè il sincrono è tetrapolare si hanno così due illuminazioni per ogni periodo della corrente, ossia una illuminazione per ogni periodo di variazione dello splendore e della temperatura, che variano evidentemente con frequenza fondamentale doppia di quella della corrente. Si è constatato che anche con frequenza di alimentazione 25, ossia con frequenza di illuminazione 50, l'occhio non avverte al fotometro una sensibile pulsazione di luce e la misura fotometrica per confronto col campione secondario può esser fatta con sufficiente approssimazione.

Con tal modo di procedere e facendo ruotare il variatore di fase (bipolare) di intervalli di 10°, ossia di $\frac{1}{36}$ del periodo di alimentazione e quindi di $\frac{1}{18}$ del periodo di illuminazione, si sono eseguite accurate serie, ciascuna di 19 determinazioni,

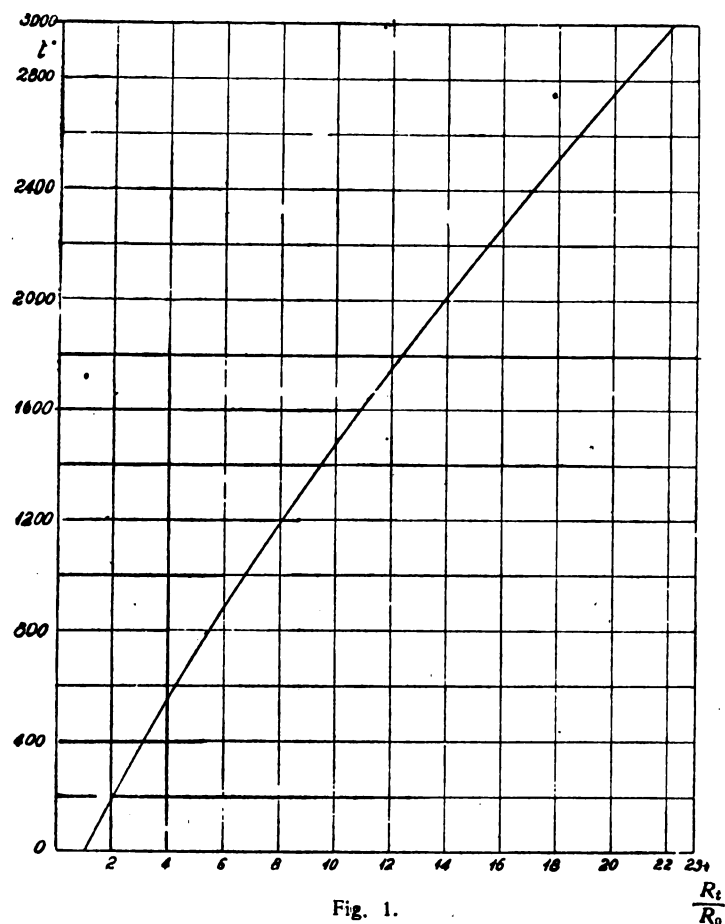


Fig. 1.

così da abbracciare un intero ciclo di variazione di temperatura. Ogni determinazione è media di sei letture distinte e indipendenti eseguite al fotometro. Per ogni condizione di accensione e per ogni frequenza sono state eseguite tre di tali serie, utilizzando campioni secondari diversi e riportando in diagramma per ciascuna ascissa la media dei valori dati dalle tre serie. Un esempio dei risultati di tale procedimento è rappresentato dalla fig. 2 che si riferisce ad una lampadina Philips da 150 V, 5 candele alimentata sotto tale tensione alla frequenza di 25 periodi.

I valori di intensità luminosa ottenuti in tal modo e misurati dalle ordinate dei diagrammi come quelli della fig. 2 non rappresentano naturalmente il valore istantaneo dell'intensità luminosa, ma un valore notevolmente inferiore per effetto dell'azione totalizzatrice che l'occhio esercita fra il tempo in cui l'illuminazione dura e quello in cui essa è intercettata dal-

(1) M. PARIS - Variazioni di temperatura e di emissione elettronica di un filamento di tungsteno reso incandescente da corrente alternata. Comunicazione alla XXIX Riunione Annuale dell'A.E.I.

l'oscuratore. Occorre pertanto determinare questo « fattore di riduzione » dovuto all'intermittenza dell'illuminazione. A tal fine si accende la lampada in esame con corrente continua di intensità eguale a quella usata nell'esperienza e si esegue la determinazione fotometrica dell'intensità luminosa sia senza interposizione dell'oscuratore, sia dopo l'interposizione di quest'ultimo, mantenuto in movimento a velocità normale. Il rapporto fra il secondo ed il primo valore rappresenta il fattore

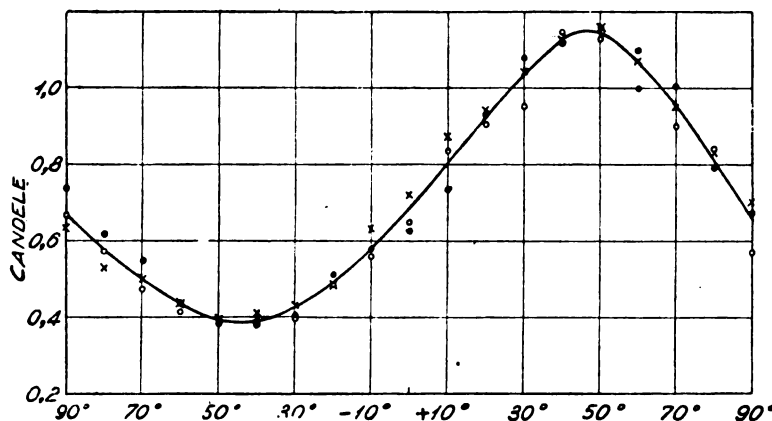


Fig. 2.

di riduzione cercato. La determinazione di esso è stata fatta separatamente per ogni gruppo di tre serie, cioè per ogni condizione (di tensione e di frequenza) dell'accensione del filamento. ⁽²⁾

| Tensione (approssimativa) | Lampada | $f = 25$ | | | | | $f = 50$ | | | | |
|---------------------------|---------------------------------|----------|-------|-----------|-----------|------------|----------|-------|-----------|-----------|------------|
| | | Corrente | t_m | I_{max} | I_{min} | Δt | Corrente | t_m | I_{max} | I_{min} | Δt |
| 132 V | Philips 150 V 5 c | 0,0473 A | 1559° | 2,48 c | 0,90 c | 93° | 0,0496 A | 1610° | 3,64 c | 1,96 c | 69° |
| 150 | | 0,0511 | 1613° | 4,33 | 1,42 | 140° | 0,0550 | 1690° | 5,90 | 3,71 | 80° |
| 165 | | 0,0543 | 1676° | 6,85 | 2,06 | 166° | 0,0570 | 1736° | 8,19 | 4,39 | 112° |
| 135 | Osram 1/2 watt 160 V - 100 c | 0,350 | 1621° | 24,1 | 14,1 | 76° | 0,358 | 1646° | 26,2 | 19,3 | 46° |
| 156 | | 0,380 | 1715° | 45,7 | 24,9 | 108° | 0,370 | 1681° | 34,2 | 23,7 | 67° |
| 177 | | 0,398 | 1785° | 63,8 | 36,3 | 126° | 0,403 | 1789° | 57,1 | 43,7 | 69° |

Agli scopi della presente ricerca basta ora rilevare il valore massimo e il valore minimo di ciascuno dei diagrammi di variazione dell'intensità luminosa e dividere tali valori per il coefficiente di riduzione ora calcolato per ottenere i due valori limite effettivi della intensità luminosa istantanea ⁽³⁾. Per passare

⁽²⁾ Il valore del coefficiente non è risultato in ogni caso il medesimo, ma gli scarti al variare della illuminazione sono stati moderati e non sistematici. Se si dimostrasse che su tale coefficiente ha influenza il valore dell'illuminazione che cioè l'azione integratrice dell'occhio, a pari durata di illuminazione e di oscuramento, non si esercita egualmente per diversi valori dell'illuminazione, sarebbe necessario dedurre separatamente i valori del coefficiente di riduzione per i massimi e per i minimi di ciascuna curva del tipo di quello in fig. 2. Nei limiti di approssimazione delle misure riferite, ciò è sembrato superfluo.

Si è invece constatato che il fattore di riduzione è diverso a seconda della frequenza e precisamente cresce al diminuire di questa, così da presentare i valori medi (per l'oscuratore adoperato) di 0,192 e 0,243 rispettivamente per $f=50$ ed $f=25$. Ciò sembra dimostrare che l'azione integratrice dell'occhio non si esercita egualmente, quando, pur essendo costante il rapporto di durata fra la fase di illuminazione e quella di oscuramento, si modifica la durata di queste fasi, ossia il ritmo con cui esse si alternano.

⁽³⁾ In realtà, poichè la fase di illuminazione non ha durata trascurabile rispetto al periodo, i valori dedotti non sono veri valori istantanei, sibbene valori medi riferiti ad una certa frazione di periodo $\frac{x}{2\pi} T$. Se si ammette che la parte variabile nel tempo della grandezza da studiare segna la legge armonica semplice e che si possa applicare la legge della media, la variazione da studiare sarebbe del tipo $y = \sin x$ e quella rilevata $y_1 = \frac{1}{\alpha} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} \sin x \, dx = \frac{2}{\alpha} \sin \frac{\alpha}{2} \sin \left(x + \frac{\alpha}{2}\right)$.

L'esperienza conduce quindi a rilevare un'ampiezza di variazione ridotta, in confronto con quella dei valori istantanei, secondo il rapporto $\frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\frac{\alpha}{2}}$, ed i valori ottenuti nella presente ricerca riguardo alle

da essi ai valori limite della temperatura è necessario servirsi dei diagrammi che legano fra loro intensità luminosa e temperatura per ciascuna lampada presa in esame. La costruzione di tali diagrammi è assai semplice. Infatti dalle prove fotometriche preliminari (con accensione a corrente continua e senza oscuratore) è facile dedurre, avendo misurato, come si è detto, tensione e corrente di alimentazione, il diagramma della intensità luminosa I in funzione della resistenza a caldo R_t . Questo stesso diagramma rappresenta, mediante un cambiamento di scala, anche $I = f \left(\frac{R_t}{R_0} \right)$. Eliminando allora fra quest'ultimo diagramma e quello della fig. 1 la variabile comune $\frac{R_t}{R_0}$ si ricava, per la lampada in esame, il diagramma $t = f(I)$.

Entrando in esso con i valori limite di I si ricavano i valori limite di t , che costituiscono appunto lo scopo della ricerca.

Le prove sono state eseguite su due lampadine, una Philips da 150 V 5 candele, col filamento disposto secondo la solita forma ad arco, una Osram tipo da mezzo watt, 160 V 100 candele, col filamento spiralizzato e disposto a festoni in un piano normale all'asse del bulbo. La scelta di questi due tipi è stata fatta per rilevare specialmente l'influenza della grossezza del filamento sulle variazioni di temperatura, prescindendo dall'influenza che su di esse può esercitare la presenza di gas inerte nella lampada del tipo mezzo watt, per mettere in rilievo l'influenza della frequenza si sono ripetute le prove a 25 e a 50 periodi ed infine si sono eseguiti per ciascuna frequenza esperimenti oltre che alla tensione normale anche ad una tensione superiore e ad una inferiore, al fine di riconoscere l'influenza della temperatura media. I risultati sono raccolti nella tabella seguente (in cui le tensioni di alimentazione sono indicate solo approssimativamente, come si rileva, specie

per la lampada Philips, dai valori assai diversi di corrente, di temperatura media e di intensità luminosa media corrispondenti alla due diverse frequenze di prova).

Date le difficoltà inerenti al tipo di misure descritte, l'approssimazione dei risultati non può essere considerata come molto spinta. Comunque i dati raccolti permettono di dedurre se non altro l'ordine di grandezza delle variazioni di temperatura dei filamenti delle lampade a incandescenza. Per l'accensione normale e per la frequenza di 50 periodi l'ampiezza totale della variazione di temperatura scenderebbe da 80°-85° a 65°-70°, quando si passa dai filamenti più sottili a quelli di media grossezza. La variazione diventa più ampia al crescere della tensione applicata al filamento, ossia al crescere della sua temperatura media; cresce poi assai più rapidamente al diminuire della frequenza. Dato il rapido incremento dello splendore dei filamenti al crescere della temperatura, le variazioni di splendore sono relativamente assai più ampie che quelle di temperatura.

Questa ricerca è stata eseguita per suggerimento e sotto la continua direzione del Prof. G. Vallauri, al quale l'autore esprime i suoi vivi ringraziamenti.

Livorno, Istituto Elettrotecnico e Radiotelegrafico della R. Marina, luglio 1924.

variazioni di splendore e di temperatura, sarebbero da considerarsi per questo motivo approssimati per difetto. Ad ogni modo lo scarto non è forte, perchè, anche assumendo per α un valore certamente esagerato, quale è $\frac{\pi}{2}$, si ha per il rapporto di riduzione il valore di 0,90.

⁽⁴⁾ Data la rapida variazione di I tanto in funzione di t quanto in funzione di $\frac{R_t}{R_0}$ conviene che i due diagrammi ora accennati siano descritti in scale logaritmiche.

Per il cambio di indirizzo, inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.

LA NOSTRA INDUSTRIA

In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali.

ALLA MOSTRA DI SPEZIA

I tubi luminosi a gas rarefatto e le loro applicazioni pratiche.

Mi è sembrato opportuno in un congresso così importante come questo, ove più recente progresso nel campo dell'illuminazione elettrica troverà adeguata esposizione, mostrare quali applicazioni pratiche possano presentare i tubi luminosi a gas rarefatto. Dirò subito che intendo parlare della loro applicazione più importante: quella delle insegne luminose a scopo di réclame. Ho voluto specificare lo scopo reclamistico per due ragioni:

1° perchè riterrei prematuro allo stato attuale delle prove e dei risultati parlare di illuminazione industriale a mezzo di tubi luminosi, sapendo essere la luce che da essi si ottiene ancora lontana dalla giusta proporzione di colori fondamentali e dalla semplicità di installazione della usuale lampadina ad incandescenza.

2° perchè invece, proprio in questa particolare applicazione, il tubo luminoso a gas rarefatto unisce i pregi dell'economia d'esercizio a quello indispensabile del grande richiamo ottico.

Per chi si interessa dello sviluppo storico delle invenzioni e delle relative applicazioni, dirò che la prima idea di usare un tubo a gas rarefatto a scopo di illuminazione, risale al HAWKSBEE nel 1750; in seguito GEISSLER nel 1850, CROOKES nel 1879 e N. TESLA nel 1891 approfondirono questo campo estendendo le loro ricerche a una serie numerosa di gas, senza per altro poter dare vita pratica ai risultati delle loro ricerche.

Da ultimo, nel 1893, il MOORE iniziava le sue numerose ricerche, dandoci i primi tubi ad azoto e ad anidride carbonica, che possiamo dire essere i primi destinati alla applicazione industriale. I tubi del MOORE sono costituiti da canne di vetro di diam. notevole (in media 35-50 mm) e di lunghezza variabile, ma aggirantesi sulla ventina di metri e più, in cui viene introdotto con mezzi opportuni e provvedimenti speciali un gas a pressione ridottissima. Le estremità del tubo, chiuso ermeticamente, contengono gli elettrodi ai quali viene applicata la tensione necessaria per l'innescamento e per il funzionamento. Sono sempre tensioni dell'ordine di alcune migliaia di volt con corrente di pochi decimi di ampere. La luce che se ne ottiene varia a seconda del gas introdotto ma per l'anidride carbonica in opportuna proporzione con azoto si ottiene una tinta rosea biancastra, gradevole alla vista e che non altera sensibilmente il colore dei corpi illuminati. Con questi tubi, il cui consumo si aggira sui 0,4 watt per candela, si è già fatto un grande passo nell'applicazione industriale. Purtroppo però l'uso pratico della luce MOORE non è ancora oggi diffuso per notevoli difficoltà di funzionamento.

E precisamente: in primo luogo, data la necessità per il funzionamento di questi tubi a gas di una tensione elevata, questa deve o essere generata localmente o ottenuta dalla rete ordinaria a mezzo di trasformatori elevatori; in secondo luogo, ogni tubo a gas rarefatto, va soggetto col continuo funzionamento ad un graduale indurimento (cioè il suo vuoto interno aumenta progressivamente, col numero delle ore di funzionamento) fino ad un limite tale, che la tensione applicata ai suoi estremi non è più sufficiente a innescarlo e a farlo funzionare; terzo, il tubo a gas rarefatto funzionando come resistenza negativa sul secondario del trasformatore, ha bisogno di una forte caduta di tensione, che gli permetta appena innescato di assorbire solo quella frazione di ampere necessaria pel suo funzionamento.

Per la prima necessità non si può far altro che utilizzare la rete di distribuzione, elevarne opportunamente la tensione a mezzo trasformatori e isolare bene sia la linea come i tubi per la tensione richiesta.

In quanto al graduale indurimento si è trovato il modo di rimediare a mezzo di una speciale valvola elettromagnetica che permette di introdurre nuove quantità di gas, contenuto in un recipiente applicato al tubo stesso, tostochè il vuoto tenda ad aumentare. Si tratta di un pozzetto di mercurio il quale è in comunicazione da un lato con il recipiente contenente il gas, e dall'altra con il tubo luminoso; variando l'altezza del livello del mercurio si possono far venire in comunicazione i due recipienti, con travasamento di gas, a questo provvede un nucleo di ferro, che vi può pescare a volontà, comandato da un succhio magnetico (bobina amperometrica) regolato dalla corrente che alimenta il trasformatore stesso. E' necessario il ricambio del recipiente quando sia esaurita la sua provvista di gas. Per quanto riguarda la caduta di tensione fino a qualche tempo fa vi si era provveduto introducendo delle bobine induttive sul primario

del trasformatore in modo da creare coll'aumentare del carico la caduta necessaria. Si vede subito come l'installazione di un tubo luminoso di questo tipo, si possa solo fare in determinate condizioni di luogo e di persone. Questo in breve il complesso delle circostanze che hanno, in gran parte, vietato l'uso della luce MOORE.

Ma contemporaneamente agli studi sui tubi a gas rarefatto del MOORE sono sorti i primi tubi in cui la scarica si effettua in un gas nobile. E principalmente il tubo a gas Neon. Dirò subito quali vantaggi esso presenta sul tubo MOORE. Innanzi tutto l'indurimento del tubo a Neon è così lento nei confronti di quello con altri gas che non vi è più la necessità di applicarvi la valvola rigeneratrice. Tubi ben formati come grado di vuoto e qualità di gas hanno durata di funzionamento di 3 e più volte superiore a quella delle normali lampadine (valutando come massimo per queste una durata di mille ore) così che è perfettamente inutile applicare la valvola rigeneratrice che complicherebbe di tanto l'installazione elettrica. Di più mentre i tubi MOORE (per non aumentare il numero degli apparecchi annessi al loro funzionamento) si fanno normalmente di grande lunghezza per illuminare con un sol tubo un intero salone, il tubo a Neon si fa anche di breve lunghezza adoperando così dei trasformatori alimentatori di piccolissima potenza che si possono facilmente collocare in prossimità dei tubi accorciando al massimo la linea ad alta tensione.

La S. A. SOFFIERIA MONTI di Milano, con stabilimento a Sesto San Giovanni che mi ha affidato lo studio di questa importante applicazione è giunta oggi a dare al commercio un risultato veramente pratico.

Non dubito affermare che oggi, l'insegna luminosa con tubi a gas Neon è quanto di più economico e di più attraente si possa fare in questo campo. In quanto all'effetto ottico lascio giudicare a tutti voi quello datoci dall'insegna posta sul palazzo ove si tengono queste riunioni.

In quanto a dati di costo espongo molto elementarmente quali sono i risultati raggiunti.

Mi riferirò a tutto quanto esporrò come dati di costo al m. lineare d'insegna paragonando due insegne: Una fatta con le ordinarie lampadine e l'altra con tubo a gas Neon.

| I. | II. |
|---|--|
| Costo di un m di insegna luminosa con lampadine elettriche: | Costo di un m di insegna luminosa con tubi a gas Neon: |
| N. 10 lampadine da 40 watt a L. 5 . . . L. 50.— | M 1 tubo diam. 25-30 millimetri . . . L. 150.— |
| Sostegno in legno e apparecchiatura . . . L. 50.— | Sostegno in legno e apparecchiatura . . . L. 50.— |
| | Costo trasformatore per metro di tubo . . . L. 100.— |
| Totale L. 100.— | Totale L. 300.— |
| Spese di esercizio | Spese di esercizio |
| Consumo per ora 400 watt a L. 1 al kW L. 0.40 | Consumo per ora 40 watt a L. 1 al kW L. 0.04 |

Si vede come la spesa di installazione sia tre volte maggiore di quella a lampadine, ma l'esercizio dicci volte minore.

Quindi dopo 600 ore di funzionamento avremo le seguenti cifre:

| I. | II. |
|--------------------------------|--------------------------------|
| Costo di un m insegna L. 100.— | Costo di un m insegna L. 300.— |
| Spesa esercizio . . . » 240.— | Spesa esercizio . . . » 24.— |
| Totale L. 340.— | Totale L. 324.— |

E tenendo per le insegne luminose un funzionamento medio giornaliero di cinque ore, si avrà che dopo circa quattro mesi di funzionamento, l'insegna a tubi luminosi è più economica di quella a lampadine. Si realizza cioè in media un'economia di L. 0,36 per metro di tubo e per ora di funzionamento.

Vediamo ora quanto avviene per il ricambio. Per questo, poichè abbiamo già detto che il tubo luminoso ha una durata in media di tre volte quella di una lampadina, si vede come la spesa di sostituire un metro di tubo dopo 3000 ore sia uguale a quella di aver sostituito tre volte dieci lampadine essendo i loro costi nel rapporto 1:3.

Il costo di manutenzione è quindi identico nei due casi e permane l'utile dianzi trovato.

Per rendere ancor più pratica questa applicazione del tubo a gas Neon la Soffieria Monti ha studiato a fondo il problema dell'installazione del tubo sul supporto di legno; i trasformatori di tensione e la sicurezza di esercizio.

Per l'applicazione si è provveduto a reggere il tubo con supporti di legno bollito in paraffina applicati sui sostegni di legno sagomati a guisa di lettere dell'alfabeto, con la facciata anteriore dorata

e i fianchi in smalto bianco, così che l'insegna sia anche visibile di giorno e il fondo dorato rifletta di notte la luce emanata dal tubo. Gli elettrodi dei tubi restando nascosti nell'interno del sostegno di legno, sono preservati da rotture accidentali e tolti dalla possibilità di venire toccati. Così anche le eventuali rotture di uno di essi non pregiudicano per nulla l'isolamento dell'impianto e la sicurezza delle persone. Uno studio particolare è stato eseguito per i trasformatori. Essi sono ad alimentazione diretta e costruiti con la caduta di tensione necessaria per il funzionamento del tubo e senza dover ricorrere a bobine induttive ausiliarie con evidente semplificazione ed economia del sistema.

Inoltre in vista della giustificata preoccupazione delle Società di distribuzione di energia elettrica, si è provveduto per evitare nel modo più assoluto il ritorno della alta tensione sulla rete di distribuzione a bassa tensione. Questo si è ottenuto con due metodi diversi: o usando i trasformatori brevetti Prof. Arnò ad avvolgimenti separati e nucleo tagliato con interposizione di un foglio isolante in mica, o dando ai trasformatori a ferro chiuso un margine di sicurezza uguale a cinque. Così questi apparecchi invece di essere provati al doppio della tensione più mille, sono provati ad una tensione cinque volte maggiore di quella di funzionamento.

Poste queste premesse riteniamo ormai infondate le preoccupazioni da parte delle Società, per quanto si riferisce all'impianto ad alta tensione.

Questa è stata anche la prima preoccupazione che ha assillato la casa costruttrice, che può dare oggi garanzia della perfetta soluzione raggiunta. Si obietterà d'altra parte che l'intensità luminosa fornita da un metro di tubo non sarà certo uguale a quella di dieci lampadine da 40 watt ciascuna. Dico subito che il confronto non può sostenersi per la ragione fondamentale che la luce del tubo a gas Neon è rosso arancione e quindi non paragonabile con quella bianca delle lampadine. Ma appunto per questo, cioè per la particolare sua colorazione la insegna réclame ha tutto da guadagnare.

Numerosi esempi ce lo hanno confermato e anche in presenza di un vivo contrasto di luci bianche la luminosità del tubo a gas Neon diventa più appariscente.

Credo di aver esposto a sufficienza per l'utente che deve installare come per la Società che deve dare l'autorizzazione, i vantaggi delle insegne luminose a gas Neon. Dirò che la Soffieria Monti è l'unica in Italia che eseguisce integralmente questo lavoro ed essa è fiduciosa per l'avvenire di poter estendere questa applicazione tanto diffusa all'estero, anche nella nostra Italia, che non deve essere seconda a nessuna nazione nel progresso elettrico.

Ing. ALDO GHERARDI.

La SOFFIERIA MONTI coglie l'occasione per ringraziare in modo particolare il Prof. Arnò presso il cui laboratorio sono state eseguite le più importanti ricerche sui tubi a Neon.

:: SINTESI E SOMMARI ::

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

I. H. DELLINGER, L. E. WHITEMORE, S. KRUSE — **Uno studio sulla fluttuazione dell'intensità dei segnali radiotelegrafici.** (Scientific Papers of the Bureau of Standards, N. 476, Vol. 19, 25 settembre 1923).

Durante gli anni 1920 e 1921 è stato fatto dal Bureau of Standards, con l'ausilio della American Radio Relay League, uno studio sulle variazioni dell'intensità di ricezione dei segnali radiotelegrafici con onde corte.

Le ricerche sono state eseguite per un mese di ciascuna delle quattro stagioni e precisamente nel luglio 1920, nell'ottobre 1920, nel gennaio 1921, nell'aprile 1921. Durante gli esperimenti, un numero variabile di stazioni, compreso fra 5 e 10, trasmetteva segnali successivamente. I segnali erano ricevuti simultaneamente da circa 100 stazioni, i cui operatori erano forniti di moduli per annotare i risultati delle osservazioni. Gli esperimenti furono fatti soltanto nella zona di nord est degli Stati Uniti, sia perchè le stazioni vi sono più numerose, sia per limitare il numero dei fattori variabili dei quali si doveva poi tenere conto. Le prove furono eseguite di notte, poco dopo le ore 22, immediatamente dopo il segnale d'ora di Arlington, in modo da permettere agli operatori di regolare con esattezza i loro orologi prima dell'inizio degli esperimenti.

Le trasmissioni erano fatte con le lunghezze d'onda di 200, 250, 375 metri. La ricezione dei segnali era auricolare e gli ascoltatori scrivevano immediatamente le loro osservazioni sui moduli. Doveva essere presa nota con speciale attenzione dell'intensità media dei segnali, delle loro variazioni di intensità, della forza dei disturbi atmosferici e delle trasmissioni interferenti, delle condizioni meteorologiche al momento della trasmissione.

L'analisi dei dati forniti dagli osservatori presentò gravi diffi-

coltà, non soltanto a causa del grande numero delle osservazioni, ma anche per i molti fattori che indubbiamente influiscono sulle variazioni della forza dei segnali. I fattori variabili considerati furono: 1) le condizioni del tempo nella località dove era sistemata la stazione ricevente (cielo sereno, cielo nuvoloso, pioggia, neve, grandine, nebbia, lampi); 2) la qualità della ricezione in generale; 3) gli intrusi atmosferici; 4) la conduttività atmosferica; 5) il gradiente del potenziale atmosferico; 6) la presenza dell'aurora boreale; 7) la pressione barometrica; 8) la temperatura; 9) il gradiente barometrico; 10) il gradiente di temperatura. Alcuni di tali elementi erano forniti dagli ascoltatori medesimi, altri erano ricavati dalle carte meteorologiche.

Il primo e più semplice metodo di analisi consisteva nell'esame diretto e nel confronto delle curve di intensità tracciate simultaneamente da osservatori diversi, per una medesima stazione trasmittente, e nella ricerca delle caratteristiche comuni alle varie osservazioni. Sono state notate così molte caratteristiche interessanti, quantunque la loro importanza sia discutibile. Si è osservato poi che molte curve avevano andamento simile sebbene si riferissero ad istanti ed a stazioni diverse. In generale questa somiglianza è risultata assolutamente incidentale per riguardo alla distribuzione delle stazioni e quindi ben poche conclusioni se ne sono potute dedurre.

Per confrontare i risultati delle osservazioni nei riguardi delle condizioni meteorologiche e degli intrusi fu preparata per ogni notte e per ogni stazione trasmittente una carta sulla quale con timbri venivano segnati, in corrispondenza delle varie zone, dove erano situati gli apparecchi riceventi, degli S di tre dimensioni diverse secondo l'intensità maggiore o minore dei disturbi atmosferici che si erano riscontrati, degli F e degli I, pure di tre dimensioni diverse, per indicare rispettivamente il maggiore o minore valore della variazione della forza dei segnali e la loro intensità media. Era in tale modo possibile con uno sguardo alla carta, di paragonare nelle diverse direzioni l'intensità media dei segnali e la sua variazione con la forza dei disturbi atmosferici. Tenendo presente anche una carta meteorologica e climatologica della regione, tali elementi potevano venire paragonati anche con le condizioni del tempo. I risultati delle osservazioni dei vari ascoltatori erano anche confrontati considerando la loro distanza dalle stazioni trasmittenti, dividendoli in due categorie secondo che tale distanza era inferiore o superiore a 400 km.

Le conclusioni tratte dalle analisi dei risultati delle osservazioni possono essere così riassunte.

Le fluttuazioni di intensità dei segnali sono più sensibili per le onde più corte. Le onde più corte danno una percentuale leggermente maggiore di segnali forti. La differenza nella intensità degli intrusi atmosferici su onde di 250 m o di 375 m è piccola.

Le variazioni della pressione barometrica alla stazione trasmittente non influiscono sui cambiamenti dell'intensità dei segnali ricevuti. Tali cambiamenti sono più sensibili quando la propagazione delle onde avviene nel senso del gradiente barometrico, che quando avviene lungo le isobare. Non si nota differenza alcuna, sia che la propagazione avvenga nel senso del gradiente ascendente, sia che avvenga nel senso del gradiente discendente. Anche l'intensità media dei segnali è maggiore quando essi si propagano lungo le isobare che quando si propagano in direzione ad esse normale.

La trasmissione lungo le isoterme dà luogo a segnali più intensi che quella diretta secondo il gradiente termico. Anche le fluttuazioni dell'intensità nel primo caso sono minori.

La presenza di nuvole sulla stazione trasmittente non ha effetto sulle variazioni della forza del segnale. Queste risultano in generale più sensibili se il cielo è nuvoloso fra la stazione trasmittente e quella ricevente. Riguardo alla intensità media dei segnali essa sembra un poco maggiore quando il cielo è nuvoloso sopra la stazione ricevente, mentre non si sono notati effetti sensibili sia quando le nuvole erano localizzate sulla stazione trasmittente, sia quando il cielo era generalmente nuvoloso.

Con cielo nuvoloso sulla stazione ricevente gli intrusi atmosferici sono più forti.

Quando i segnali sono deboli le fluttuazioni della loro intensità sono piuttosto considerevoli, ma non sono le massime che si osservano. La vicinanza di linee elettriche non ha effetto sulle variazioni dell'intensità.

Varie teorie riguardanti i fenomeni studiati sono state proposte. Due degli AA, il Dellinger ed il Whittemore, concludono che le cause delle variazioni nell'intensità dei segnali sono intimamente legate alle condizioni dello strato di Heaviside. Di giorno la trasmissione avverrebbe soprattutto mediante le onde che si propagano lungo il suolo, laddove di notte, soprattutto per le grandi distanze e per le onde corte, le onde si propagherebbero lungo lo strato di Heaviside. In tale modo di notte le onde andrebbero esenti dall'assorbimento più uniforme, a cui vanno soggette durante il giorno ma, a causa dell'assorbimento variabile, a cui possono dare luogo le irregolarità dello strato di Heaviside e degli spazi vicini, esse possono variare rapidamente di intensità. Le piccole irregolarità sarebbero più sensibili per le onde corte che per quelle lunghe. Altre osservazioni mostrano tuttavia che le variazioni dei segnali sono più grandi per le onde di un certo ordine di lunghezza e meno grandi per onde più corte o più lunghe. Così si trovarono variazioni più sensibili per le onde di 250 m che per quelle di 100 m e 450 m. Questo può dare un'indicazione sull'ampiezza delle irregolarità dello strato di Heaviside.

Se la teoria esposta è corretta la massima intensità dei segnali ricevuti di notte dovrebbe essere, secondo gli AA, quella data dalla

formula di trasmissione di Austin Cohen, quando l'assorbimento sia trascurabile, ossia il fattore d'assorbimento eguale ad uno. Con onde comprese fra 350 e 400 metri si è trovato che l'intensità dei segnali ricevuti di notte variava fra due valori limiti ben definiti: quello che si sarebbe avuto se le onde non fossero state soggette ad assorbimento alcuno e quello che si sarebbe avuto in seguito all'assorbimento normale delle trasmissioni diurne. Questa osservazione mostra che la parte dell'onda che si sposta lungo lo strato di Heaviside può o non essere assorbita affatto o esserlo totalmente, restando la trasmissione affidata, in quest'ultimo caso, all'onda che si sposta lungo il suolo. Così, mentre la formula di trasmissione non può prevedere la variabilità dei segnali che si osserva di notte, essa può indicarne il valore massimo e, se il valore diurno del coefficiente di assorbimento in una particolare regione è conosciuto, anche il valore minimo.

Entro una distanza dalla stazione trasmittente in cui l'assorbimento del suolo sia trascurabile, non vi sono fluttuazioni nell'intensità dei segnali e l'intensità è la medesima tanto di giorno quanto di notte, poichè le onde non sono influenzate dalle condizioni degli strati dell'atmosfera.

Osservazioni fatte posteriormente a quelle riferite in questo studio, utilizzando alcune stazioni di broadcasting, hanno mostrato che, ad una distanza dell'ordine di 200 km dalla stazione trasmittente, i segnali erano notevolmente indeboliti, mentre a distanza maggiore erano più forti. La distanza per la quale si nota il fenomeno varia con la lunghezza dell'onda, il che fa supporre che la sua spiegazione dipenda dalla variabilità dell'assorbimento del terreno in funzione della lunghezza dell'onda, e che i segnali ricevuti oltre quella distanza siano dovuti prevalentemente alla propagazione lungo lo strato di Heaviside.

Una seconda teoria fu affacciata dal terzo autore dello studio, il Kruse. Essa è basata sul principio della produzione di onde di interferenza nella vicinanza della stazione ricevente per la riflessione di una qualunque superficie riflettente, quali nuvole o banchi di nebbia o lo strato di Heaviside, o altre superficie ionizzate. I movimenti di tali superficie riflettenti darebbero luogo, presso la stazione ricevente, a mutamenti nelle onde di interferenza ed alle fluttuazioni dei segnali. Si dovrebbe supporre che le nubi ed i banchi di nebbia riflettano le onde corte più che le lunghe, poichè le loro dimensioni sono più vicine alle lunghezze delle onde corte.

Altre teorie furono proposte di tempo in tempo da parecchi altri studiosi e quasi tutte, almeno nel principio, presentano punti di accordo con quelle ora esposte.

P. Bo.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Comportamento delle lampade a filamento di Tungsteno sotto corrente alternata e sotto corrente continua (J. Am. I.E.E., N. 42, pagina 544, maggio 1923). — Nei laboratori del Comitato di illuminazione dell'Associazione delle Compagnie Edison degli Stati Uniti sono stati fatti esperimenti, dai quali è risultato che le lampade a vuoto, a pari efficienza iniziale, se alimentate con corrente continua, hanno una durata assoluta superiore del 60% a quella che raggiungono con corrente alternata. D'altra parte, sotto la corrente continua le lampade perdono di rendimento luminoso più rapidamente che non sotto corrente alternata e quindi, sotto codesto aspetto, la loro vita media, con corrente continua, risulta inferiore del 9%. In altri termini la vita assoluta delle lampade è più breve con corrente alternata che con corrente continua, ma in compenso il rendimento si mantiene più a lungo elevato colla prima che con la seconda. In definitiva c'è dunque compensazione fra i due fenomeni ed il rendimento per il consumatore rimane in ultima analisi all'incirca il medesimo.

Per le lampade a gas inerti della potenza di 75 e 100 W si è trovato che la loro vita è un poco più lunga se adoperate colla corrente continua, mentre il rendimento medio non è, con questa, molto più basso che con l'alternata.

A. Me.

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

Corso Superiore di Elettrotecnica e Radiotelegrafia. — Si annuncia che il Ministero della Marina ha concesso che un certo numero di posti del Corso Superiore di Elettrotecnica e Radiotelegrafia dell'Istituto E. e R. T. di Livorno possano essere occupati da laureati e laureandi in Ingegneria od in Fisica. Il corso ha inizio il 16 ottobre ed ha la durata di 8 mesi oltre gli esami. Per le modalità di iscrizione gl'interessati debbono rivolgersi sollecitamente al Comando della R. Accademia Navale a Livorno.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

XXIX RIUNIONE DELL'A. E. I.

SPEZIA - Palazzo degli Studi "Principe Umberto", - Via Vittorio Veneto

25-30 Settembre 1924

PROGRAMMA

GIOVEDÌ 25 SETTEMBRE.

Ore 9: Inscrizioni e Commissioni.

» 15: Seduta inaugurale della Riunione ed inaugurazione della Esposizione d'illuminazione nel Palazzo degli Studi "Principe Umberto".

VENERDÌ 26 SETTEMBRE.

Ore 9: Prima seduta tecnica e discussione.

» 14: Seconda seduta e visita all'Esposizione.

» 20: Pranzo sociale.

SABATO 27 SETTEMBRE.

Ore 9: Terza seduta tecnica.

» 14: Quarta seduta tecnica e chiusura lavori.

» 17: Visita Officine Pirelli e Officine Cerpellì.

» 21: Assemblea Generale.

DOMENICA 28 SETTEMBRE.

Gita alle *Cave dei marmi di Carrara* - per ferrovia a Carrara. - Colazione offerta dalla Società Idroelettrica Ligure. L'orario verrà comunicato alla Spezia.

LUNEDÌ 29 SETTEMBRE.

A scelta dei Soci una delle due gite:

Gita al *Centro Radiotelegrafico di Coltano* - per ferrovia da Spezia alla fermata dello Stagno. - Colazione (libera) a Livorno.

Gita agli *Impianti per l'utilizzazione delle torbe a Massaciuccoli* - per ferrovia da Spezia a Torre del Lago. - Colazione offerta dalla Società delle Torbiere d'Italia.

L'orario verrà comunicato alla Spezia.

MARTEDÌ 30 SETTEMBRE.

Ore 8,30: Visita al R. Arsenal.

» 15.— Gita in mare, tempo permettendo, a Portovenere e Palmaria e Cantiere Ansaldo.

Nel periodo della Riunione le Signore regolarmente iscritte, potranno partecipare ad alcune interessanti gite nei dintorni di Spezia, come, ad esempio: al Duomo di Sarzana, al Monte Pardo, al Muzzerone, od a gite in mare col piroscalo a disposizione, a cura e gentile premura della Società Idroelettrica Ligure.

Elenco delle Memorie per la XXIX Riunione.

I - Produzione della luce e fotometria.

COMITATO NAZIONALE DELLA ILLUMINAZIONE. — Vocabolario della illuminazione.

CLERICI C. — Stato attuale della fabbricazione delle lampade.

MONTEFINALE G. — La tecnica degli alti vuoti.

MARIETTI S. — Norme sui Getters usati nella fabbricazione delle lampadine.

PARIS M. — Variazioni di temperatura e di emissione elettronica di un filamento di tungsteno.

MENDICI A. — Variazioni di temperatura e di splendore di un filamento di tungsteno.

MATTEINI C. — Progetto di tubi elettronici.

ZEVI G. — Classifichiamo le lampade in lumen.

BORDONI U. — Tendenze e problemi attuali della fotometria.

FAUCONIER A. — Su qualche tubo a scarica elettrica usato come sorgente di luce.

» — Su alcune proprietà caratteristiche delle lampade ad incandescenza a riempimento gassoso e loro funzionamento nelle applicazioni di esse.

DE FAZI R. — L'energia raggiante nella chimica industriale.

II - Utilizzazione della luce.

CAROZZI L. — Sulla igiene della illuminazione.

CLERICI C. — Problemi di illuminazione.

PELLO' L. — L'occhio umano e l'illuminazione.

BORDONI U. — Alcune ricerche sui fenomeni di abbagliamento.

PELLO' L. — Effetti del colore delle pareti e dei soffitti sulla illuminazione risultante.

SOMEDA G. — Alcuni dati sperimentali sulla illuminazione degli ambienti interni.

REBECCHINI S. — Riflettori e diffusori esaminati in rapporto alla illuminazione degli ambienti interni.

PERI G. — Alcuni rilievi sperimentali sulla illuminazione degli interni. (Comunicazione alla Sezione di Torino).

PELLO' L. — Proiezioni sulla pratica delle moderne illuminazioni.

CIAMPI G. — Sull'influenza dell'illuminazione nella produttività.

PERI G. — La nostra situazione in illuminazione.

CLERICI C. — L'illuminazione nell'industria elettrica (pubblicato come articolo).

» — Di un codice dell'illuminazione.

III - Regolazione della tensione delle reti di distribuzione per luce.

REVESSI G. — In tema di lampade e di scarto di tensione.

ASTA A. — Le variazioni di tensione e la loro influenza, ecc.

NERI F. — Alcune osservazioni intorno alla regolazione della tensione.

PICKER G. — La regolazione automatica delle tensioni nelle piccole centrali, ecc.

IV - Illuminazione pubblica.

STORCHI G. — Sui sistemi di distribuzione per pubblica illuminazione.

D'ANGELO. — Cavi conduttori per distribuzione, ecc.

Da note dell'Azienda Elettrica Municipale. — L'impianto di illuminazione di Milano.

V - Impianti ed applicazioni speciali.

LURIA A. — Illuminazione dei porti e delle coste.

» — Fari e segnali marittimi.

» — Fari e segnali per aeronavigazione.

PUGNO-VANONI E. — Su di un moderno impianto di Roentgenterapia.

VI - Tarifficazione, vendita, statistica e legislazione.

VENTURINI P. — Servizio di vendita di energia elettrica, lettura contatori, fatturazioni, ecc.

CIVITA D. — Statistica e legislazione in tema di illuminazione.

Norme per le Comunicazioni Tecniche.

1) Saranno ammesse alla discussione, durante le sedute del Congresso soltanto quelle Memorie che siano state presentate in tempo per essere pubblicate sul giornale o almeno in bozze. Gli estratti o le bozze delle Memorie saranno distribuite ai Soci all'atto dell'iscrizione.

2) Le memorie non verranno lette nelle Sedute del Congresso. Verranno concessi dieci minuti ad ogni Autore o suo delegato per riassumerle brevemente. Seguirà la discussione che rappresenta lo scopo principale delle Sedute ed alla quale i Soci sono vivamente pregati di partecipare attivamente.

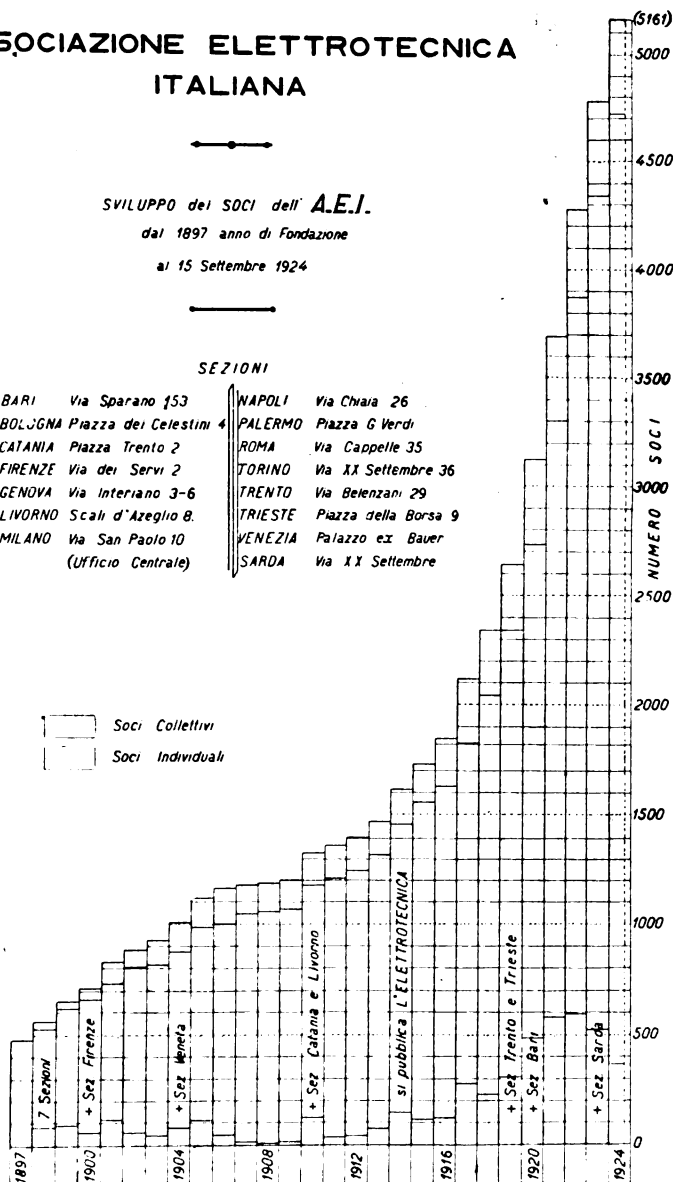
ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SVILUPPO dei SOCI dell' A.E.I.
dal 1897 anno di Fondazione
al 15 Settembre 1924

SEZIONI

| | | | |
|----------|------------------------|---------|----------------------|
| BARI | Via Sparano 153 | WAPOLI | Via Chiaia 26 |
| BOLZOGNA | Piazza dei Celestini 4 | PALERMO | Piazza G. Verdi |
| CATANIA | Piazza Trento 2 | ROMA | Via Cappelle 35 |
| FIRENZE | Via dei Servi 2 | TORINO | Via XX Settembre 36 |
| GENOVA | Via Interiano 3-6 | TRENTO | Via Belenzani 29 |
| LIVORNO | Scali d'Azeglio 8. | TRIESTE | Piazza della Borsa 9 |
| MILANO | Via San Paolo 10 | VENEZIA | Palazzo ex Bauer |
| | (Ufficio Centrale) | SARDA | Via XX Settembre |

□ Soci Collettivi
□ Soci Individuali



Commissioni e Comitati dell'A. E. I.

COMMISSIONE PEL LAVORO DELLE SEZIONI

Presidente: Il Presidente Generale.

Vice Presidenti: I Vice Presidenti Generali.

Membri: I Presidenti delle Sezioni.

Segretario: Il Segretario Generale

COMMISSIONE TECNICA CONGRESSI E RIUNIONI

Presidente: Il Presidente Generale.

Membri: I Vice Presidenti Generali - I Redattori dell'«Elettrotecnica».

Segretario: Il Segretario Generale.

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

Presidenza.

Lombardi Prof. Luigi, Presidente — Del Buono Ing. Comm. Ulisse, Grassi Prof. G. — Sartori Prof. G., Vice Presidenti — Barbagelata Prof. Ing. A., Segretario.

Delegati dai Ministeri e dagli Enti pubblici

Bardeloni Ing. Ten. Col. Cesare (Ministero Guerra) — Bordon Prof. Ugo (Ministero Lavori Pubblici) — Ceradini Ing. Emilio (Ministero della Marina) — Di Pirro Comm. Prof. Giovanni (Ministero delle PP. e TT.) — Ferrero Ing. Cav. Uff. Ernesto (Ferrovie Stato) — Montù Ing. Prof. Carlo (Ministero Industria, Commercio e Lavoro).

Delegato dall'Associazione Esercenti Imprese Elettriche

Ponti Ing. Prof. G. G. (A. E. I. E).

Delegati dell'A. E. I.

Alessandri Ing. Eugenio — Arcioni Ing. Vittorio — Armani Ing. Guido — Barbagelata Ing. Angelo — Belluzzo Ing. Giuseppe — Broggi Ing. Silvio — Campos Ing. Gino — Carcano Ing. Franco Emilio — Catenacci Ing. Gino — Cenozzo Ing. Giuseppe — Clerici Ing. Carlo — Corbino Ing. O. M. — Del Buono Ing. Ulisse — Dina Ing. Alberto — Emanueli Ing. Luigi — Ferraris Ing. Lorenzo — Grassi Ing. Guido — Lombardi Ing. Luigi — Lori Ing. Ferdinando — Manfredi Ing. Francesco — Mengarini Ing. Guglielmo — Morelli Ing. Ettore — Norsa Ing. Renzo — Pession Ing. Giuseppe — Prinetti Ing. Ignazio — Rebora Ing. Gino — Revessi Ing. Giuseppe — Sartori Ing. Giuseppe — Semenza Ing. Guido — Semenza Ing. Marco — Soleri Ing. Elvio — Vallauri Ing. G. C. — Vallauri Ing. Riccardo — Vannotti Ing. Ernesto.

COMMISSIONE PER LE NORME PER L'ESECUZIONE E L'ESERCIZIO DEGLI IMPIANTI ELETTRICI.

Motta Ing. Prof. Giacinto, Presidente — Norsa Ing. Renzo, Segretario.

Membri nominati dal Consiglio:

Semenza Ing. Gr. Uff. Guido — Morelli Ing. Prof. Ettore.

Membri nominati dalle Sezioni:

Silvestri Ing. C. (Sez. Bologna) — Vismara Ing. E. (Sez. Catania) — Vannotti Ing. E. (Sez. Milano) — Bonghi Ing. M. (Sez. Napoli) — Dina Prof. A. (Sez. Palermo) — Mengarini Prof. G. (Sez. Roma) — Del Buono Ing. U. (Sez. Roma) — Ascoli Ing. Mario (Sez. Bari) — Sartori Ing. Giuseppe (Sez. Bologna) — Jervis Ing. Tommaso (Sez. Firenze) — Picchi Ing. Alberto (Sez. Firenze) — Finocchi Ing. Giuseppe (Sez. Genova) — Garibaldi Ing. Cesare (Sez. Genova) — Attal Ing. A. (Sez. Livorno) — Neri Ing. Giuseppe (Sez. Livorno) — Palestino Ing. Carlo (Sez. Torino) — Peri Ing. Guido (Sez. Torino) — Capraro Ing. Renato (Sez. Trento) — Mann Ing. Carlo (Sez. Trieste) — Mauro Ing. Romano (Sez. Trieste) — Frisacco Ing. Renato (Sez. Veneta) — Carazolo Ing. C. (Sez. Veneta).

COMITATO IDROTECNICO ITALIANO

Del Buono Ing. Comm. U., Presidente — Grillo Ing., Segretario.

Sotto Comitato A - Statistiche tecniche.

Rebora Prof. Gino, Presidente — Civita Ing. Domenico, Fano Ing. Guido, Ganassini Ing. Gaetano, Ghetti Ing. Ottaviano, Locatelli Ing. Giuseppe, Neri Ing. Giuseppe, Palestino Ing. Carlo, Prinetti Ing. Ignazio, Sismundo Ing. Oscar.

Sotto Comitato B - Impianti idroelettrici.

Panzarasa Ing. Alessandro, Presidente — Covi Ing. Adolfo, Forti Ing. Angelo, Ganassini Ing. Gaetano, Ghetti Ing. Ottaviano, Liguori Ing. Pirro, Salmoiraghi Ing. Darvino, Roncaldier Ing. Aldo, Zunini Prof. Ing. Luigi.

Sotto Comitato C - Capitoli e norme.

Anastasi Prof. Anastasio, Presidente — Sirovick Ing. Prof. Giulio, Soccorsi Ing. N., Silvestri Prof. Euclide.

COMMISSIONE TRASPORTO E DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA.

Norsa Ing. Renzo, Presidente — Amati Ing. Giuseppe, Cenzato Ing. Giuseppe, Liguori Ing. Pirro, Palestrino Ing. Carlo, Prinetti Ing. Ignazio, Sismondo Ing. Oscar, Del Buono Ing. Ulisse.

COMMISSIONE SOVRATENSIONI.

Lombardi Prof. Luigi, Presidente — Amati Ing. Giuseppe, Balsamo Ing. Natale, Broggi Ing. Silvio, Campos Ing. Gino, Capraro Ing. Renato, Cenzato Ing. Giuseppe, Del Buono Ing. Ulisse, Emanueli Ing. Luigi, Gonzales Ing. Tito, Locatelli Ing. Giuseppe, Lutz Hans Gustavo, Melazzo Prof. Giuseppe, Norsa Ing. Renzo, Palestrino Ing. Carlo, Prinetti Ing. Orazio, Puccioni Ing. Corrado, Rebora Ing. Gino, Semenza Ing. Guido, Senn Ing. Edoardo, Sismondo Ing. Oscar, Soleri Ing. Elvio, Vallauri Ing. Giancarlo, Venturini Ing. Pio.

COMMISSIONE DI RADIOTELEGRAFIA E TELEFONIA.

Lombardi Prof. Luigi, Presidente — Albanese Cav. Uff. Dr. C., Bardeloni Col. Ing. Cesare, Di Piro Prof. Giuseppe, Magagnini Comm. Ing. Giacomo, Mazzucca Cav. Tommaso, Pession Cav. Uff. Giuseppe, Poladas Cav. Ing. Giuseppe, Vallauri Prof. Giancarlo, Vanni Prof. Giuseppe, Sartori Prof. Ing. Giuseppe.

COMMISSIONE PER LE APPLICAZIONI ALL'AGRICOLTURA.

Civita Ing. Domenico, Presidente — Amati Ing. Giuseppe, Brioschi Ing. Franco, D'Ascani, Di Cave Ing. Vito, Maglione Ing. Gustavo, Soleri Prof. Elvio, Tricomi Ing. Bonaventura, Silva Ing. Angelo.

COMMISSIONE LABORATORI.

Lori Prof. Ferdinando, Presidente — Semenza Ing. G., Di Piro Prof. G., Ferraris Prof. L., Dina Prof. A., Reggiani Comm. N., Vanni Prof. G., Vallauri Ing. G., Lombardi Prof. L., Barbagelata Prof. A., Pasqualini D. L. Sartori Ing. Prof. Giuseppe.

COMITATO TELEFONICO PERMANENTE.

Ferraris Prof. Lorenzo, Presidente — Ajani Ing. F., Artom Prof. A., Bignami On. Ing., Cattaneo Conte U., Fabris Ing. N., Ferrerio Ing. P., Lori Prof. E., Magagnini Ing. G., Marchesi Ing. G., Motta, Prof. G., Semenza Ing. G., Silvestri Comm. G., Tedeschi Ing. V., Associazione Nazionale Ingegneri (Ing. U. Del Buono), Unione delle Camere di Commercio (Ing. A. Netti), Confederazione Generale dell'Industria (Ing. R. Falco), Ferrovie dello Stato (Ing. Ugo Cattaneo).

COMITATO NAZIONALE ITALIANO DELLA ILLUMINAZIONE E DEL RISCALDAMENTO.

Bordoni Prof. Ugo, Presidente — Via Ing. G., Segretario — Membri: Fano Ing. Guido (Anglo Romana) — Ciampi Ing. Guido (Compagnia Generale) — Ing. Cheffel (Soc. Generale Sicilia) — Ceradini Ing. Emilio (Ministero Marina) — Bordoni Ing. Ugo (Ministero Economia Nazionale) — Arnò Ing. Riccardo (Ministero Pubblica Istruzione) — Cenzato Ing. Giuseppe, Civita Ing. Domenico, Venturini Ing. Pio, Chiesa Ing. Terenzio (Associazione Esercenti Impr. Elettriche) — Sartori Ing. Giuseppe, Semenza Ing. Guido, Clerici Ing. Carlo, Peri Ing. Guido (Associazione Elettrotecnica Italiana) — 1 Delegato (Azienda Elettrica Municipale di Roma) — 4 Delegati (Associazione Nazionale Imprese Elettriche) — 4 Delegati (Associazione Industriali Gas e Acqua).

COMMISSIONE PER LE NORME DI BORDO

Presidente: Ing. Prof. Gino Rebora — Membri: Prof. Ing. Cesare Garibaldi; Ing. Edmondo Schmidt; Ing. Alberto Cantù; Ing. Giovanni Cehovin; Ing. Mario Dvorseg; Ing. Cesare D'Henry; Ing. Renzo Norsa; delegato della Commissione Norme; Ing. Ernesto Ferretti, delegato dal Registro Navale Italiano. — Segretario: Ing. Enzo Pugno Vanoni.

SOCI CORRISPONDENTI ALL'ESTERO.

Nicolini Cav. Ing. Eugenio - Rue de Bruxelles 9, Paris (Francia). — Della Riccia Cav. Ing. Angelo - Chaussée d'Alsemberg n. 253, Bruxelles (Belgio). — Faccioli Ing. Giuseppe - General Electric Co., 49 Taconic Street, Pittsfield Mass. (U. S. A.) — Gullino Ing. C. A. - Mallarco 280, Lauria 100, Barcellona (Spagna) — Martinez Ing. Giuseppe - Pirelli General Cable Works, Southampton (Inghilterra). — Zamboni Ing. Agostino - Calle Aguilar 2490 - Belgrano - Buenos Aires (Argentina).

„L'ELETTROTECNICA„

COMMISSIONE ESECUTIVA: Ing. Sartori Giuseppe, Presidente — Ing. G. Comboni, Segretario amministratore — Prof. Ing. A. Barbagelata, Redattore Capo.

REDAZIONE: Prof. Ing. A. Barbagelata, Redattore Capo — Prof. Ing. U. Bordoni, Ing. M. Semenza, Prof. Ing. G. Vallauri, Redattori.

BIBLIOTECA CENTRALE.

(presso la Sezione di Roma - Via Poli, 29).

Bibliotecario Centrale: Dott. Comm. Amos Candeli.

ELENCO DELLE CARICHE SOCIALI DELL'A. E. I.

Presidenza Generale

| | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| Presidente Generale . . . | Sartori Ing. Prof. Giuseppe |
| | Del Buono Ing. Comm. Ulisse |
| Vice Presidenti Generali . . | Soleri Ing. Prof. Gr. Ufficiale |
| | Elvio. |
| | Vallauri Ing. Prof. Gr. Uff. |
| | Giancarlo. |
| Segretario Generale . . . | Comboni Ing. Giuseppe |
| Segretario della Presidenza . | Sperti Ing. Gildo |
| Vice Segretario Generale . . | Pugno Vanoni Ing. Enzo |
| Cassiere | Rigatti Ing. Gian Antonio |

Presidenti antecedenti

Galileo Ferraris (dal 27 dicembre 1896 al 7 febbraio 1897) — Prof. Giuseppe Colombo (1897-1899) — Prof. Guido Grassi (1900-1902) — Prof. Moisé Ascoli (1903-1905) — Ing. Emanuele Jona (1906-1908) — Ing. Prof. Luigi Lombardi (1909-1911) — Ing. Prof. Ferdinando Lori (1912-1914) — Ing. Guido Semenza (1915-1917) — Prof. Lorenzo Ferraris (1918-1920). Ing. Ulisse Del Buono (1921-1923).

CARICHE DELLE SEZIONI

1. - Sezione di Bari

| | |
|---------------------|----------------------|
| Presidente | Ascoli Mario |
| Vice Presidente . . | Buttiglioni Vincenzo |
| Segretario | Cafaro Nicola |
| Cassiere | Scippa Giovanni |

CONSIGLIERI

| | |
|--------------------|-----------------------------|
| Bolognini Alfonso | — Romanazzi Domenico |
| Montedoro Federico | — Scotto di Fasano Giovanni |
| Pollice V. A. | — Tarantini Giambattista |

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

| | |
|-----------------|---------------------|
| Centonze Angelo | — Sainati Francesco |
| Messeni Angelo | |

2. - Sezione di Bologna

| | |
|---------------------|------------------|
| Presidente | Amati Giuseppe |
| Vice Presidente . . | Sandonnini Lino |
| Segretario | Venturi Filippo |
| Cassiere | Gaudenzi Ruggero |

CONSIGLIERI

| | |
|-------------------|------------------|
| Amaduzzi Lavoro | — Finzi Carlo |
| Candi Gino | — Graziani Paolo |
| Ciampolini Nelson | — Levi Giorgio |

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

| | |
|--------------------|------------------|
| Calzoni Alfredo | — Modè Gaetano |
| Cricca Pier Felice | — Righi Aldo |
| Giandotti Mario | — Romagnoli Tito |
| Lucini Angelo | — Silva Angelo |

3. - Sezione di Catania

| | |
|---------------------|---------------------|
| Presidente | Fusco Francesco |
| Vice Presidente . . | Drago F. |
| Segretario | Licciardello Enrico |
| Cassiere | Rapisardi Francesco |

CONSIGLIERI

| | |
|------------------|-----------------|
| Romagnoli Mauro | — Arena Gaetano |
| Clementi Ignazio | |

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Vismara Emirico

4. - Sezione di Firenze

| | |
|---------------------|---------------------------|
| Presidente | Pasqualini Luigi |
| Vice Presidente . . | Mariani G. |
| Segretario | Castelnuovo Tedesco Guido |
| Cassiere | Venturini Pio |

CONSIGLIERI

| | |
|--------------------|----------------------|
| Dessy Flavio | — Iavicoli Ettore |
| Incontri Attilio | — Martinez Giulio |
| Modigliani Giacomo | — Occhiolini Augusto |

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

| | |
|------------------|---------------|
| Banti Gioacchino | — Cuttitta A. |
| Martinez Paolo | |

5. - Sezione di Genova

Presidente *Reggio Giacomo*
 Vice Presidente *Omodei Domenico*
 Segretario *Cantù Alberto*
 Cassiere *Gallo Francesco*

CONSIGLIERI

Ammirato Giuseppe -- *Lussana Silvio*
Batori Mario -- *Pellerano Pietro*
Gonzales Tito -- *Torresi Alfredo*

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Cascone Domenico -- *Mazza Leandro*
Garibaldi Cesare -- *Queirolo Rinaldo*

6. - Sezione di Livorno

Presidente *Liguori Pirro*
 Vice Presidente *Vallauri Giancarlo*
 Segretario *Melinossi Giuseppe*
 Cassiere *Ascoli Giorgio*

CONSIGLIERI

Rosselli Angiolo -- *Neri Giuseppe*
Rabbeno Giorgio -- *Fascetti Carlo*
Sordina Ugo -- *Panigatti Umberto*

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Vallauri Giancarlo -- *Puccianti Luigi*
Duprè Enrico -- *Danieli Antonio*
Orlando Mario

7. - Sezione di Milano

Presidente *Semenza Guido*
 Vice Presidente *Emanuelli Luigi*
 Segretario *Rigatti Gian Antonio*
 Cassiere *Gorla Giuseppe*

CONSIGLIERI DELLA SEZIONE :

Broggi Silvio -- *Fumero Francesco*
Cocco Vittorio -- *Manfredi Francesco*
De Andreis Luigi -- *Vannotti Ernesto*

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE :

Semenza Guido (Pres.) -- *Longhi Carlo*
Bacchini Cesare -- *Luzzatti Riccardo*
Balsamo Natale -- *Mascarini Giovanni*
Banfi Enrico -- *Merizzi Giacomo*
Belluzzo Giuseppe -- *Modigliani Umberto*
Campos Gino -- *Molinari Carlo Alberto*
Clerici Carlo -- *Norsa Renzo*
Coltri Carlo -- *Orefici Giuseppe*
Covi Adolfo -- *Rossi Francesco*
Dalla Verde Agostino -- *Salmoiraghi Darvino*
Del Puglia Antonio -- *Salvini Giuseppe*
Gavazzi Giuseppe -- *Simonotti Oreste*
Giorgi Gualtiero -- *Uccelli Guido*

8. - Sezione di Napoli

Presidente *Selmo Luigi*
 Vice Presidente *Catalano Giorgio*
 Segretario *Amara Vincenzo*
 Cassiere *Saggese Achille*

CONSIGLIERI

Calvanese Felice -- *Gabellone Giuseppe*
Immirzi Ettore -- *Maffezzoli Alfonso*
Melazzo Giovanni

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Cangia Domenico -- *Perrelli P. V.*
Cenzato Giuseppe -- *Eller Vainicher Luigi*
Colonna E. V. -- *Giordani Francesco*

9. - Sezione di Palermo

Presidente *Lo Presti Stefano*
 Vice Presidente *Trossarelli Ottavio*
 Segretario *Casella Attilio*
 Cassiere *Tomasini Francesco*

CONSIGLIERI

Acanfora Antonio -- *Dina Alberto*
Allara Giacomo -- *Ovazza Elia*
Arena Oreste -- *Raverta Enrico*

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Buttafarri Gaetano -- *La Rosa Michele*

10. - Sezione di Roma

Presidente *Del Buono Ulisse*
 Vice Presidente *Puccioni Corrado*
 Segretario *Grillo Guido*
 Cassiere *Ottolenghi Ugo*

CONSIGLIERI

Biagini Giuseppe -- *Netti Aldo*
Fano Guido -- *Oberziner Manlio*
Ferrara Enrico -- *Tomassetti Mario*

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Bordoni Ugo -- *Passeri Salvatore*
Civita Domenico -- *Peretti Ettore*
Di Cave Vito Simone -- *Mengarini Guglielmo*
Di Pirro Giovanni -- *Reversi Giuseppe*
Marchesi Gaetano -- *Schupfer Francesco*
Lombardi Luigi -- *Vallecchi Guido*

11. - Sezione Sarda

Presidente *Dolcetta Giulio*
 Vice Presidente *Simonetti Riccardo*
 Segretario *Passerini Luigi* --
 Cassiere *Lombardini Giuseppe*

CONSIGLIERI

Binaghi Angelo -- *Brotzu Giovanni*
Corsi Carlo -- *Sisini Francesco*

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Rudas Piero -- *Silva Silvio*

12. - Sezione di Torino

Presidente *Palestrino Carlo*
 Vice Presidente *Arigo Giuseppe*
 Segretario *Pollone Giuseppe*
 Cassiere *Pallavicini Giuseppe*

CONSIGLIERI

Andreoni Carlo -- *Quattrino Luigi*
Astuti Franco -- *Peri Guido*
Bosone Luigi -- *Rossi Pier Paolo*

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Bisazza Giuseppe -- *Montù Carlo*
Cagnoli Alessandro -- *Nizza Fernando*
Chiesa Terenzio -- *Parmeggiani Giuseppe*
De Benedetti Emilio -- *Pavia Nicola*
Dumontel Gilberto -- *Scaramuzza Gino*
Ferrero Camillo -- *Treves Vittorio*
Formica Antonio -- *Morelli Ettore*

13. - Sezione di Trento

Presidente *De Rizzoli Arrigo*
 Vice Presidente *Magnago Vittorio*
 Segretario *Chinatti Carlo*
 Cassiere *Quartaroli Arrigo*

CONSIGLIERI

Bongiovanni Andrea -- *Defant Augusto*
Tomasi Adolfo -- *Torzi Riccardo*

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Capraro Renato -- *Bonfoli Bruno*

14. - Sezione di Trieste

Presidente *Romano Catone*
 Vice Presidente *Defant Francesco*
 Segretario *Slossel Ernesto*
 Cassiere *Gregoretto Francesco*

CONSIGLIERI

Apollonio Antonio -- *Godnig Aldo*
Francesconi Eugenio -- *Kodermatz Luigi*
Lorenzetti Giuseppe -- *Hattich R.*

15. - Sezione Veneta

Presidente *Lori Ferdinando*
 Vice Presidente *Ghetti Ottaviano*
 Segretario *Marin Roberto*
 Cassiere *Mainardis Mario*

CONSIGLIERI

Carazzolo Giuseppe -- *Frisacco Renato*
Danioni Filippo -- *Marzolo Francesco*
Fracanzani Giacomo -- *Parvopassu Carlo*

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Golbach Albert -- *Pitter Antonio*
Milani Paolo -- *Voltolina Francesco*

L'ELETTRATECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTRATECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

E' GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Dopo la Riunione di Spezia.

E' col più vivo compiacimento che ci accingiamo questo anno a riferire come di consueto ai lettori, le nostre impressioni alla riunione annuale: la XXIX riunione sociale ha infatti segnato un nuovo e notevolissimo progresso sulle precedenti per quanto concerne soprattutto il contenuto tecnico. Poche, ma bene utilizzate sedute; discussioni nutrite sempre, spesso interessantissime, bene inquadrare e bene riassunte: pochi ordini del giorno, ma decisioni di notevole importanza — sulle quali avremo occasione di ritornare — per il migliore sviluppo della tecnica dell'illuminazione. Se per contrasto si ripensa al carattere del tutto accademico che avevano ancora le riunioni dell'A.E.I. non molti anni addietro, si rimane veramente colpiti dal progresso compiuto. Il merito è innanzitutto delle Presidenze che si sono succedute in questi ultimi anni e dei soci relatori alle riunioni che hanno saputo adattarsi al nuovo sistema rinunciando a tradizioni ormai antiche ed alle inerenti maggiori (forse solo in apparenza) soddisfazioni di amor proprio. Noi vogliamo riconoscerci il merito modestissimo di aver continuato a battere il chiodo — fin da quando, si può dire, fu creata l'*Elettrotecnica* — con una insistenza che a molti sarà sembrata persino monotona, ma che non è probabilmente estranea ai buoni risultati già ottenuti.

Ma anche altri motivi ha il nostro compiacimento. Uno, che fu assai felicemente rilevato dal Presidente generale, Prof. Sartori, nella sua lucida sintesi finale delle sedute tecniche, sta nella grande partecipazione di giovani e giovanissime reclute dell'A.E.I. ai lavori della riunione. Se mai vi fosse stato tra i nostri soci un così pervicace pessimista che lamentasse o temesse una possibile... fossilizzazione da parte del nostro sodalizio, così vivo e vitale, egli dovrebbe ora ricredersi. Il gruppo di memorie presentate a Spezia da colleghi giovanissimi è stato veramente notevole per quantità e qualità come simpatica è stata la sicurezza con la quale essi hanno preso la parola per riassumere i propri lavori. Ben opportuna è stata quindi, anche per questo riguardo, la creazione, proposta dalla Presidenza, ed approvata dall'Assemblea, di un premio triennale Angelo Bianchi in memoria dell'indimenticabile collega, a cui tanto deve l'A.E.I., e ad incoraggiamento dei lavori dei giovani.

Infine dobbiamo ricordare le deliberazioni prese per la futura XXXª riunione. Nessuno vorrà negare che le discussioni alla Spezia sarebbero state ancora più nutrite ed interessanti se il testo di moltissime memorie, distribuito per necessità di cose all'ultimo momento, fosse stato in precedenza conosciuto. Abbiamo già più volte indicato e deplorato le cause di tale ritardo, ma è doveroso riconoscere, col Presidente generale, che la colpa non è tutta degli autori, dato il breve periodo intercorso fra l'enunciazione del programma e la data della riunione. E' sembrata pertanto indiscutibile l'opportunità di stabilire già a Spezia il programma tecnico di massima della XXXª riunione e, su proposta della Presidenza, Consiglio generale ed Assemblea stabilirono ch'essa debba occuparsi da un lato degli impianti e dei macchinari di conversione (di forma, di frequenza, di numero di fasi, ecc., escluse cioè solo le trasformazioni di tensione) e dall'altro dei mezzi ed apparecchi destinati a migliorare la regolarità di servizio negli impianti.

Sono due temi di grande interesse sui quali contiamo di ritornare assai presto; come pure contiamo di ritornare su altri

importanti particolari dell'organizzazione già stabiliti. Qui vogliamo solo aggiungere che, dopo il cordiale invito del Presidente della Sezione di Napoli a cui si associò il rappresentante di quel Comune, socio collettivo dell'A.E.I., anche la sede della futura riunione è ormai stabilita. Al lavoro, dunque, colleghi, per la migliore riuscita della « prossima » XXXª riunione annuale a Napoli!

*

Mentre, per il resto, rinviando il lettore alla cronaca della riunione riportata più avanti, cronaca che non intende naturalmente di sostituirsi ai verbali che verranno pubblicati in seguito — dobbiamo qui ringraziare ancora una volta, a nome di tutti gli intervenuti, quanti si adoperarono per la ottima riuscita della riunione ed in particolare la Società Idroelettrica Ligure — la quale volontariamente si assunse i compiti che, gli anni passati, erano della Sezione ospitante — nelle persone del suo Direttore, Ing. Buffa e del suo collaboratore, Comandante Peri.

Regolazione di tensione e riflettori per lampade.

Continuiamo intanto la pubblicazione delle memorie presentate al recente Congresso con una organica e sintetica monografia del collega NERI sui vari sistemi di regolazione della tensione all'estremo di una linea e con una utile raccolta di dati sperimentali del collega REBECCHINI su recenti tipi di riflettori e diffusori.

Misure coi tubi elettronici.

Uno dei campi in cui i tubi elettronici già hanno reso e sempre più renderanno servizi preziosi è quello delle misure elettriche.

Le funzioni che essi possono compiere come raddrizzatori o come amplificatori fanno immediatamente intuire di quanta risorsa possano essere per determinate ricerche. Fermandosi sull'azione raddrizzatrice, l'Ing. PARIS ha voluto assoggettarla ad alcune accurate determinazioni allo scopo di trarne partito per effettuare misure di valori massimi e minimi di grandezze variabili. Egli stesso ne presenta, a guisa di esempio, due applicazioni che non ci sembrano prive di interesse per l'elettrotecnica generale: l'una nei riguardi del cambiamento di forma della curva di f.e.m. di una macchina sincrona al variare dell'eccitazione, l'altra nei riguardi delle pulsazioni di f.e.m. delle macchine a corrente continua, pulsazioni che si rivelano dovute non già al collettore, sibbene alla dentatura dell'indotto.

LA REDAZIONE.

ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica
del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,—
per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.

Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentate da una quota del 20% per spese di Amministrazione.

MISURE BALISTICHE DI VALORI MASSIMI PER MEZZO DEI DIODI □ □ □ □ □

M. PARIS



:: :: :: Comunicazione alla Sezione di Livorno :: :: ::

1. - Scopo delle misure.

E' un fatto già noto da tempo, ed apparisce del resto di per sè stesso evidente, che i raddrizzatori di corrente elettrica permettono di effettuare misure di valori massimi di grandezze alternative. Fra i molti lavori, in cui tale principio è stato utilizzato, si possono citare ad esempio quelli di Mac Lachlan e di Palm (¹). In questi studi lo schema di principio dei circuiti adoperati per le misure è quello rappresentato dalla fig. 1, basato

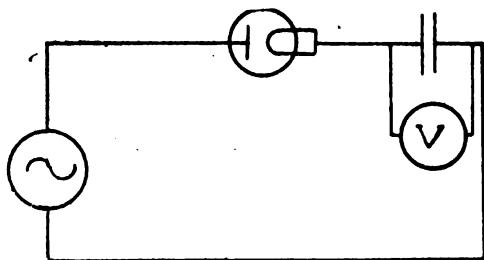


Fig. 1. — Schema di circuito per la misura diretta del valor massimo di una tensione variabile.

sull'uso di un voltmetro ad altissima impedenza (di solito del tipo elettrostatico), derivato su di un condensatore e inserito nel circuito della tensione da misurare con l'intermediario di un raddrizzatore, per es. del tipo elettronico (diodo o tubo elettronico a due elettrodi). Il metodo si presta per misure di tensioni a partire da valori relativamente alti e fino a valori anche altissimi.

In occasione di una ricerca sull'emissione elettronica dei filamenti di lampadine alimentati da correnti alternata (²), si è avuta occasione di usare i diodi con un dispositivo analogo al precedente, ma adatto anche per la misura di tensioni assai minori. A tal fine si è dimostrato conveniente il metodo balistico, il quale, con opportune cautele, ha permesso di eseguire misure assai accurate anche su valori molto piccoli. Si ritiene non inutile accennare ad alcuni dei risultati ottenuti, sia per chiarimento della ricerca ora ricordata, sia per mettere in rilievo con qualche esempio quest'altro pregevole campo di utilizzazione dei tubi elettronici a scopo di misura.

2. - Metodo di misura.

La fig. 2 mostra lo schema e gli strumenti adoperati nelle esperienze: *D* è un triodo comune del tipo IERT (Istituto Elettrotecnico e Radiotelegrafico della R. Marina) usato come diodo mediante connessione dell'anodo con la griglia, *C* è un condensatore campione che si può inserire nel circuito del diodo o in quello del galvanometro per mezzo di un invertitore a pozzetti di mercurio, *G* è un galvanometro balistico Siemens a sospensione ed a lettura diretta. Se il reostato *R* della fig. 2 è attraversato da una corrente alternata, o se comunque, anche in assenza del reostato, è mantenuta fra i punti *M N* una d. d. p. alternativa, l'anodo del diodo diventa alternativamente positivo

e negativo. Poichè la corrente non può passare all'interno del diodo se non nella direzione anodo-filamento, il condensatore tende progressivamente a caricarsi ad una tensione eguale al valor massimo della tensione alternata, e raggiunge addirittura tale valore, dopo una successione sufficientemente lunga di alternanze positive, se la dispersione di elettricità nell'intervallo di un periodo è trascurabile. Scaricando allora il condensatore sul galvanometro, si può ricavare dall'elongazione di quest'ultimo il valore massimo cercato

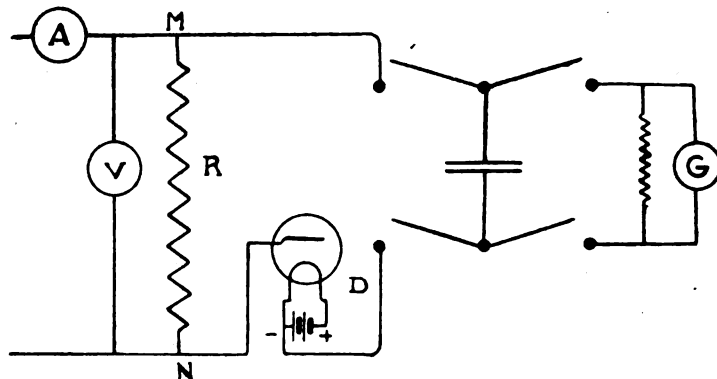


Fig. 2. — Schema di circuito per la misura balistica di valori massimi.

Per avere una prova dell'accuratezza del metodo si è fatto attraversare il reostato *R* (fig. 2) da corrente perfettamente continua fornita da una batteria di accumulatori, che veniva adoperata esclusivamente per questa esperienza. Collegando l'anodo della valvola col polo positivo del reostato si riscontra che le indicazioni fornite dal voltmetro e dall'ampèrometro sono legate da una relazione perfettamente lineare ai valori ricavati dalle deviazioni del galvanometro. Si inverte poi il collegamento del diodo col reostato in modo che l'anodo sia in comunicazione col polo negativo e si verifica che il condensatore non si carica affatto.

La retta *A* (fig. 3) rappresenta la relazione tra la tensione continua, applicata tra filamento e anodo, e l'elongazione del galvanometro, al quale quando siano note la costante balistica del galvanometro e la capacità del condensatore, misura anche la tensione di carica di quest'ultimo. La retta *A* non passa per l'origine perchè, com'è noto, la corrente anodica nel diodo si manifesta anche per tensione anodica nulla, ossia perchè, come suol dirsi, il diodo funziona come una pila avente una f. e. m. misurata dall'ordinata iniziale *O M* del diagramma (fig. 3).

Si noti che, come risulta dagli schemi riportati in figura, la connessione col catodo è sempre fatta con il suo estremo negativo, rispetto al quale si intendono misurare le tensioni anodiche.

Si è poi preso a sperimentare sul medesimo circuito della fig. 2, ma alimentandolo con corrente alternata, dopo aver verificato che tensioni e correnti erano praticamente grandezze armoniche semplici, ossia puramente sinusoidali. I risultati delle misure sono riportati in figura 3 mediante la retta *B*, che ha per ascisse i valori di tensione efficace applicati ai capi del reostato *R*, e per ordinate, come la retta *A*, i valori massimi o valori della tensione di carica del condensatore, ricavati dalle elongazioni del galvanometro. Questa linea *B* ha un andamento quasi totalmente rettilineo, che, prolungato, passerebbe per l'origine delle coordinate. Ma in realtà il diagramma *B*, per valori sempre più bassi della tensione alternativa applicata, dopo aver tagliato la retta *A*, si incurva progressivamente verso l'asse delle ordinate fino a raggiungerlo nel punto *M*.

Questo tratto caratteristico della linea *B* è riprodotto in figura 3 in scala più ampia, e da esso appare come per tensioni anodiche alternative molto piccole si abbia, nel caso considerato, una deviazione del galvanometro minore che per tensione anodica nulla.

Questa particolarità si è riscontrata anche in altri diodi dello stesso tipo, e dalle prove eseguite è risultato che il comportamento di essi è identico sul tratto rettilineo, (cioè si ottiene sempre un tratto rettilineo come quello della *B* in fig. 3 che prolungato passerebbe per l'origine degli assi), mentre nel tratto curvo si avvertono piccole differenze quantitative, pur conservandosi qualitativamente lo stesso andamento. Il quale, per lo stesso diodo, non sembra influenzato dal valore della capacità e neppure sensibilmente entro certi limiti, dal valore della frequenza.

(¹) N. W. MACLACHLAN - A comparative Method of Testing thermionic valves for passing no reverse Current at high voltages. — Proceedings of the Physical Society, London, Vol. 32, pag. 72, febbraio 1920.

A. PALM - I tubi a vuoto e la misura del valore massimo di tensione alternata. — L'Elettrotecnica, 5 dicembre 1923, Vol. X, N. 34, pag. 831.

(²) M. PARIS - Variazioni di temperatura e di emissione elettronica di un filamento di tungsteno reso incandescente da corrente alternata. — Comunicazione alla XXIX Riunione dell'A. E. I.

Dalla fig. 3 si rileva chiaramente che la tensione alternativa applicata al diodo agisce nel senso di ridurre dapprima e poi (per valori superiori ad un volt) di annullare gli effetti della f. e. m. interna propria del diodo. Lasciando per ora da parte l'interpretazione fisica di tale fenomeno, giova rilevare che il

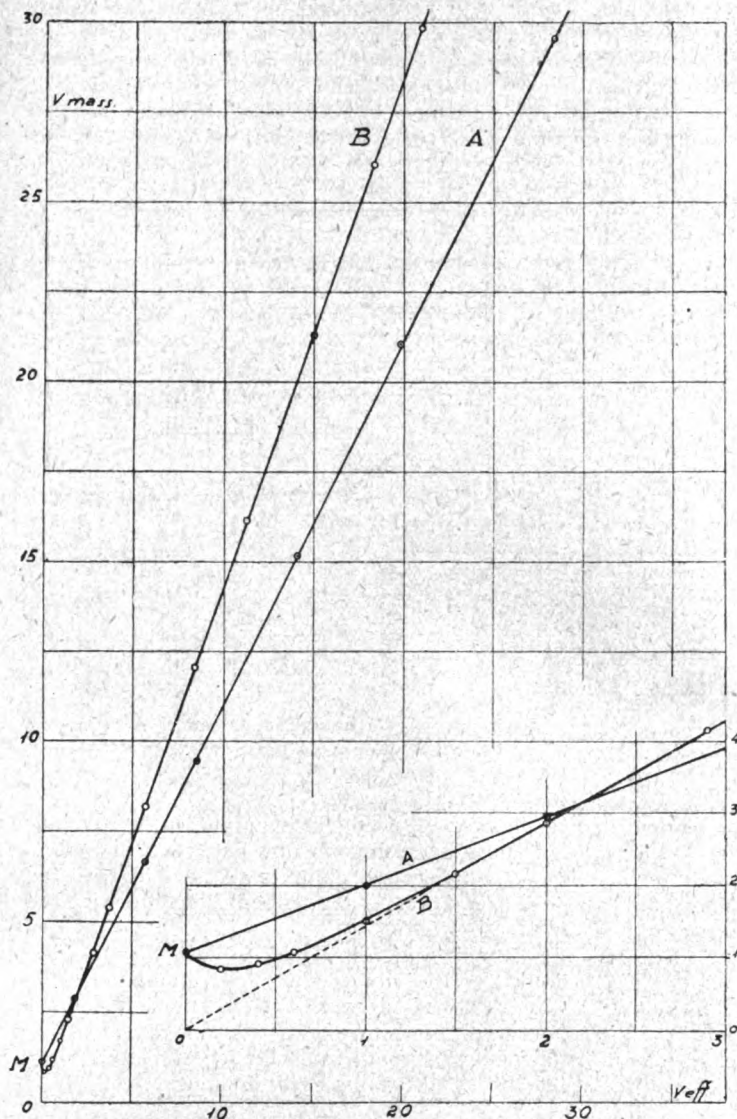


Fig. 3. — Tensione raddrizzata da un diodo alimentato sotto tensione continua (A) e sotto tensione alternata (B).

rapporto tra le ordinate della parte rettilinea della B e della A coincide praticamente col noto valore $\sqrt{2}$ solamente se si sottrae dalle seconde l'ordinata costante O M che rappresenta,

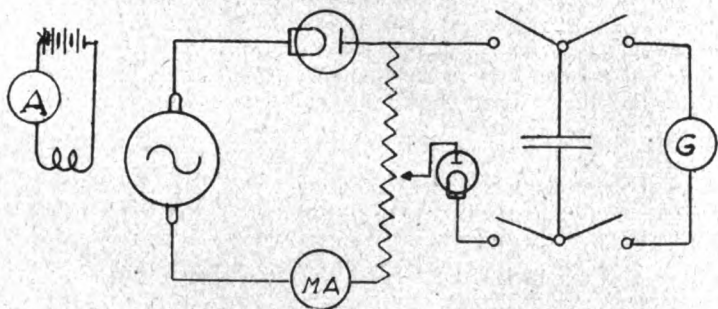


Fig. 4. — Schema di circuito per la misura del valor massimo di correnti raddrizzate.

come si è detto, la f. e. m. interna. Ciò conferma altresì il fatto che la tensione alternativa applicata è effettivamente sinusoidale.

Nel primo tratto della curva B le misure risultano alquanto laboriose, laddove per tensioni raddrizzate o comunque variabili, ma che non si invertano, si possono fare più agevolmente misure precise anche per valori piccolissimi. La prova sperimentale del comportamento del raddrizzatore con tensione

variabile ma di segno costante, è stata fatta mediante lo schema della fig. 4. Lasciando completamente invariato il circuito di corrente pulsativa alimentato dall'alternatore, ed usando un potenziometro tarato, si è constatato infatti che le deviazioni del galvanometro balistico, ossia i valori massimi di tensione data al condensatore dal diodo di destra, variano linearmente col tratto di potenziometro inserito, anche per valori piccolissimi della tensione, e che tale variazione lineare dà luogo ad un diagramma che intercetta sull'asse delle ordinate lo stesso segmento O M (fig. 3), che si ha nel caso delle misure con corrente continua. Resta così confermato che l'andamento caratteristico del primo tratto della linea B e il fatto che il prolungamento della sua parte rettilinea passi per il centro degli assi sono legati alla condizione che la tensione variabile sia alternata.

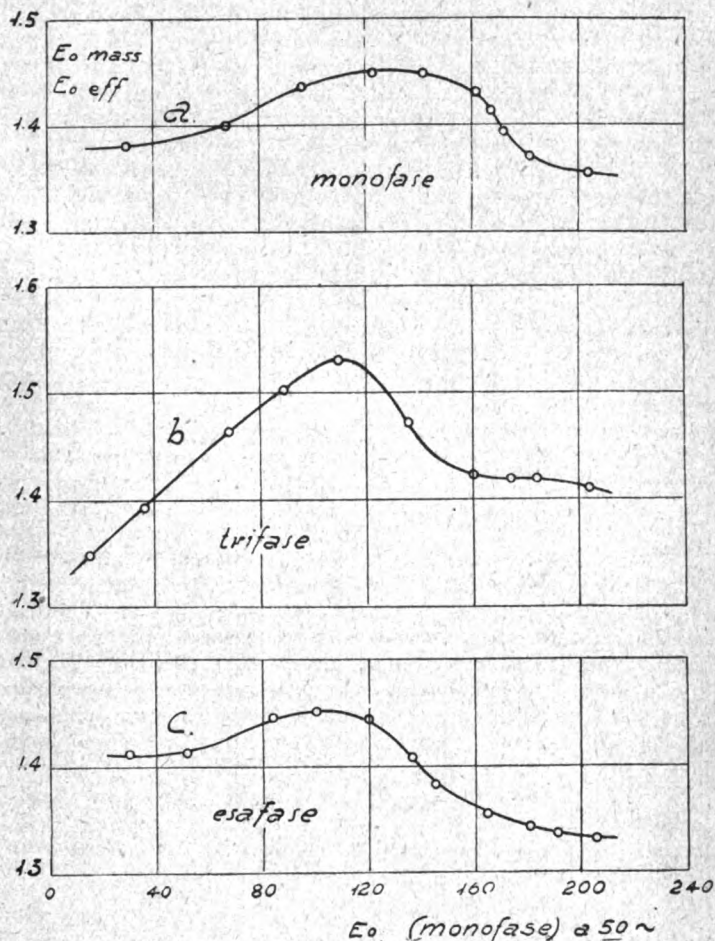


Fig. 5. — Variazioni del rapporto tra valor massimo e valor efficace della tensione a vuoto di una convertitrice in funzione dell'eccitazione.

In base a quanto precede si vede che il metodo si presta bene a misurare il massimo così positivo come negativo di una tensione alternata, anche se questi massimi sono diversi. Se l'ampiezza della tensione è così piccola da cadere nel tratto curvilineo del diagramma di taratura dato dalla B (fig. 3) si può rendere la misura più accurata e togliere ogni ambiguità, sommando con la tensione da misurare una tensione continua nota, bastevole a impedire la inversione della tensione risultante in qualunque istante del periodo e ad utilizzare quindi la taratura fatta con corrente continua. Nel caso poi che la tensione da misurare non sia alternata, ma pulsativa e non cambi mai di segno, è assai facile ideare (come si rileva da uno degli esempi riportati più innanzi), altri semplici dispositivi differenziali, i quali, anch'essi con l'aiuto di f. e. m. supplementari perfettamente costanti (fornite da accumulatori o pile), permettano di determinare, oltre al valor massimo anche il valor minimo della tensione data, così da dedurre l'ampiezza di pulsazione totale.

3. - Applicazioni ed esempi.

Il dispositivo si presta innanzi tutto assai agevolmente per determinare ad esempio il rapporto tra valor massimo e valore efficace di una tensione alternativa, rapporto che giova

assai bene a giudicare in prima approssimazione della forma di curva di variazione della tensione stessa. Prove di questo genere sono state eseguite su una convertitrice Marelli da 5.5 kW per la quale si è misurato il valore massimo della f. e. m. a vuoto per diversi valori di eccitazione. A tal fine si è collegato uno dei morsetti della macchina con l'anodo

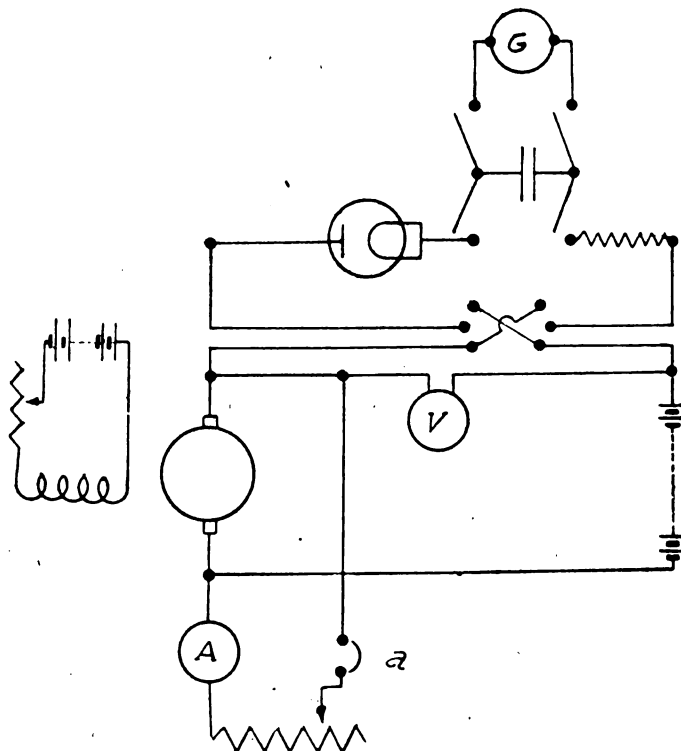


Fig. 6. — Schema di circuito per la misura dell'ampiezza delle pulsazioni di f. e. m. di una dinamo.

del diodo e l'altro con uno dei morsetti del commutatore a pazzetti di mercurio, realizzando un circuito che differisce da quello in fig. 2, solo perchè manca il reostato R . Le misure sono state eseguite a velocità ridotta ($f=25$) per non applicare al diodo una tensione eccessiva. Naturalmente ciò non modifica in modo apprezzabile i risultati, quando essi si riportino

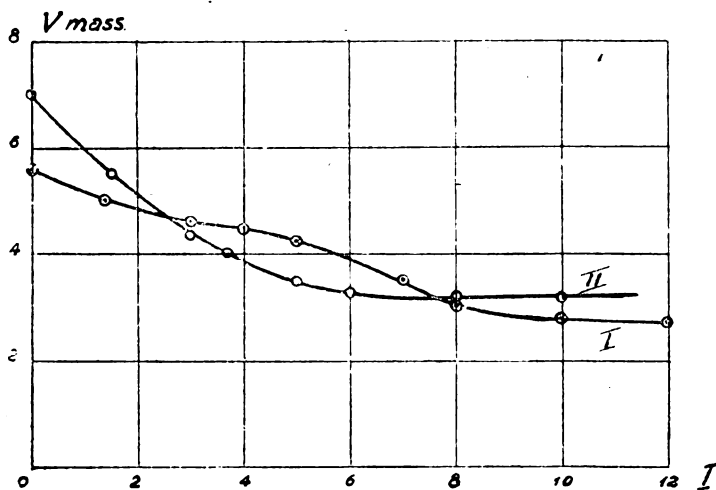


Fig. 7. — Valori massimi della componente alternata di tensione prodotta da una dinamo, in funzione del carico.

a qualunque altra frequenza riferendosi a tensioni proporzionali, ossia riferendosi sempre ad eguali valori della corrente di eccitazione. Le curve a , b , c , in fig. 5 mostrano il modo di variare del rapporto tra la f. e. m. massima e il corrispondente valore efficace E_0 ricavato dalle caratteristiche di eccitazione della macchina, in funzione della tensione efficace a vuoto misurata ai morsetti del monofase alla frequenza di 50 periodi. Le ascisse comuni delle tre curve corrispondono cioè a valori identici della corrente di eccitazione. E' interessante rilevare sia l'analogia generica fra le tre curve, sia le loro differenze specifiche. La prima è da mettersi in relazione con la diminuzione iniziale e poi con il successivo incremento della

riluttanza del circuito magnetico della macchina (variazioni di permeabilità del ferro). Le seconde sono invece da mettersi in relazione con i diversi fattori di avvolgimento che competono ai circuiti monofasi, trifasi ed esafasi, presi su un avvolgimento chiuso e continuo, quale è, per necessità, quello di una convertitrice.

Un altro esempio di applicazione del metodo può essere quello relativo allo studio della componente alternata della tensione al collettore di una dinamo. Operando sulla medesima convertitrice (che è tetrapolare, con poli di commutazione e con 108 lamelle di collettore) si son voluti misurare i valori massimo e minimo della tensione da essa prodotta nel fun-

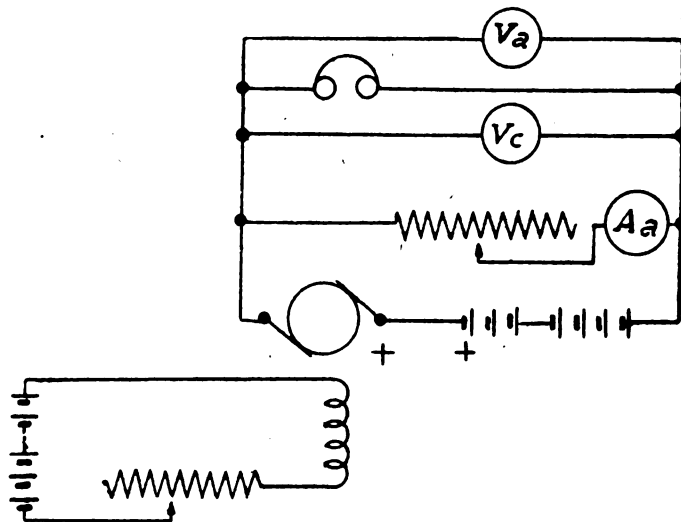


Fig. 8. — Schema di circuito per la misura della corrente sviluppata dalla componente alternata della tensione di una dinamo.

zionamento come dinamo. Si è collegata perciò, in opposizione con la tensione prodotta dalla dinamo una batteria di 60 accumulatori e si è chiuso il circuito comprendendovi in serie un diodo, una resistenza di 2000 Ω per impedire fenomeni di risonanza, e un condensatore (fig. 6).

Regolata opportunamente la velocità e l'eccitazione della dinamo si è ridotta a zero l'indicazione del voltmetro a bobina mobile V ; resta quindi ad agire nel circuito del diodo la sola tensione alternativa differenziale dovuta alla dinamo. Si è dapprima fatta la misura a vuoto, poi chiudendo l'interruttore a (fig. 6) si è dato un carico ohmico alla dinamo.

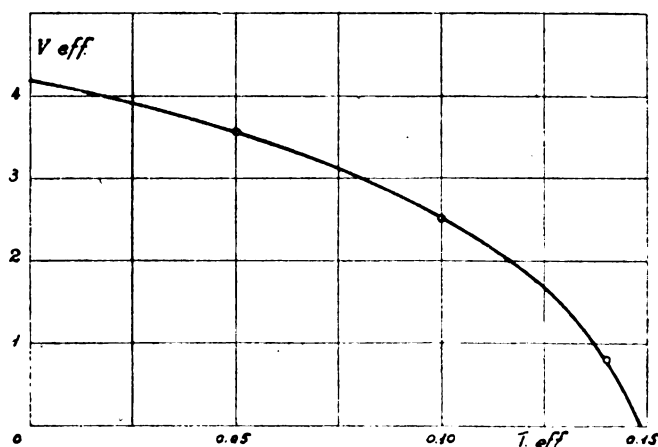


Fig. 9. — Caratteristica $V = f(I)$ della componente alternata della tensione di una dinamo.

I risultati delle misure sono riportati nei diagrammi in fig. 7, ove le ascisse rappresentano le intensità di corrente continua erogata dalla dinamo, le ordinate i valori massimi in volt.

Durante l'esperienza l'eccitazione era mantenuta rigorosamente costante. La curva I si riferisce ai valori massimi positivi, cioè di segno tale da sommarsi con la f. e. m. media della dinamo, la II ai valori massimi negativi (ottenuti con la semplice inversione dei due capi del diodo nel circuito della fig. 6).

Dai diagrammi appare che la variazione massima di f. e. m. a vuoto è di circa 12 volt (cioè il 10% circa della tensione media della dinamo), valore di gran lunga superiore a quello che si può prevedere teoricamente, se lo si vuole attribuire agli effetti del collettore, i quali farebbero prevedere pulsazioni dell'uno e del due per mille. L'ampiezza delle variazioni si va poi attenuando col carico.

La fig. 8 mostra un circuito analogo a quello in fig. 6: al posto del diodo e del condensatore si è sostituito un voltmetro a c. a. e un amperometro a filo caldo da 0,5 A, con resistenza in serie, e per mezzo di questi strumenti si è rilevata, sempre sulla medesima macchina la caratteristica in fig. 9, analoga alla caratteristica esterna di un alternatore. Il valore efficace della tensione a vuoto, pari a circa quattro volt, mostrerebbe che la forma della curva di tensione non è molto lontana dalla sinoidale.

Per chiarire l'origine della notevole componente di tensione alternativa si sono fatte le seguenti prove. In derivazione sul voltmetro (fig. 8) si è inserito un telefono, e dalla nota di questo si è dedotta la frequenza della corrente alternata, ottenendo per confronto con un'armonica, un valore compreso tra 490 e 520 periodi, mentre la macchina faceva 850 giri al minuto primo.

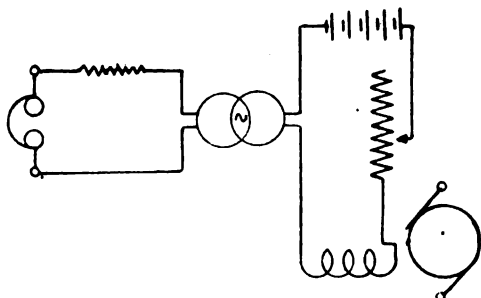


Fig. 10. — Schema di circuito per la verifica dell'influenza delle scansionature dell'indotto sulla componente di f. e. m. alternata della dinamo.

I valori della frequenza e dell'ampiezza e l'andamento all'incirca sinoidale sono stati confermati da prove oscillografiche. La frequenza relativamente bassa e l'ampiezza assai rilevante della componente alternata, hanno fatto escludere che si tratti di effetto del collettore ed hanno per contro suggerito l'idea che il fenomeno sia dovuto alla dentatura dell'indotto.

Per verificare questa ipotesi si è proceduto nel seguente modo: si è fatta girare a vuoto la dinamo e in serie col circuito di eccitazione, alimentato da una batteria di accumulatori assolutamente indipendente si è inserito il primario di un trasformatore. Sul secondario si è chiuso un telefono con una resistenza in serie (fig. 10). Facendo girare la dinamo a vuoto e con le spazzole a posto, si avverte, a pari velocità, la stessa nota misurata con l'inserzione del telefono secondo lo schema della fig. 8. Regolando opportunamente la velocità della dinamo fino ad avere un numero di giri eguale a 730 al 1', si ottiene al telefono una nota all'unisono col corista normale (435). Sollevate le spazzole della dinamo in prova, la nota si mantiene identica per intensità ed altezza, mostrando che il fenomeno non dipende in alcun modo dal collettore sebbene dalla dentatura, come risulta dal fatto che i denti sono 36 e danno quindi luogo, con 730 giri al 1', per l'appunto alla frequenza del corista, $\frac{730 \cdot 36}{60} = \sim 437$ periodi.

Il presente lavoro è stato compiuto nel Gabinetto di Elettrotecnica della R. Scuola d'Ingegneria di Pisa. L'autore esprime i suoi più vivi ringraziamenti al Direttore, Prof. G. Valauri, per i consigli e l'aiuto fornitigli.

Pisa, Luglio 1924.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purché ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

ALCUNE OSSERVAZIONI INTORNO ALLA REGOLAZIONE DELLA TENSIONE □ □

FILIPPO NERI



Comunicazione alla XXIX Riunione Annuale dell'A. E. I.
Spezia - Settembre 1924

E' noto come le oscillazioni di tensione si ripercuotano in modo svantaggioso sugli impianti di forza motrice ⁽¹⁾ e come esse trovino qui una vera e propria causa di autoeccitazione. Ciò si comprende ove si consideri che, per far fronte alle deficienze di tensione, gli utenti sono spesso costretti ad installare motori di potenza esuberante, e che lavorano quindi normalmente con un basso fattore di potenza, con peggioramento delle condizioni generali della rete.

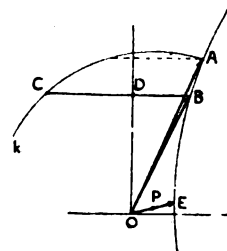
Da questo punto di vista è indubitato che, ove si potessero garantire alle utenze di forza motrice delle oscillazioni di tensione mantenute entro limiti tollerabili ⁽²⁾, il problema del fattore di potenza troverebbe una prima parziale risoluzione.

Circa gli impianti di illuminazione, per quanto, dato il carattere particolare delle utenze, straordinariamente frazionate, ed in generale incapaci od impossibilitate, ove non intervengano organismi speciali, a qualsiasi controllo o misura, diano forse in un certo senso i minori grattacapi al fornitore di energia elettrica, pure essi si trovano, nei riguardi delle oscillazioni della tensione in condizioni che in sé, avuto cioè riguardo all'effetto utile dell'apparecchio utilizzatore, sono ancor più critiche che non quelle degli impianti di forza motrice.

Secondo recenti ricerche sperimentali ⁽³⁾, i cui risultati, per lampade aventi un consumo specifico di 1 w. per candela sono rappresentati in fig. 1 (qui V, I, K, W rappresentano rispettivamente tensione di alimentazione, intensità luminosa, consumo specifico e consumo totale), si può invero ritenere che, mediamente e per condizioni di funzionamento che non si discostino troppo dalla normale, ogni variazione di $\pm 1\%$ nella tensione di alimentazione, provochi una variazione di $\pm 4\%$ nella intensità luminosa e di $\pm 2\%$ nel consumo specifico ⁽⁴⁾.

(1) Vedasi p. es. L'Elettrotecnica N. 19 del 5 Luglio 1921, pag. 422.

(2) Ai motori che in tal caso verrebbero senza più ragione a lavorare a carico ridotto, potrebbe anche essere in casi particolari assegnata, ed in misura notevole la funzione di motori sincroni sovraeccitati ove si procedesse alla loro sovracompensazione con eccitatrici



rotoriche opportunamente progettate. Se invero nella figura OA rappresenta la corrente che il motore potrebbe assorbire se lavorasse a pieno carico ed OE la corrente a vuoto, è facile vedere che la condizione di costanza delle perdite complessive nel rame, conduce a far muovere l'estremo del vettore di corrente su di un arco di cerchio con centro in un punto P di OE, che è, in pratica, sempre assai prossimo al punto medio. (Nel caso generale, detti r_r e r_s , n_r e n_s le resistenze ed i numeri di spire degli avvolgimenti del rotore e dello statore, il punto P dista da O della quantità $\frac{k}{k+1} OE$, avendo posto $k = \frac{r_r}{r_s} \left(\frac{n_s}{n_r} \right)^2$).

Se quindi OD rappresenta in opportuna scala la potenza massima richiesta al motore, è ovvio che, sovracompensandolo, noi potremo fargli assorbire dalla rete, oltre la corrente di lavoro, anche una corrente swattata (in anticipo sulla tensione) data da CD. L'effetto di condensatore sarebbe invece relativamente piccolo ove il motore funzionasse normalmente al pieno carico OA.

(3) L'Elettrotecnica, N. 2 del 15 Gennaio 1923, pag. 41.

(4) I risultati dello studio sperimentale citato nella nota precedente sono per la parte che ci riguarda i seguenti: detti I_a e K_0 rispettivamente intensità luminosa e consumo specifico di una lampada ad incandescenza (a tungsteno) sotto la tensione V_0 , l'intensità luminosa I

L'uso del diagramma è semplicissimo: si supponga ad esempio di tollerare in partenza una variazione di tensione bc e di volere che tra la prestazione del sincro in ritardo ed in anticipo esista un certo rapporto ν (definito dal tipo di macchina scelta o da considerazioni economiche). Basta allora ovviamente spostare la spezzata $abcd$ parallelamente a sè stessa, in guisa cioè che il lato bc si mantenga costantemente lungo l'asse delle ordinate, sino a quando il rapporto tra i segmenti cC e bD non sia quello ν voluto. I segmenti bD e cC , danno allora senz'altro la potenza apparente rispettivamente in anticipo W_{an} ed in ritardo W_{ar} del sincro da installare, mentre i punti c e b definiscono entro quali valori deve variare la tensione in partenza nel passaggio della linea da vuoto a pieno carico. Ove in centrale si desiderasse una regolazione nulla, la spezzata $abcd$ si riduce evidentemente ad una retta, da spostarsi parallelamente all'asse delle ascisse.

Ordinariamente poi, per comodità di disegno, la parte a sinistra del diagramma si ribalta intorno all'asse delle ordinate di guisa che la retta BB_1 assume la posizione BB_1' e la cd la posizione cd' : s'intende che le potenze apparenti lette in corrispondenza della BB_1' debbono sempre intendersi in ritardo, mentre quelle lette in corrispondenza della AA_1 sono in anticipo. E' superfluo notare che le due rette AA_1 e BB_1' col loro punto d'incontro definiscono e la tensione in partenza e la potenza apparente di condensatore ruotante da installare, ammessa una regolazione nulla in centrale ed una prestazione del sincro eguale nei due sensi.

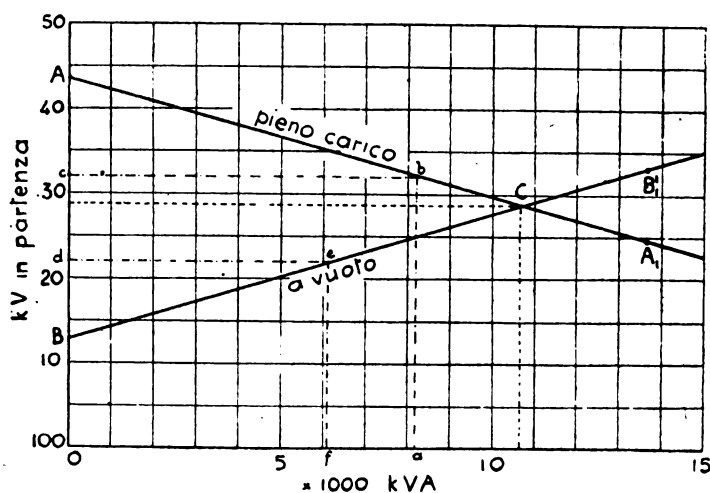


Fig. 3.

La fig. 3 mostra un esempio di pratica applicazione del metodo; essa si riferisce ad una linea trifase la quale fornisce in arrivo 22 000 kW sotto una tensione di 120 V concatenate e con un $\cos \varphi = 0,85$. Le caratteristiche complessive della linea, trasformatori compresi, sono le seguenti:

$$R = 39,5 \Omega; X = 182,4 \Omega; B = 654 \cdot 10^{-6} \text{ Mho}$$

e risulta: tensione in partenza, a pieno carico (punto A) 143,4 kV; tensione in partenza a vuoto (punto B) = 112,9 kV. I punti A_1 e B_1 sono stati determinati supponendo installato in arrivo un sincro con una prestazione in anticipo ed in ritardo rispettivamente di 13 640 kVA ⁽¹⁰⁾. Dal diagramma così tracciato appare, per esempio, che se si ammette una prestazione eguale nei due sensi, la regolazione nulla in centrale si ottiene installando in arrivo un sincro da 10 600 kVA; la tensione in partenza deve allora essere mantenuta costantemente a 128,8 kV; ch  se poi si tollerasse in partenza una variazione di tensione di 10 kV, e si ammettesse, per es., $\nu = 0,75$, si dovrebbe (spezzata bcd) impiegare un sincro con una prestazione di ~ 8200 kVA e ~ 6150 kVA rispettivamente in anticipo ed in ritardo, mentre la tensione dovrebbe variare tra 122 e 132 kV.

*

E' lecito chiedersi quale sia in realt  la legge, supposta lineare, della variazione della tensione in partenza al variare della potenza del sincro installato all'arrivo della linea.

La via pi  semplice   forse quella di rifarsi al noto dia-

⁽¹⁰⁾   la potenza di sincro che rende eguale all'unit  il $\cos \varphi$ all'arrivo, con la linea a pieno carico. La scelta di questo particolare valore porta ad una piccola semplificazione nei calcoli.

gramma delle tensioni ⁽¹¹⁾ rappresentato in fig. 4 ⁽¹²⁾. In esso i segmenti OG ed OC rappresentano le tensioni in partenza a pieno carico (V_p) ed a vuoto (V_{p0}) rispettivamente, mentre OA   la tensione (costante) in arrivo (V_a).

Se ora si immagina di inserire all'estremo della linea ca-

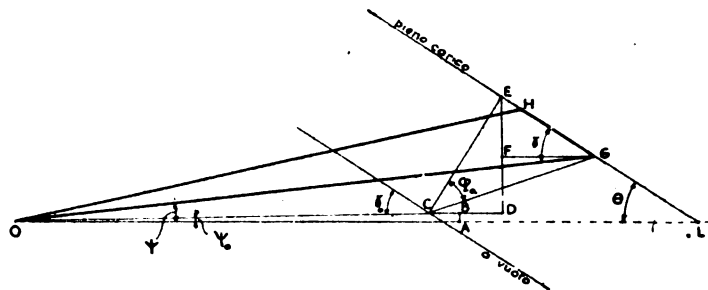


Fig. 4.

rica un motore sincro per es., sovraeccitato (funzionante a vuoto), con una prestazione W_s che si legge proporzionalmente nel segmento GH, la tensione in partenza, se si vuol mantenere inalterato V_a , deve ridursi al valore OH. Ora, nel triangolo OHG si ha

$$1) \overline{OH}^2 = \overline{OG}^2 + \overline{GH}^2 - 2 \overline{OG} \cdot \overline{GH} \cos \gamma$$

Se allora si indica con V_p' la tensione in partenza (OH) variabile al variare della prestazione W_s del sincro, e se si pone $\zeta = \sqrt{\varphi^2 + \chi^2}$ alla (1) si giunge a dare la forma:

$$2) V_p'^2 = \left(\frac{\zeta}{V_a}\right)^2 W_s^2 - 2 \zeta \frac{V_p}{V_a} \cos \gamma W_s + V_p^2$$

in cui le tensioni sono quelle concatenate, espresse in kV, mentre le prestazioni (trifasi) sono espresse in migliaia di kVA. Se, come nel diagramma di Peek si assumono come coordinate le W e le V_p' la equazione (2) rappresenta una iperbole, i cui asintoti hanno le equazioni:

$$\begin{cases} \frac{\zeta}{V_a} W_s + V_p' = V_p \cos \gamma \\ \frac{\zeta}{V_a} W_s - V_p' = V_p \cos \gamma \end{cases}$$

La (2)   del tutto generale, ed   applicabile a qualunque condizione di carico della linea, purch , naturalmente, si pongano al posto di V_p e $\cos \gamma$ le corrispondenti grandezze relative alla nuova condizione di funzionamento scelta. In particolare pel funzionamento a vuoto, la (2) assumer  la forma:

$$2) V_{p0}^2 = \left(\frac{\zeta}{V_a}\right)^2 W_s^2 - 2 \zeta \frac{V_{p0}}{V_a} \cos \gamma_0 W_s + V_{p0}^2$$

Se si descrivono le curve (2) e (2'), si riscontra facilmente che, nei casi della pratica, se ci si limita a tratti non molto estesi nell'intorno dell'asse delle ordinate (e di ci  conviene tenere conto nello scegliere le ascisse dei punti A_1 e B_1'), il loro andamento si mantiene in realt  con tutta l'approssimazione rettilineo. In fig. 5 sono, a titolo di esempio rappresentate le due iperboli (a e b) che rispondono rispettivamente alle equazioni (2) e (2') per la linea prima considerata. Le rette a tratto e punto sono le relative coppie di asintoti.

*

Il tracciamento delle rette fondamentali del diagramma di Peek pu  peraltro effettuarsi ancora in modo semplice, senza dover ripetere, per la determinazione dei punti A_1 e B_1 della fig. 1, al calcolo delle tensioni in partenza. Se invero, come appare praticamente lecito si confondono i tratti di iperboli che ci interessano con le tangenti alle curve nel punto di ascisse zero, o ci , che fa lo stesso, si confondono le tensioni V_p' con le proiezioni sulla V_p , si riconosce immediatamente che la tan-

⁽¹¹⁾ V. p. es. L'Elettrotecnica, N. 27 del 25 Settembre 1922, p. 600.

⁽¹²⁾ Detti I_a e $\cos \varphi_a$ la corrente e il fattore di potenza in arrivo e posto

$$\left(\frac{YZ}{2!} + \frac{Y^2 Z^2}{4!} + \dots\right) = x + j\beta; Z \left(1 + \frac{YZ}{3!} + \frac{Y^2 Z^2}{5!} + \dots\right) = \rho + j\chi$$

si ha:

$$\begin{aligned} OA &= V_a; AB = \beta V_a; BC = \alpha V_a; CD = \rho I_a \cos \varphi_a; DE = \chi I_a \cos \varphi_a; \\ EF &= \rho I_a \sin \varphi_a; FG = \chi I_a \sin \varphi_a. \end{aligned}$$

gente dell'angolo che le rette in parola formano con l'asse delle ascisse, vale nel caso generico, con le solite notazioni:

$$3) \quad \sigma = \frac{\zeta \cos \gamma}{V_a}$$

Le grandezze σ divengono allora agli effetti della regolazione col sincro, delle vere e proprie caratteristiche della trasmissione, in quanto ci definiscono, in corrispondenza di ogni condizione di carico, di quanto si possa abbassare (o innalzare) la tensione in partenza, per ogni 1000 kVA di potenza apparente di sincro installata. Il calcolo delle caratteristiche σ diviene assai semplice se si tien presente che si ha

$$\gamma = \theta + \psi$$

in cui ψ è l'angolo tra le tensioni in arrivo ed in partenza in assenza di sincro, e che θ vien a sua volta definito dalla

$$\theta = \arctg \frac{\rho}{\chi} \quad (13)$$

Nel caso della linea già più volte menzionata, si ha per esempio: $\rho = 38$; $\chi = 179$ onde $\zeta = 183$, $\theta = \sim 12^\circ$. Per il funzionamento a pieno carico risulta

$$\psi = \sim 12^\circ; \cos \gamma = 0,913, \sigma = 1,39$$

e per il funzionamento a vuoto

$$\psi_0 = \sim 0^\circ; \cos \gamma_0 = 0,978; \sigma_0 = 1,49.$$

Ciò vuol dire che, per ogni 1000 kVA di potenza reattiva in anticipo od in ritardo inseriti a fine linea, si può rispettivamente

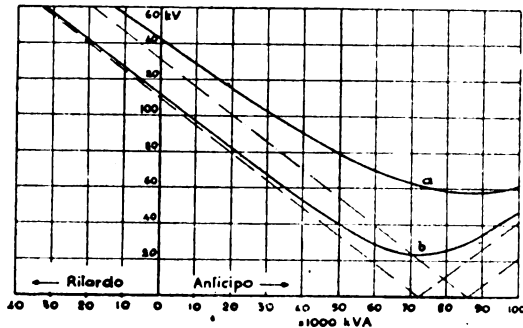


Fig. 5.

te abbassare (a pieno carico) od innalzare (a vuoto) la tensione in partenza di 1,39 e 1,49 kV.

*

Da quanto si è detto, scaturisce immediatamente che, detta ΔV la variazione di tensione che si aveva in partenza prima della installazione del sincro nel passaggio da vuoto a pieno carico, ε la variazione ammessa dopo la installazione e conservando a ν il solito significato, la prestazione in anticipo W_s del sincro da adottare per conseguire lo scopo, è definita dalla ⁽¹³⁾

$$4) \quad W_s = \frac{\Delta V - \varepsilon}{\sigma + \nu \sigma_0}$$

e che la tensione dovrà farsi variare in centrale da $V'_{p0} = V_{p0} + \nu \sigma_0 W_s$ a $V'_{p0} + \varepsilon$.

Sarà appena necessario accennare che, come appare dalla (4), definito ν , la prestazione del sincro varia, in funzione di ε con legge lineare: della proprietà si può naturalmente trarre partito per abbreviare, con la costruzione di un diagramma, il tempo necessario ai calcoli di orientamento.

Riferiamoci ancora alla linea più volte citata, per cui si ha

$$\Delta V = 134,4 - 112,9 = 30,5 \text{ kV}; \sigma = 1,39; \sigma_0 = 1,49.$$

⁽¹³⁾ ρ e χ valgono, se ci si arresta al termine di primo grado negli sviluppi in serie, e se si trascura la dispersione:

$$\rho = R \left(1 - \frac{B X}{3} \right); \chi = X + \frac{B}{6} (R^2 - X^2)$$

e si riducono naturalmente ad R ed X se son trascurabili i fenomeni di capacità. Anche ove ciò non sia, l'errore che si commette assumendo senz'altro $\rho = R$, $\chi = X$ non è in genere notevole, data la piccolezza che di solito assume il termine B .

⁽¹⁴⁾ Se ci si limita al caso di $\nu = 1$ e di $\varepsilon = 0$ le 2) e 2') permettono del resto di scrivere con tutta esattezza:

$$W_s = \frac{(V_p^2 - V_{p0}^2) V_a}{2 \zeta (V_p \cos \gamma + V_{p0} \cos \gamma_0)}$$

Se si suppone $\nu = 1$ e si vuol conseguire la regolazione nulla in partenza ($\varepsilon = 0$), la (4) ci dà:

$$W_s = \frac{30,5}{2,88} = 10,6 \times 1000 \text{ kVA}$$

e poichè si ha $1,49 \times 10,6 = 15,8$, la tensione in partenza dovrà essere tenuta costante a $112,9 + 15,8 = 128,7$; valori che coincidono praticamente con quelli già dedotti per via grafica.

Se si assume $\nu = 0,75$, si trova, per conseguire la regolazione nulla in centrale una prestazione $W_s = 12150 \text{ kVA}$. Se allora (fig. 6) tracciati due assi coordinati si segnano in

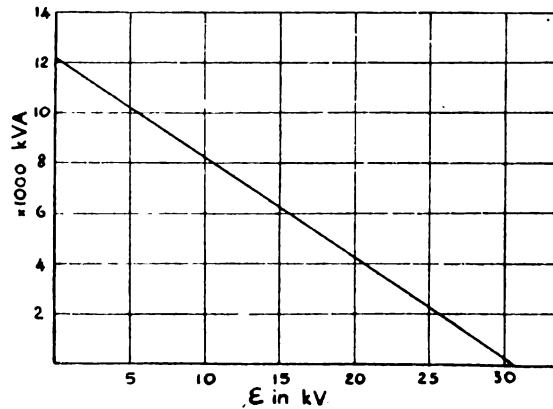


Fig. 6.

ascisse le ε ed in ordinate le W_s , e si unisce con una retta il punto di coordinare $\varepsilon = 0$, $W_s = 12150$ col punto di coordinate $\varepsilon = \Delta V = 30,5$, $W_s = 0$ si ha modo di rintracciare immediatamente, in corrispondenza di ogni valore di ε il corrispondente valore di W_s . Così per esempio se si ammette in partenza una variazione di tensione $\varepsilon = 10 \text{ kV}$ occorrerà installare in arrivo un sincro che abbia, in anticipo una prestazione di $\sim 8200 \text{ kVA}$ (e quindi in ritardo di $8200 \times 0,75 = 6150 \text{ kVA}$). La tensione dovrebbe allora variare in centrale da $112,9 + 6,15 \times 1,49 = \sim 122 \text{ kV}$ a $122 + 10 = 132 \text{ kV}$, come già si era ottenuto precedentemente.

*

Per calcoli di primo orientamento nei quali si sia disposti alla rapidità sacrificare qualche cosa nella precisione, i risultati precedenti si possono notevolmente semplificare supponendo che le caratteristiche σ , le quali in realtà variano un poco con le condizioni di carico, siano invece costanti ed eguali alla caratteristica che corrisponde alla linea a vuoto. In tale ipotesi, le (3) e (4), avuto riguardo che $\psi_0 = \sim 0^\circ$ divengono

$$3') \quad \sigma = \frac{\chi}{V_a}$$

$$4') \quad W_s = \frac{\Delta V - \varepsilon}{\sigma (1 + \nu)}$$

alle quali si poteva del resto giungere immediatamente pensando che, con approssimazione, la caduta di tensione (positiva o negativa) provocata in linea dalla corrente in quadratura assorbita dal condensatore sincro è data semplicemente dal prodotto della corrente stessa per la reattanza. Le due precedenti relazioni sono ovviamente interpretabili dicendo che ogni 1000 kVA di sincro permettono di ridurre in centrale di $\frac{\chi (1 + \nu)}{V_a}$ la variazione della tensione. L'errore che così si commette è sempre di qualche per cento in meno.

Se si considera, per es., una linea a 50 kV concatenate in arrivo e con una reattanza di 40Ω , supposti trascurabili i fenomeni di capacità, e posto $\nu = 0,75$ si ha $\frac{40 \times 1,75}{50} = 1,4$

Per ogni 1000 kVA di sincro si può cioè realizzare in centrale una diminuzione di 1,4 kV nella escursione della tensione. Se questa è per esempio di 8 kV, una prestazione di condensatore rotante di $\frac{1000}{1,4} \cong 714 \text{ kVA}$ sarebbe sufficiente a ridurla a zero, laddove se si tollerasse una variazione di 2 kV, rimarrebbero da compensare 6 kV, e la potenza da installare sarebbe di $\frac{1000}{1,4} \cong 714 \text{ kVA}$.

I TRASFORMATORI A RAPPORTO VARIABILE ED I REGOLATORI AD INDUZIONE

Prescindendo dai trasformatori a più prese secondarie, per i quali la regolazione della tensione implica la interruzione del servizio, gli apparecchi della prima categoria assumono sostanzialmente ove si tratti di tensioni modeste, la costituzione di un autotrasformatore a prese variabili (fig. 7 a-b). La

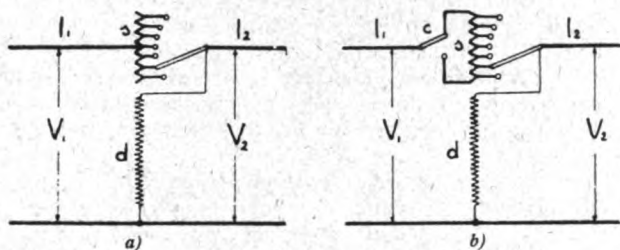


Fig. 7.

parte debole del sistema è costituita dalla presenza di contatti mobili, i quali generano un duplice ordine di limitazioni, non potendosi, per evidenti necessità pratiche, ammettere tra due prese successive delle differenze di potenziale superiori ad un certo limite, nè, tra contatto fisso e mobile, delle densità di corrente troppo grandi.

Di solito quindi, allorchè le tensioni superino i 10-15 kV o le correnti i 150-200 A, non si può più mantenere la semplice disposizione prima indicata, ma conviene ricorrere alla inserzione indiretta, rappresentata schematicamente in fig. 8; in

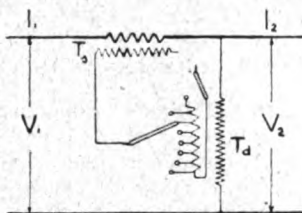


Fig. 8.

ogni caso, comunque, le modalità costruttive definiscono, avuto riguardo alla potenza che l'organo mobile deve interrompere nel passaggio da un contatto al successivo, ed al numero dei contatti stessi, la potenza massima assegnabile a regolatori di questo genere; al di là di tale limite, dovrà farsi ricorso al tipo ad induzione.

Il comando di tali sur-devoltori può naturalmente farsi a mano od automaticamente; tanto nell'un caso che nell'altro, conviene però provvedere organi opportuni che impediscano di far assumere alle spazzole mobili posizioni intermedie: sotto questo punto di vista, per quel che riguarda il funzionamento automatico, il regolatore Thury si presenta quindi, per il suo stesso modo di agire, particolarmente indicato. Altra avvertenza da avere, ad evitare eventuali oscillazioni dell'organo mobile di presa, è che il grado di insensibilità del regolatore sia, in volt, superiore alla metà della variazione di tensione provocata dallo spostamento della spazzola mobile da un contatto al contiguo.

In taluni casi particolari, ove non occorra una vera e propria regolazione di tensione, ma solo una variazione salutare, limitata a due valori, lo schema della fig. 9⁽¹⁵⁾ può ren-

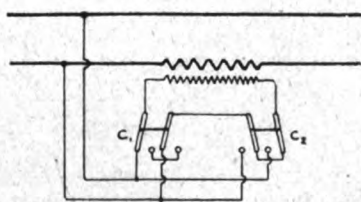


Fig. 9.

dere utili servizi: se col commutatore C_1 a sinistra e C_2 a destra si ha una variazione di tensione $+ \Delta V$, invertendone la posizione, ponendo cioè C_1 a destra e C_2 a sinistra si avrà una variazione $- \Delta V$, laddove se i due commutatori sono entrambi a destra, la tensione iniettata in linea risulta nulla.

Disponendo poi in serie sulla conduttura due di tali trasfor-

matori, uno dei quali abbia, per esempio, una tensione secondaria ΔV e l'altro $3 \Delta V$, sono ovviamente possibili, con opportuna manovra dei relativi commutatori, tutte le variazioni da $- 4 \Delta V$ a $+ 4 \Delta V$, con salti di ΔV ⁽¹⁶⁾.

*

Il regolatore ad induzione trifase, può entro certi limiti di tensione e di potenza essere elettricamente inserito come un autotrasformatore (fig. 10 a). Di solito l'avvolgimento destinato ad esser percorso dalla corrente di linea è lo statorico mentre il rotore, alimentato dalla tensione costante, costituisce l'avvolgimento derivato.

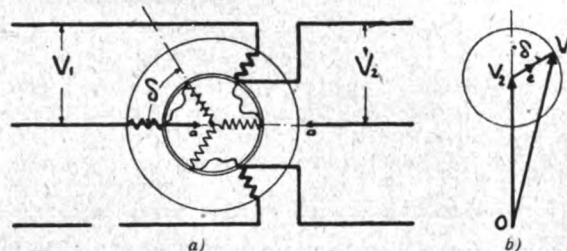


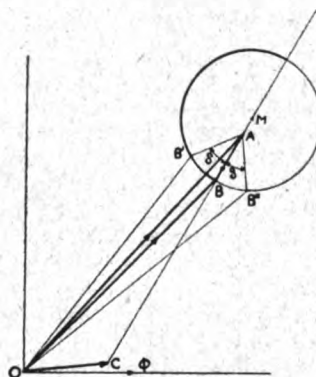
Fig. 10.

Se si fa astrazione dalle cadute di tensione, si può ritenere che (fig. 10 b) agli estremi di una fase dell'avvolgimento in serie, si manifesti una tensione $\frac{e}{V_3}$ costante in grandezza e

variabile in direzione al variare della posizione relativa tra statore e rotore, talchè, se V_2 rappresenta la tensione costante, per esempio a valle del regolatore, la tensione a monte (V_1) varia mantenendo il suo estremo sul cerchio di raggio e e centro sull'estremo del vettore V_2 . Alla regolazione è quindi accompagnato uno sfasamento tra tensione a monte ed a valle del regolatore⁽¹⁷⁾.

⁽¹⁶⁾ Accoppiamenti di dispositivi di questo genere o di trasformatori variabili con regolatori ad induzione, possono esser chiamati a risolvere il problema della regolazione in casi particolari. V. p. es. *L'Elettrotecnica* 15 Dicembre 1921, pag. 735.

⁽¹⁷⁾ Non sarà privo di interesse notare che non è indifferente effettuare la regolazione girando lo statore in un senso piuttosto che in un altro. Uno dei due campi di regolazione è inverso più favorevole dell'altro in quanto permette di ridurre sensibilmente le perdite nel rame dello statore.



Ciò appare chiaro se si considera il diagramma vettoriale delle tensioni e delle correnti, il quale, ove si tenga naturalmente conto in modo opportuno degli spostamenti angolari del rotore rispetto allo statore, non differisce da quello di un autotrasformatore.

In fig. si è tracciato, del diagramma, la parte che ci interessa, quella cioè che riguarda le correnti, riferendosi alla posizione di massimo devoltaggio: OA rappresenta la corrente a valle del regolatore, OB la corrente a monte (e quindi la corrente di statore) AB la corrente di rotore, OC la corrente a vuoto. Se allora ci riferiamo ad un funzionamento a potenza costante, il vettore OA deve rimanere inalterato, mentre i vettori OB ed AB si sposteranno, soddisfacendo però sempre alla condizione $\frac{BC}{BA} = k$ essendo k il rapporto tra i numeri di spire del rotore e dello statore. Il punto C descrive cioè un cerchio

avente il centro M sulla CA , distante da C della quantità $\frac{k^2}{k^2-1} AC$. Appare allora chiaro che, eseguendo la regolazione nel senso che corrisponde al semicerchio ingrossato, a pari spostamento angolare δ del rotore rispetto allo statore (e quindi a pari regolazione della tensione) la corrente nello statore OB' è più piccola che non quella OB'' che si avrebbe eseguendo lo spostamento del rotore in senso contrario. Il fenomeno acquista naturalmente tanta maggior importanza quanto più grande è la corrente a vuoto rispetto a quella di lavoro: è quindi proporzionalmente più sentito nei piccoli regolatori che non nei grandi.

⁽¹⁵⁾ *Siemens Zeitschrift*, Maggio 1922, pag. 254.

Anche per l'impiego diretto dei regolatori ad induzione valgono limitazioni analoghe a quelle accennate per i trasformatori a rapporto variabile nei riguardi della tensione: allorché essa supera un certo limite il quale poi all'atto pratico resta molte volte definito dalla potenza da assegnare al regolatore ⁽¹⁸⁾ conviene provvedere, mediante trasformatori di tipo normale alla eccitazione indiretta del rotore (fig. 11 a) od, oltre a questa, alla adozione di trasformatori serie sulla linea (figura 11 b). In tali casi gli avvolgimenti di rotore e di statore sono in genere elettricamente separati.

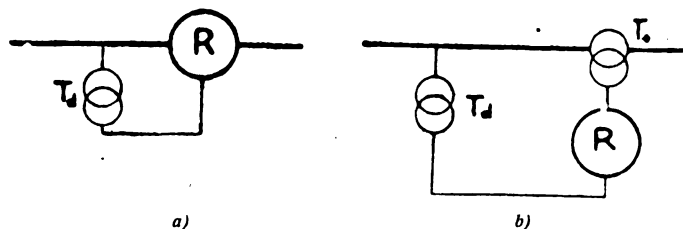


Fig. 11.

Problemi speciali possono presentarsi se la regolazione debba consistere nella variazione in un solo senso della tensione, ove cioè la tensione a monte del regolatore sia sempre superiore o sempre inferiore alla tensione a valle, o comunque gli scarti tra tensione a valle ed a monte non siano eguali nei due sensi.

In tali casi, se si vuole sfruttare tutto il campo di regolabilità del regolatore ad induzione è necessario aggiungere a quest'ultimo un autotrasformatore il quale alteri da monte a valle in tale misura le tensioni, da far sì che la semisomma del valor massimo e minimo coincida con la tensione che si desidera mantenere costante ⁽¹⁹⁾.

A soddisfare la stessa esigenza, ove il regolatore sia inserito secondo lo schema di fig. 11 b, l'autotrasformatore potrà essere omissso, connettendo invece come un autotrasformatore il regolatore stesso ⁽²⁰⁾.

⁽¹⁸⁾ Il limite di tensione per cui è ancora permessa la inserzione diretta dello statore in linea (senza cioè trasformatore serie), si aggira intorno ai 12 kV. L'eccitazione diretta del rotore per ragioni costruttive è conveniente solo ove la potenza del regolatore non scenda al disotto di un certo limite, crescente, quest'ultimo, con la tensione. Una analoga limitazione, per quanto naturalmente meno severa, si ha per la inserzione schematicamente rappresentata in fig. 11-a, la completa indipendenza tra tensione e potenza ottenendosi solo con lo schema in fig. 11-b.

⁽¹⁹⁾ Si tratti p. es. di regolare al valore costante di 1000 V una tensione oscillante tra 850 e 1050 V. Se si usasse il solo regolatore a induzione, il suo campo di regolazione non sarebbe evidentemente che quello rappresentato con tratto ingrossato nel primo diagramma della

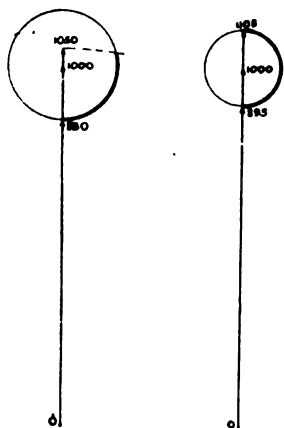


fig., mentre se, con un autotrasformatore con rapporto 950/1000 si rialzano prima le tensioni massima e minima rispettivamente ai valori 1105 e 895 V, si potrà poi adottare un regolatore a induzione con una tensione secondaria di 105 V, il quale lavorerà (secondo diagramma in fig.), in tutto il campo di regolazione.

⁽²⁰⁾ Basta evidentemente oltre che scegliere in modo opportuno i rapporti dei due trasformatori ausiliari, assegnare al rotore ed allo statore un numero di spire n_r e n_s che soddisfino alla condizione

$$\frac{n_r}{n_s} = \frac{\Delta V_{\max} + \Delta V_{\min}}{\Delta V_{\max} - \Delta V_{\min}}$$

essendo ΔV_{\max} e ΔV_{\min} in valor assoluto, la massima e la minima differenza tra la tensione costante e quelle variabili. Se il regolatore deve per esempio funzionare solo come survoltore, o devoltore ($\Delta V_{\min} = 0$), deve essere $n_s = n_r$.

Al regolatore ad induzione semplice si rimprovera un doppio ordine di inconvenienti, e cioè:

1) di spostare notevolmente e continuamente a seconda delle esigenze della regolazione, la tensione da monte a valle, il che può in taluni casi rappresentare un inconveniente od addirittura un ostacolo alla adozione di questo apparecchio.

2) di provocare senza particolari dispositivi delle perturbazioni sulla linea all'atto della inserzione o del distacco.

L'uno e l'altro inconveniente vengono senz'altro eliminati con l'adozione dei noti regolatori doppi: ad ovviare la seconda deficienza è invero sufficiente effettuare l'inserzione ed il distacco dalla linea, ossia l'apertura o la chiusura del corto circuito che shunta gli statore, dopo aver girato i rotori in modo tale che siano in opposizione le fem generate negli statore stessi.

Una soluzione parziale del duplice problema è rappresentata dal regolatore a induzione recentemente brevettato dalla Oerlikon ⁽²¹⁾, in cui i due avvolgimenti di rotore e di statore, con eguale numero di spire, sono entrambi in serie sulla linea, ed eccitati da un trasformatore ausiliario il primario del quale è alimentato dalla tensione della rete, mentre il secondario può essere inserito in derivazione sul rotore o sullo statore a seconda che l'apparecchio debba funzionare da survoltore o da devoltore. In tale apparecchio esiste sempre evidentemente una posizione relativa di rotore e statore per cui, essendo nulla la fem complessiva indotta nei due avvolgimenti, si può mettere il regolatore in corto circuito ed operarne quindi il distacco dalla rete senza disturbi.

Al regolatore ad induzione trifase, si possono naturalmente anche sostituire tre regolatori monofasi. La sostituzione è specialmente indicata laddove si tratti di condutture notevolmente squilibrate.

LA MACCHINA ASINCRONA.

Ad un possibile caso d'impiego della macchina asincrona in derivazione si è brevemente accennato nella nota ⁽²⁾. La variazione del fattore di potenza dei motori asincroni, non può però, e per ovvie ragioni a meno che non si voglia giungere a far funzionare il motore asincrono stesso come condensatore ruotante, costituire salvo casi particolari un vero e proprio sistema di regolazione della tensione; può peraltro, col migliorare il cos φ delle utenze, e col diminuire quindi le escursioni della tensione, permettere di ridurre la potenza dei dispositivi di regolazione propriamente detti. Solo l'esame dei casi singoli può naturalmente decidere della possibilità e della convenienza o meno di un tal modo di risolvere il problema, e sino a qual punto la compensazione o la sovracompensazione debba eventualmente spingersi; se si considera il caso in cui alla registrazione della tensione si provveda col sincrone, la strada non può apparire in via generale che razionale, avuto riguardo al fatto che una determinata potenza apparente di eccitatrice installata, può, a pari effetto utile, sostituire una potenza di sincrone parecchie volte più grande ⁽²²⁾.

Possibilità nuove si intravedono nell'uso della macchina asincrona in serie sulla linea, ove sia disponibile nel punto in cui la regolazione vuole effettuarsi, energia meccanica adeguata, sotto forma idraulica o termica. Il Prof. Sartori si è recentemente occupato dell'interessante problema ⁽²³⁾ ed ha stu-

⁽²¹⁾ Bull. Oerlikon, Giugno e Luglio 1922.

⁽²²⁾ La potenza da assegnare alle eccitrici rotoriche non può retamente ricavarsi che partendo dal diagramma vettoriale del motore, caso per caso. In via di approssimazione, al rapporto tra la potenza apparente W_r della eccitatrice e quella W_s del sincrone atti a portare lo sfasamento della corrente rispetto alla tensione da un valore φ ad un valore φ' può darsi la forma:

$$\frac{W_r}{W_s} = k \sin \theta$$

essendo k il rapporto tra la somma delle resistenze del rotore e della eccitatrice e la resistenza del rotore solo scorrimento e $\theta = 1 + (\tan \varphi - \tan \varphi')^2$

Per esempio, per un motore da 360 kW funzionante normalmente a 270 kW con un cos φ 0,875 e con uno scorrimento 1,4 %, supposto $k = 1,5$, quel rapporto si è trovato valere 0,028 (2,8%) e 0,056 (5,6%) a seconda che si voglia portare il cos φ all'unità ovvero si voglia sfruttare completamente dal lato termico la macchina asincrona, portando la corrente a $\sim 36^\circ$ in anticipo. Ciò vuol dire che 1 kVA di eccitatrice può rispettivamente sostituire nei due casi ~ 36 e ~ 18 kVA di sincrone; e più precisamente nel primo caso 4,2 kVA di eccitatrice possono fare le veci di 150 kVA di sincrone; nel secondo caso ~ 20 kVA di eccitatrice potrebbero sostituire ~ 350 kVA di sincrone.

⁽²³⁾ L'Elettrotecnica, N. 10 del 5 Aprile 1922, pag. 213.

diato il comportamento della macchina in quelle condizioni.

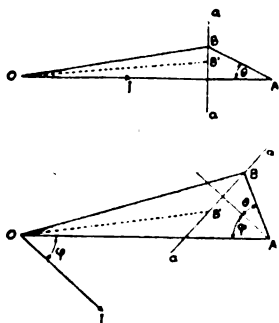
Ove alla regolazione della tensione si provveda in questo modo particolare, si provocherebbe a monte una piccola diminuzione del fattore di potenza, e, quel che più conta, la efficacia della macchina come survoltrice diminuirebbe, specie con utenze assai reattive, ove non si procedesse a compensarla mediante eccitatrici opportunamente scelte. Lo sfasamento nullo tra tensione a valle ed a monte della macchina si ottiene allorché la eccitatrice sia così predisposta e regolata da portare (se la potenza apparente della macchina in serie lo permette) la tensione generata in anticipo sulla corrente di linea di un angolo eguale allo sfasamento che compete al gruppo di utenze che la linea stessa alimenta.

Sotto questo punto di vista alla generatrice asincrona in serie compensata competono due possibilità di regolazione: l'una che si compie agendo sull'organo regolatore della motrice e che ha influenza prevalentemente sulla componente della tensione generata in fase con la corrente, e l'altro che può effettuarsi agendo sulla eccitatrice e che modifica unicamente (in valore ed eventualmente in senso) la componente della tensione generata in quadratura con la corrente di linea.

Si può anzi dire, e ciò appare chiaro se si pensa alla natura fisica dei fenomeni, che, prescindendo dalla questione del fattore di potenza e da quella dello sfasamento delle tensioni a monte ed a valle, la regolazione dovrà di prevalenza esser fatta agendo sul distributore della turbina od in genere sull'organo d'immissione del fluido motore, ove si tratti di utenze con fattore di potenza prossimo all'unità, pressochè inefficace riuscendo quella fatta sulla eccitatrice, laddove per carichi fortemente reattivi la regolazione fatta su quest'ultima, a parte le modalità della sua pratica realizzazione, può essere altrettanto ed anche più efficace che non quella fatta sul motore primo ⁽²⁴⁾.

La caratteristica peculiare e senza dubbio in taluni casi preziosa di questo sistema di regolazione, quella cioè di poter conseguire la regolazione stessa immettendo in linea una potenza reale che, considerata a sè potrebbe talvolta, o per la sua esiguità od altro, anche risultare industrialmente non sfruttabile, si verrebbe peraltro a perdere ove a comandare la generatrice fosse adibito, anzichè un motore autonomo, un motore elettrico (a velocità entro piccoli limiti variabile) inserito in derivazione sulla linea; in tal caso, nel seguire le esigenze della regolazione, se tra queste si vuol anche considerare l'abbassamento della tensione da monte a valle, si avrebbe un periodico invertirsi della funzione di generatrice e di motrice delle due macchine; ed il flusso dell'energia dall'una all'altra avvenendo attraverso trasformazioni meccaniche, non può che condurre a delle dissipazioni di energia più notevoli di quelle che si avrebbero se al gruppo delle due macchine ruotanti si sostituisse, per esempio, con vantaggio anche nell'esercizio, un regolatore ad induzione: ond'è che il campo di applicazione della macchina asincrona in serie sembra, almeno nel caso generale, delimitato abbastanza nettamente dalla esistenza, o meno, in posto, di una sorgente adeguata di energia meccanica.

(24) Ciò risulta evidente ove si considerino i due diagrammi vettoriali tracciati in figura. Il primo si riferisce ad un carico I puramente ohmico; il secondo ad una corrente I eguale alla precedente, ma fortemente sfasata rispetto alla tensione OA a valle della generatrice asincrona. Il vettore BA , spostato di un angolo θ rispetto alla direzione della corrente rappresenta in entrambe la tensione immessa in linea dalla generatrice in assenza di eccitatrice. In presenza di questa ultima il vettore OB che rappresenta la tensione a monte della macchina deve ovviamente spostarsi lungo la retta aa' normale alla direzione della corrente.



È chiaro allora che nel primo caso il vettore OB non subisce nello spostare il proprio estremo B su aa' che delle piccole variazioni, mentre variazioni notevoli sono consentite nel secondo caso.

*

Quelli esaminati potrebbero chiamarsi i mezzi elementari di cui un sistema di regolazione della tensione in una linea od in una rete può immaginarsi costituito.

Le combinazioni più varie sono sfruttabili avuto anche riguardo alla possibilità di abbinare il conseguimento della regolazione della tensione alla messa in giuoco di una potenza attiva: da questo punto di vista, nell'impiego della macchina sincrona (od asincrona ove la possibilità della compensazione sia largamente sfruttata), si va per gradi insensibili, giuocando sulle potenze reali, dal parallelo di due centrali generatrici, all'ottenimento di forza motrice, passando per l'impiego del condensatore ruotante (per potenza reale nulla).

Solo però un accurato esame economico del problema singolo può evidentemente permettere al tecnico di giungere a quella che può chiamarsi la soluzione ottima, nel senso che, soddisfacendo contemporaneamente nel miglior modo possibile le esigenze dell'utente e gli interessi dell'esercente, conduca ad un minimo nella energia complessivamente perduta.

RIFLETTORI E DIFFUSORI ESAMINATI IN RAPPORTO ALLA ILLUMINAZIONE DEGLI AMBIENTI INTERNI □ □ □ □ □

SALVATORE REBECCHINI



Comunicazione alla XXIX Riunione Annuale dell'A. E. I.
Spezia - Settembre 1924

Il problema della illuminazione degli ambienti interni, esaminato nei riguardi della più uniforme distribuzione di luce, del minimo abbagliamento delle lampade impiegate, della più conveniente spesa di esercizio, è stato oggetto specie in questi ultimi tempi, di accurate ricerche di tecnici e costruttori, ricerche delle quali è pienamente riconosciuta l'importanza quando si consideri, per citare un esempio, l'influenza che sul rendimento lavorativo degli operai o degli impiegati può avere la razionale illuminazione di una sala di officina o di una stanza di ufficio.

I sistemi di illuminazione di ambienti interni possono dividersi in:

1°) Diretti, con lampade cioè in vista, con i quali si ottiene una illuminazione più intensa in determinate zone dell'ambiente e che sono quindi più adatti per poter concentrare la luce nei punti ove più sia necessario.

2°) Indiretti, con lampade occultate, utilizzanti il potere diffondente del soffitto o delle pareti dell'ambiente; più atti a dare una illuminazione uniforme, con ombre molto ammorbidite.

Tali sistemi, che non sono sempre però possibili, nè risultano i più economicamente convenienti, sono spesso realizzati per illuminazione di ambienti ove si desidera che la presenza delle lampade non venga a turbare la linea estetica della decorazione o che la loro luce non dia luogo ad ombre poco gradevoli.

3°) Semindiretti che, realizzando tanto l'uno che l'altro dei primi due sistemi, associano i vantaggi di entrambi.

Nello studio dei sistemi di illuminazione diretta ha molta importanza la sistemazione delle lampade e la loro altezza sul piano del pavimento, in rapporto specialmente alla vastità da illuminare ed all'uso al quale è destinato: ma evidentemente la parte principale nella risoluzione del problema, è affidata al tipo di lampada scelto, o meglio alle proprietà del riflettore o diffusore del quale la lampada stessa è munita.

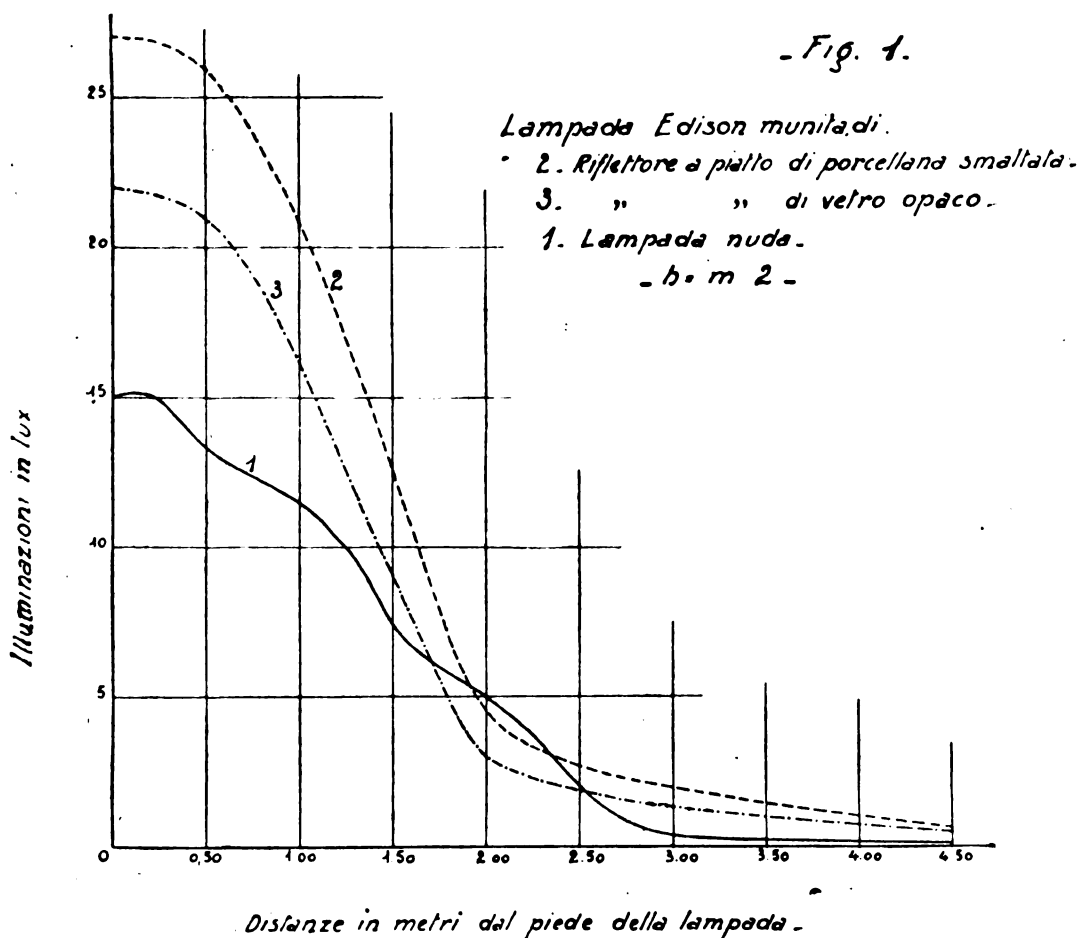
Le Case costruttrici hanno messo in commercio e sostengono con pubblicazioni, avvisi al pubblico e numerose forme di réclame, i più svariati tipi di riflettori o globi, alcuni dei quali effettivamente dimostrano pregi non trascurabili per il modo come vennero studiati e realizzati.

Ho creduto quindi di far cosa non del tutto inutile nell'esaminare con esperienze dirette i più noti tipi di apparecchi di tal genere, messi in commercio, che possono raggrupparsi in varie categorie, a seconda o dell'effetto da loro prodotto, o delle loro caratteristiche costruttive.

In rapporto al primo dei suddetti criteri, i riflettori in genere possono dividersi in due categorie:

1° — Riflettori che hanno lo scopo precipuo di diffondere la luce su vaste superfici orizzontali o verticali e che

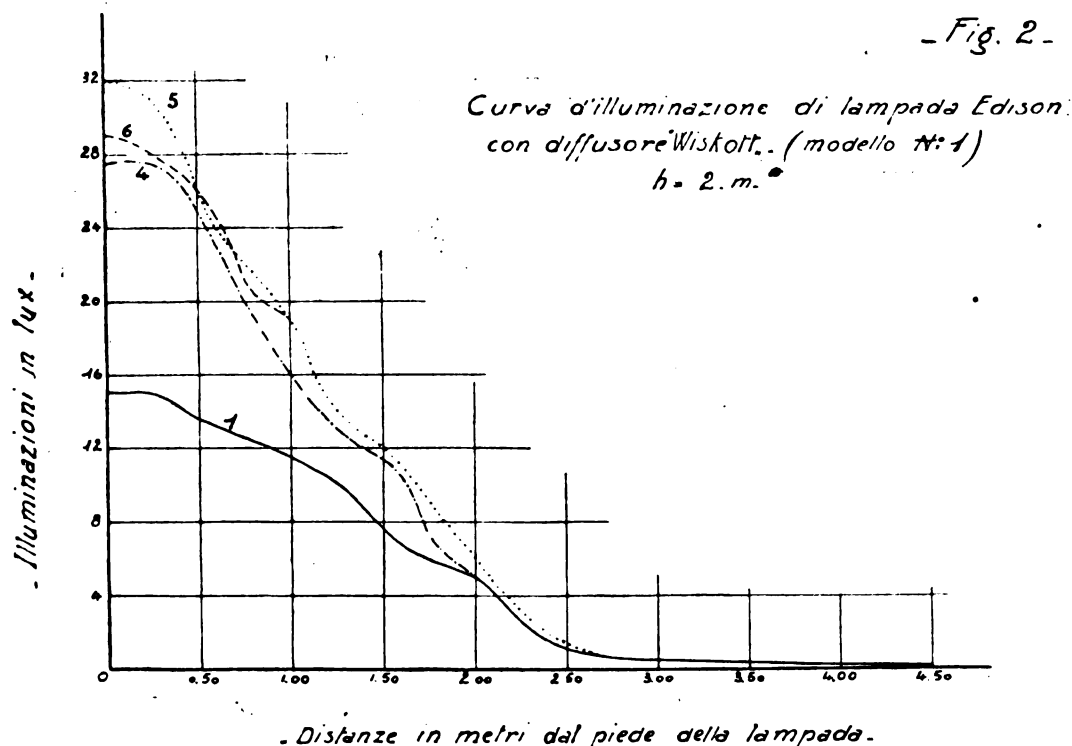
vano particolare impiego per illuminazione di scrittoi, tavoli da disegno, banchi di gioielleria, ecc. A tale categoria appartengono vari tipi di campane, proiettori, tra i quali il riflettore Holophane tipo F (Focusing) ed il proiettore Zeiss.



sono particolarmente adatti per illuminazione di grandi sale di lavorazione o d'ufficio, hall di alberghi, gallerie d'arte, sale di conferenze ecc. Di tale categoria fanno parte molti

In rapporto alle loro proprietà costruttive gli apparecchi stessi possono dividersi in:

a) piatti, campanine o schermi piano-conici diffondenti,



tipi di piatti, di globi opalini, d'armature a specchio riflettente e globo opalino (riflettore Wiskott), di lampade a luce diffusa.

2° — Riflettori che concentrano invece un determinato fascio di luce intensa sopra piani o zone limitate, e che tro-

in vetro opalino o colorato, metallo smaltato o argentato, porcellana, ecc., la cui funzione è quella di rinviare verso il basso la maggior parte del flusso luminoso corrispondente alla parte superiore del solido fotometrico della lampada, che viene pertanto radicalmente modificato.

b) diffusori racchiudenti completamente la lampada, e che hanno quindi il vantaggio di sottrarre alla vista i filamenti incandescenti, che col loro splendore potrebbero produrre fastidiosi abbagliamenti. Di essi trovansi in commercio tre tipi distinti:

1° — A coppa speculare e piatto opalino inferiore (es. tipo Wiskott);

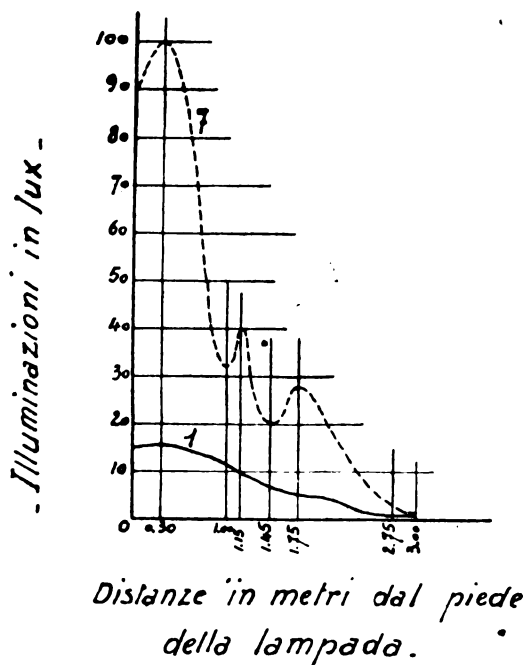
2° — Ad armatura completamente in vetro a superficie prismatica o variamente rigata (es. tipo Holophane);

3° — Ad armatura completamente in vetro opalino.

c) diffusori a luce indiretta, nei quali, mediante l'uso di coppe opache smaltate od argentate internamente, la luce viene proiettata sul soffitto dell'ambiente o su altro piatto, opportunamente disposto al disopra della coppa e da questo rinviata per diffusione nell'ambiente.

Fig. 3-

Curva d'illuminazione di lampada Edison con diffusore Wiskott (mod. N. 1) privo di coppa opalina inferiore - h. m. 2 -



In generale un buon riflettore o diffusore deve: essere costituito da materiale che abbia il più basso coefficiente possibile di assorbimento rispetto al flusso luminoso che lo investe; non dar luogo ad illuminazioni irregolari costituite da strisce alternate di zone più chiare e più scure, in modo che il passaggio dai punti più illuminati a quelli meno avvenga con uniformità; essere facilmente spolverabile senza che sia necessario rimuoverlo dalla sua posizione, e ciò perchè la polvere, specie nei tipi opalini o prismatici, depositandosi sull'apparecchio, ne viene radicalmente a modificare le proprietà, e spesso un tipo, che in prove accuratamente eseguite al momento dell'impianto, ha dato buoni risultati, non risponde poi in pratica, per tale difetto, allo scopo al quale è destinato; essere di facile ed agevole montaggio o ricambio, e non richiedere quindi troppo accurate precauzioni per la sua posa in opera o per la sistemazione della lampadina interna, dato che all'atto pratico non è possibile seguire norme troppo lunghe o complicate; presentare un costo non eccessivo.

Alcune delle case costruttrici forniscono, dei loro tipi di riflettore, il diagramma indicante come viene a modificarsi il solido fotometrico di una data lampada nuda, quando le venga applicato il riflettore considerato. Tale sistema è meno evidente dell'altro di dimostrare in un diagramma l'illuminazione prodotta dalla lampada, disposta ad una determinata altezza su di un piano di riferimento. Questo ultimo sistema è stato da me preferito.

Le esperienze furono eseguite presso il Gabinetto di Fisica Tecnica della R. Scuola d'Ingegneria in Roma. In una stanza a pareti completamente oscure, onde evitare l'effetto diffondente delle medesime, fu disposta all'altezza di metri due da un piano di riferimento una lampadina Edison alimentata a tensione costante, alla quale vennero successivamente applicate le varie armature riflettenti o diffondenti da sperimentare. Mediante un illuminometro del tipo G. E. C., precedentemente tarato, venne rilevata l'illuminazione a varie distanze, dal piede della verticale condotta per la lampada, da 0 a 4 metri. Le curve d'illuminazione desunte nel modo suddetto sono riportate negli uniti diagrammi e messe in raffronto con quella corrispondente alla lampada nuda.

I tipi di riflettore o diffusore sperimentati furono i seguenti:

N. 2). Piatto in porcellana smaltato del diametro di millimetri 240, leggermente concavo verso il basso.

N. 3). Piatto come sopra, in vetro opaco, del diametro di mm. 265.

N. 4-5-6). Diffusore Wiskott Mod. 1, costituito da una semisfera in ferro argentata internamente ed esternamente verniciata, del diametro di mm. 206. Tale semisfera è chiusa inferiormente da un piatto in vetro opalino liscio a forma di coppa schiacciata della profondità di mm. 55. Il vetro opalino è di tinta grigio-lattea ed esaminato per trasparenza, lascia passare prevalentemente le radiazioni rosso-gialle. Alla lampada nell'interno dell'apparecchio è permesso uno spostamento in senso verticale di cm. 4. Pertanto, onde esaminare l'effetto della posizione della lampada nell'interno del diffusore, vennero rilevate le curve di illuminazione nei tre casi di « lampada bassa » (N. 5), « lampada media » (N. 6), « lampada alta » (N. 7).

N. 7). Diffusore Wiskott Mod. 1, ma senza coppa opalina.

N. 8-9-10). Diffusore Wiskott Mod. 2, in tutto simile al precedente, tranne che il proiettore argentato internamente è costituito da una semisfera centrale del diametro di mm. 140 raccordata ad una falda conica anch'essa argentata del diametro massimo di mm. 275. L'inclinazione delle generatrici della falda suddetta risulta di 65° sulla verticale.

N. 11). Riflettore Holophane tipo F (Focussing) del diametro massimo di mm. 215, profondità mm. 135. La superficie di tale riflettore è internamente liscia, ed esternamente presenta una sfaccettatura a prismi triangolari in rilievo di sezione decrescente disposti secondo due ordini, uno irradiantesi dal centro verso la periferia e l'altro dalla periferia verso il centro.

N. 12). Riflettore Holophane tipo I (Intensivo) analogo al precedente. Diametro della bocca mm. 200, profondità millimetri 150.

N. 13). Riflettore Holophane tipo E (Estensivo). Diametro c. s. mm. 190, profondità mm. 190.

N. 14). Riflettore Mazda, costituito da un largo piatto in ferro smaltato a superficie interna bianco-lattea, formato da una parte piana circolare interna del diametro di mm. 200, e da una falda conica raccordata alla precedente del diametro massimo di mm. 450, inclinata sulla verticale di un angolo di 35°. La lampadina è ricoperta verso il basso da una coppa metallica, nichellata internamente, del diametro di mm. 72, che abbraccia ed aderisce completamente alla parte inferiore del bulbo, a cui viene assicurata mediante opportune mollette, che si allacciano intorno al collo della lampada.

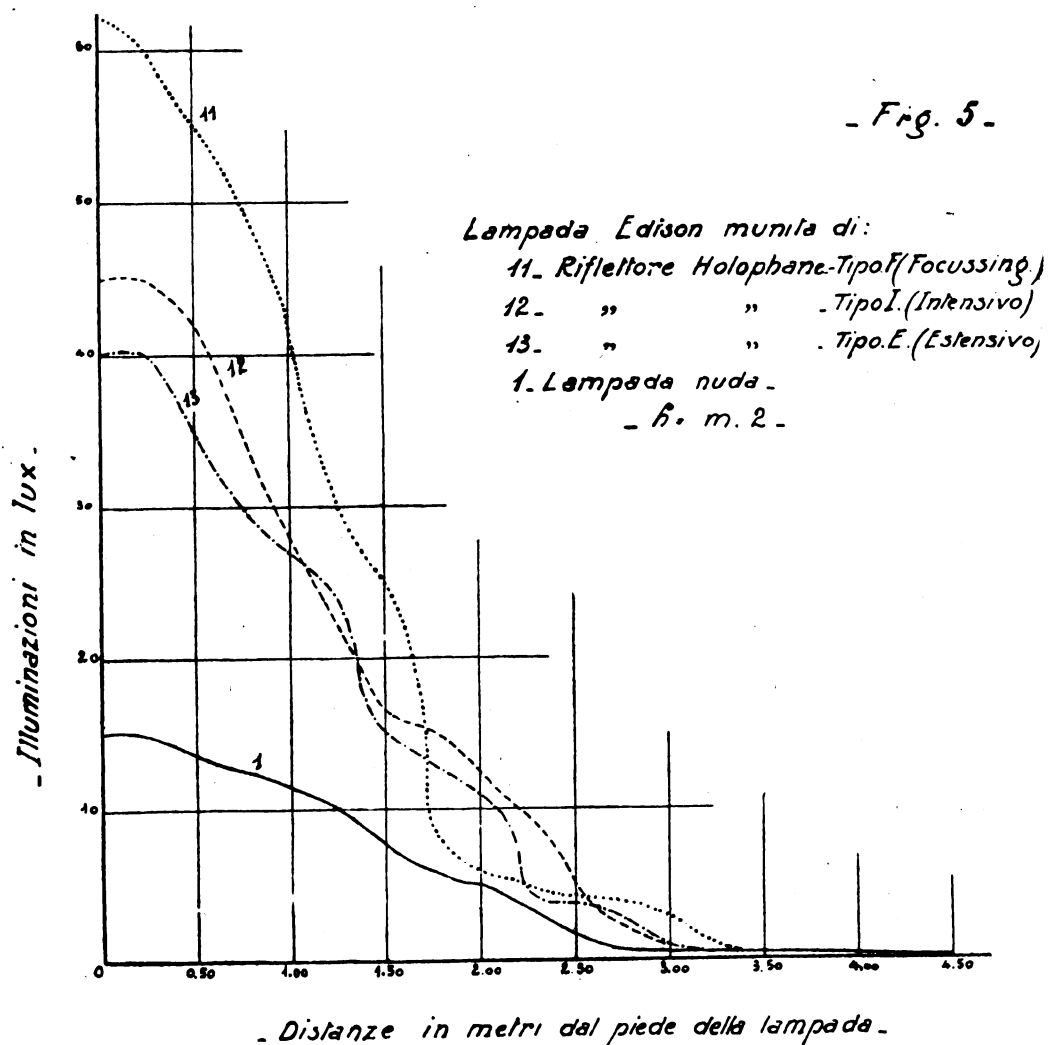
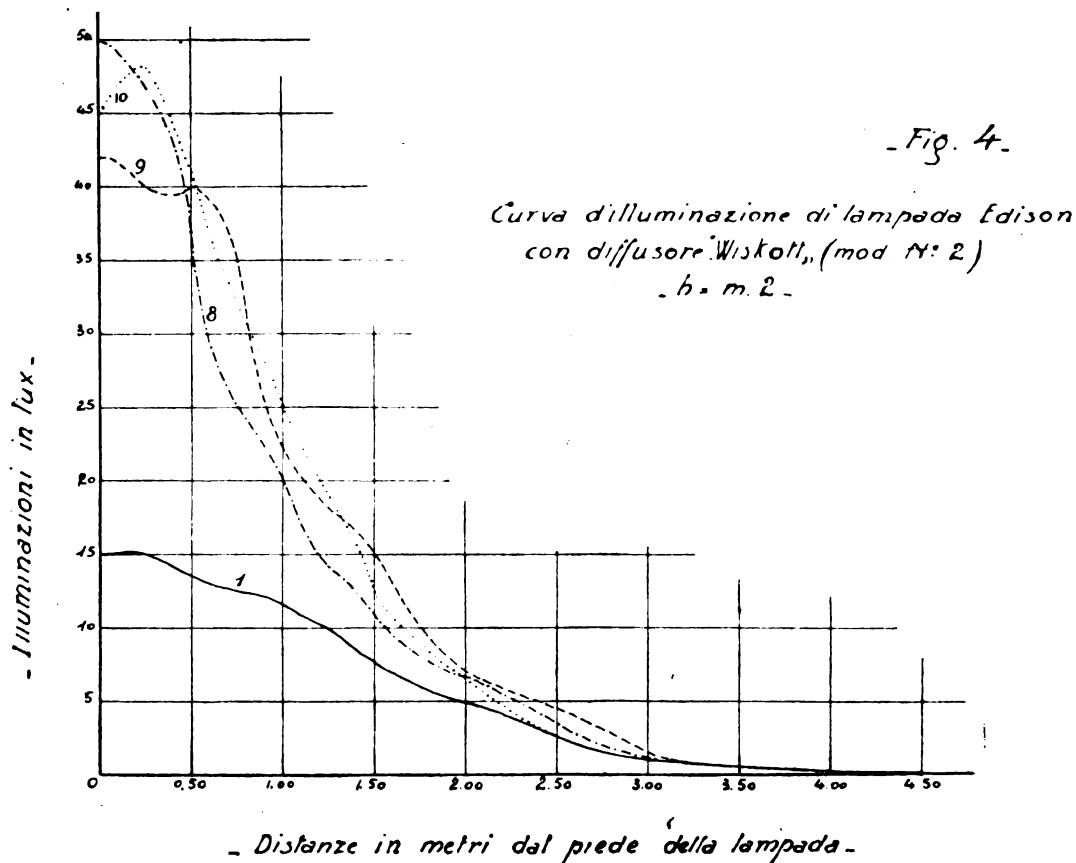
N. 15). Riflettore « X Ray » costituito da una campanina in vetro a superficie interna argentata, che presenta, sempre verso l'interno, delle leggere striature in rilievo ad ondulazione stretta.

N. 16). Diffusore « Veraluce », costituito da un proiettore in ferro smaltato bianco-latteo, formato da una semisfera interna del diametro di mm. 140, raccordata ad una falda conica del diametro massimo di mm. 295, le cui generatrici sono inclinate sulla verticale dell'angolo di 65°.

Il proiettore è chiuso inferiormente da una coppa in vetro opalino di colore verde-azzurro che per trasparenza lascia passare prevalentemente radiazioni bleu. Tale diffusore ha incontrato in America discreto successo per la proprietà di dare una luce che più si avvicina a quella del giorno, tanto che viene installato in ambienti di scarsa luce, onde migliorarne nelle ore diurne l'illuminazione, senza provocare, per la pre-

senza della luce solare, fastidiosi contrasti. Si è anche sperimentata in America l'azione della luce diffusa da tale lam-

Dalle curve ottenute possono desumersi i valori delle illuminazioni medie su di un piano orizzontale, distante m. 2



pada sulla germinazione e lo sviluppo delle piante e dei fiori, ottenendo, almeno secondo quanto viene riferito, risultati discreti.

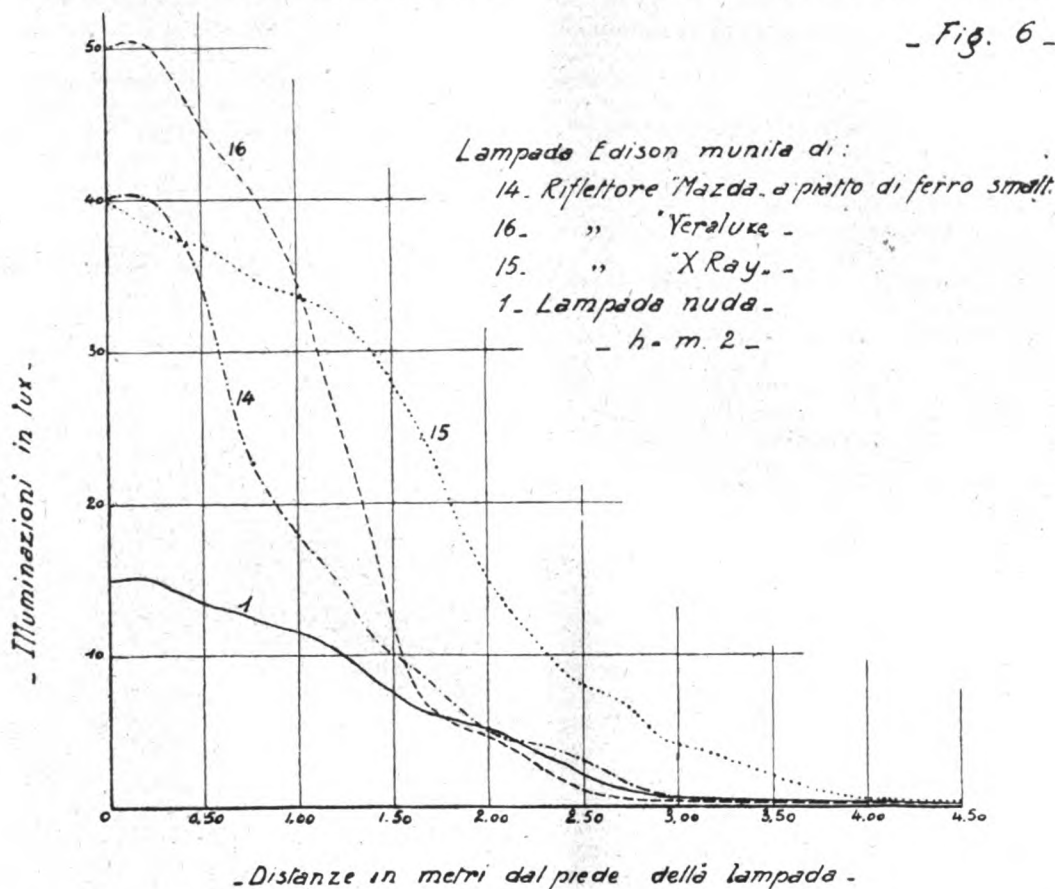
dalla lampada, per delle zone circolari con centro sull'asse della lampada, di raggio rispettivamente di m. 1, 2 e 3. I valori di tali illuminazioni sono riportati nella tabella annessa.

(Tab. 1). Con l'aiuto dei diagrammi e della tabella riesce agevole il confronto fra i vari tipi di riflettori.

In particolare col riflettore a campana argentata e coppa opalina (tipo Wiskott) si realizza una illuminazione a luce diffusa con lampade non in vista e quindi con ombre molto ad-

l'apparecchio, ha una influenza relativamente non grande rispetto all'illuminazione, e ciò sia per il tipo di diffusore Mod. 1 che per il tipo Mod. 2.

I riflettori di tipo prismatico in vetro (Holophane) dal punto di vista dell'utilizzazione della luce sono preferibili ai



dolcite, senza per questo peggiorare l'intensità di illuminazione rispetto a quella prodotta dalla stessa lampada munita di un ordinario piatto di porcellana smaltata. Una utilizzazione di luce molto maggiore, potrebbe ottenersi abolendo il piatto opalino inferiore, ma, come dimostra il diagramma corrispondente (fig. 3), si avrebbe una poco felice distribuzione di luce a zone alternate di maggiore o minore intensità. La coppa ha quindi lo scopo di livellare tali ondulazioni, ciò che è ottenuto però a spese dell'entità dell'illuminazione. Infatti, come può desumersi dai diagrammi, la presenza della coppa opalina, viene a ridurre a circa 1/3 la illuminazione in corrispondenza dell'asse della lampada.

Dall'esame dei diagrammi relativi al diffusore Wiskott si desume anche che la posizione della lampada nell'interno del-

tipi anzidetti, come può facilmente rilevarsi dall'esame dei relativi diagrammi. Se ne costruiscono anche di tipo chiuso, ma in tal caso la presenza del piatto inferiore, anch'esso prismatico, riduce notevolmente, col suo assorbimento, i vantaggi del riflettore. In questo la striatura prismatica è stata studiata in modo da realizzare per una determinata posizione della lampada una condizione di massimo effetto nei riguardi dell'illuminazione; ed infatti lo spostamento della lampada dalla sua posizione normale, provoca una riduzione se non molto notevole certo però evidente nell'illuminazione. Dei tre tipi di riflettori esaminati, il tipo F (Focusing) concentra la luce in direzione dell'asse della lampada, gli altri due tipi I e E (Intensivo ed Estensivo) poco differiscono tra loro.

Nei riguardi dei riflettori Holophane è necessario però osservare che la polvere che si deposita facilmente tra i vari prismetti, viene notevolmente ad alterarne le proprietà, e ciò costituisce un inconveniente non del tutto trascurabile.

Il riflettore « Mazda » per la sua robustezza e praticità è particolarmente indicato per impianti di illuminazione di officina, dove infatti ha trovato il più largo impiego.

Il diagramma d'illuminazione relativo alla lampada « Veralluce » dimostra le buone qualità diffondenti dell'apparecchio, dovute soprattutto alla particolare qualità del vetro di cui è costituita la coppa opalina, che presenta un bassissimo coefficiente di assorbimento.

Roma, Agosto 1924.

TABELLA I.

| Num. d'ordine | TIPO DEL RIFLETTORE O DIFFUSORE | Illuminazione media di una superficie circolare di centro nel piede della verticale per la lampada su di un piano orizzontale alla distanza di m. 2 dalla lampada stessa | | |
|---------------|--|--|------------------|------------------|
| | | Raggio = m. 1 | Raggio = m. 2 | Raggio = m. 3 |
| | | lux | lux | lux |
| 1 | Lampada nuda | 13 | 9 | 5 |
| 2 | Piatto semplice in porcellana smaltata . | 24 | 15 | 8 |
| 3 | Piatto semplice in vetro opaco | 20 | 12 | 6 |
| 4 | Diffusore Wiskott Mod.1 (lampada bassa) | 22 | 13 | 7 |
| 5 | » » » (» media) | 24 | 14 | 7 |
| 6 | » » » (» alta) | 23 | 14 | 7 |
| 7 | Diffusore Wiskott Mod.1 (senza piatto opalino). | 58 | 34 | 19 |
| 8 | Diffusore Wiskott Mod.2 (lampada bassa) | 29 | 15 | 9 |
| 9 | » » » (» media) | 33 | 19 | 11 |
| 10 | » » » (» alta) | 35 | 18 | 10 |
| 11 | Riflettore Holophane - Tipo F | 51 | 28 | 15 |
| 12 | » » » - » I | 36 | 23 | 13 |
| 13 | » » » - » E | 32 | 20 | 11 |
| 14 | » " Mazda " | 28 | 14 | 8 |
| 15 | » " X Ray " | 35 | 20 | 17 |
| 16 | » " Veralluce " | 42 | 21 | 10 |

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimestrale che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 800 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Di un sistema assai semplice per la misura di piccole capacità e di grandi resistenze.

Riceviamo:

1. — Si prenda una batteria di pile o di piccoli accumulatori, capace di una f.e.m. di circa 160 volt.

Detta batteria può essere costituita da piccoli elementi, trattandosi di erogare una corrente di minima intensità.

Ad un estremo della batteria si congiunga una resistenza di 500 mila a un milione di ohm.

All'altro estremo della resistenza si congiunga un estremo di una lampada a gas neon 110 volt.

All'altro estremo della lampada si attacchi l'estremo di una cuffia telefonica.

L'altro estremo della cuffia telefonica si congiunga all'estremo libero della batteria.

Messa la cuffia agli orecchi, non si udrà alcun rumore.

Si shunti ora la resistenza con una piccola capacità, per esempio, 0,0002 μ F, si udrà subito un sibilo di nota costante distintissimo.

Invece di una capacità fissa, si metta un condensatore variabile da R.T.F. e si vari la capacità. Si sentirà variare la nota del sibilo insensibilmente, e ad ogni capacità corrisponderà una nota particolare.

Se a mezzo di un commutatore si inserisce a piacere o una capacità variabile graduata, o una capacità incognita, manovrando opportunamente il regolatore della C variabile ed il commutatore, si arriva ad ottenere un'identica nota colle due capacità. Allora le due capacità sono uguali, ed è così misurata la capacità incognita.

Si può così misurare qualsiasi capacità comprese quelle delle antenne r. t., ecc.

2. — La spiegazione del fenomeno è assai semplice, se si pensa alla caratteristica delle lampade a gas neon.

Queste lampade hanno un potenziale critico di accensione maggiore di quello di spegnimento. Così la lampada che ha servito a queste esperienze non si accende prima di 100 V. c.c. e non si spegne che quando il voltaggio è caduto a 90 V. (Non si prendano queste cifre per valori esatti, ma approssimativi).

Ora si pensi a quello che succede quando si chiude il circuito del sistema su indicato.

In un primo tempo la corrente continua passa da due derivazioni: una parte passa dalla resistenza ohmica, ed una parte (per induzione statica) dalla capacità, e, per i dati relativi tra capacità e resistenza, più ne passa dalla capacità che dalla resistenza.

Queste due correnti derivate, si sommano e fanno capo alla lampada a gas Neon; anzi nel primo attimo questa è sottoposta ad un potenziale uguale a quello della batteria, e la lampada si accende.

In questo istante le armature della capacità sono ad egual potenziale. Ma, man mano che la corrente passa (mi si permetta l'espressione) dal condensatore, le armature di questo si caricano, e naturalmente cresce la differenza di potenziale tra loro, a scapito della differenza di potenziale agli estremi della lampada Neon; anzi si arriva al punto che questa carica delle armature è tale che la d.d.p. agli estremi della lampada Neon stessa raggiunge il punto critico di spegnimento; e la lampada infatti si spegne.

Questo succede ad onta della resistenza ohmica, per determinati valori relativi (calcolabili e facilmente trovabili praticamente) tra resistenza e capacità.

Una volta la lampada spenta, abbiamo il condensatore carico. Questo si scarica attraverso la resistenza ohmica. Ma scaricandosi il condensatore, la d.d.p. tra le due armature va scemando, e di altrettanto va crescendo quello tra gli estremi della lampada Neon, sino al punto che, raggiunto il potenziale critico di accensione, la lampada si riaccende.

Ad ogni accensione naturalmente si ha un piccolo colpo nel telefono, ed il succedersi rapido di questi dà il sibilo. (Collo specchio girante si può vedere la luce intermittente della lampada).

3. — Spiegato il fenomeno, si comprende come maggiore è la capacità, più bassa è la nota udita dal telefono, ossia minore il numero di vibrazioni al secondo.

Si comprende anche che quanto minore è la resistenza, tanto più alta è la nota, ossia maggiore il numero di vibrazioni al secondo: ma qui presto si raggiunge il limite per cui la corrente cessa di essere pulsante, e passa tutta come corrente continua.

Anche il potenziale della batteria influisce sulla nota, ed è ben naturale.

4. — E' questo sistema capace di altre applicazioni?

Intanto, per una data f.e.m. di batteria e per una data capacità

la nota varierà colla resistenza, e quindi il sistema può servire per la misura delle forti resistenze.

Oltre a questo il sistema servendo a dare vibrazione fino all'ultra udibile potrà servire in radiotelegrafia, non come oscillatore s'intende, ma come rigeneratore accordato ad un sistema oscillatorio?

E' vero che l'energia messa in gioco da una sola lampadina è minima, un sistema di più lampade, e lampade più grandi potranno servire?

Sarebbe stato desiderabile rispondere almeno in parte a queste domande, ma si consideri che autore di questo piccolo lavoro è un medico, cui manca il modo e il tempo di completare tale studio.

Pisa, 1° settembre 1924.

Dott. PIETRO PIERINI.

* *

A proposito delle Norme Internazionali per gli Oli.

Riceviamo:

Ci permetta approfittare della cortese ospitalità sulla sua autorevole Rivista per riassumere alcune nostre impressioni sul problema degli olii per trasformatori.

Nell'ultima riunione di Londra della Commissione Elettrotecnica Internazionale (15-18 luglio), proprio sotto la Presidenza di un italiano, l'illustre Prof. Semenza, ebbe vita un Comitato di Studi per le Norme Olii.

Inutile qui soffermarci sul bisogno vivamente sentito in tutte le industrie elettriche di tutti i paesi, che il problema degli olii per trasformatori fosse convenientemente discusso ed approfondito: appunto a questo bisogno gli autorevoli tecnici riuniti a Londra hanno inteso provvedere concretando il loro interessamento in una forma pratica e davvero conclusiva.

In un primo scambio di idee per fissare un organico piano di lavoro si è stabilito di cominciare ad esaminare accuratamente le Norme ora vigenti in ciascuna Nazione.

Al momento attuale, per quanto ci risulta, due Nazioni si trovano brillantemente alla testa in questo ordine di ricerche, ed in Norme ufficiali oppure in pregevolissime monografie hanno gettato le basi di un sicuro orientamento a conclusioni veramente decisive e pratiche: l'Italia e la Svizzera.

Abbiamo qualche notizia del vasto materiale sperimentale raccolto in Inghilterra, ma ignoriamo che esso sia stato inquadrato e riassunto convenientemente: la Francia ha modificato nell'aprile 1923 il suo « Cahier de Charges » del 1920 in quanto sorpassato, per alcuni punti da nuove idee, da nuove esigenze costruttive degli apparecchi ad altissime tensioni, da decisivi progressi intervenuti nella raffinazione degli olii: la Spagna, il Belgio e l'Olanda non posseggono Norme ufficiali ed i criteri di scelta ivi adottati sono alquanto larghi ed elastici.

La Germania ha anch'essa modificato, dal 1° gennaio 1924, le Norme ufficiali del 1920-1922, ma, o c'inganniamo, ci sembra di scorgere tutt'ora in esse una certa preoccupazione, spiegabile del resto colle sue condizioni industriali e monetarie fino al 1923, preoccupazione intesa ad evitare che potessero venir scartati dall'uso olii mediocri ma a buone condizioni di rifornimento e di prezzo.

L'America si mantiene fedele o meglio, fin'ora si è mantenuta fedele, a criteri che rispecchiano da un lato la sua formidabile posizione di gran produttrice degli olii minerali e dall'altro tengono in precipuo conto (nè potrebbe essere diversamente) le caratteristiche costruttive dei trasformatori costruiti oltre Oceano.

E qui cade molto a proposito rammentare l'affermazione del Delegato americano alla Riunione di Londra: che il formarsi dei depositi ed in genere il comportamento dell'olio nel trasformatore dipende anche in misura notevole dalle disposizioni costruttive dell'apparecchio: uno stesso olio forma depositi di entità assai diversa usato in trasformatori di differente tipo.

Benchè non sia possibile, in una lettera, giungere a dettagli, possiamo affermare che abbiamo sott'occhio in Italia chiare conferme di una tale asserzione riscontrata esatissima in recenti relazioni di nostri tecnici: olio con sette anni di esercizio continuo ritirato pressochè intatto dall'apparecchio mentre la stessa qualità ha dato altrove rilevanti depositi o acidità pericolose tali da obbligarne il ricambio dopo soli due o tre anni.

La Svezia possiede Norme molto interessanti nelle quali è evidente il prevalere delle esigenze di quei climi e che non sono agevolmente confrontabili con quelle degli altri paesi europei a causa di sensibili differenze nella condotta delle prove chimiche per quanto basate essenzialmente sugli stessi criteri.

Il lavoro del Comitato di studio si presenta adunque discretamente complesso: per fermarci all'ultimo caso considerato nella nostra breve rassegna, ci permettiamo fissare uno degli aspetti del problema:

In certe Nazioni il punto di congelamento dell'olio per trasformatori assume capitale importanza: se non riuscisse facile, o almeno economicamente conveniente, trovare coesistenti in uno stesso tipo d'olio la desiderata incongelabilità ed insieme le necessarie caratteristiche di resistenza all'ossidazione e di minima acidità, preferiranno i Tecnici sacrificare questa a quella o non viceversa?

Si crede ormai di conoscere compiutamente come avviene nell'apparecchio l'ossidazione dell'olio causa dei depositi e di acidità: l'olio, o meglio, i suoi composti non saturi (perciò più ricchi in affinità) contenuti in esso, a contatto con l'aria, l'ossigeno della quale esercita un'influenza ossidante, specie in presenza di rame; fanno da auto-ossidatori ed i materiali isolanti, immersi nell'olio, da ricettori. In queste condizioni hanno origine prodotti di decomposizione che si manifestano sotto forma di depositi fangosi esiziali al ciclo di refrigerazione ed inoltre prodotti intermedi che attaccano i materiali isolanti.

Sarebbero quindi da preferire olii composti per la massima parte di idrocarburi saturi.

Tali olii hanno un punto di congelamento discretamente alto ($-6/-7^{\circ}\text{C}$) e per la loro speciale natura (provengono esclusivamente dalla Pennsylvania che ha una produzione certo insufficiente alla richiesta mondiale di olii paraffinici e di paraffine della quale le statistiche degli ultimi anni rivelano una costante diminuzione) hanno costo sensibilmente più elevato. ⁽¹⁾

Siamo anche a conoscenza di specialissimi sistemi di raffinazione mediante i quali, con la centrifugazione dell'olio paraffinico semi-distillato e con successivi raffreddamenti, si eliminano le frazioni più facilmente congelabili, ottenendo prodotti raffinatissimi, composti quasi essenzialmente di idrocarburi saturi e con punto di congelamento inferiore ai $27/30$ gradi sotto zero.

Si tratta in ogni caso di qualità speciali, da adottare in apparecchi che abbiano speciale importanza per caratteristiche costruttive e per funzionamento, ma il cui costo non sempre può riuscire accessibile e conveniente.

Per ottenere olii a basso punto di congelamento (come appunto si esige nel Nord Europa) bisognerebbe quindi ricorrere a greggi del Mid-Continent Americano o del Texas, oppure Russi, Romeni e Galiziani.

Sono essi prevalentemente composti di idrocarburi non saturi (aromatici-alciclici) e quindi meno resistenti all'ossidazione, in una parola più facilmente deteriorabili con formazioni di sensibili depositi (se la raffinazione non fu perfetta) ed in ogni caso di elevata acidità. Questo, a parer nostro, la ragione per la quale in Svezia (e citiamo il paese più progredito nella Tecnica delle costruzioni elettriche del Nord Europa) vengono tollerate qualità di olii meno pregevoli, tali in ogni caso che secondo le norme italiane e francesi, e secondo i criteri dei più autorevoli costruttori Svizzeri sarebbero senz'altro da eliminare.

Ora, le caratteristiche di un prodotto industriale, quando esse vengano fissate da una accolta di Tecnici e non di scienziati puri che prescindano da ogni criterio di pratica, non possono non essere il risultato di un razionale compromesso tra diverse considerazioni equamente ed opportunamente valutate: criteri strettamente tecnici, tendenze di indirizzo e soggettive, esigenze di clima e geografiche circa la maggiore o minore facilità dei rifornimenti, costi, ecc.

Giunti a questo punto non intendiamo, dinanzi alla ben nota competenza dei Tecnici che si sono accinti a tale coordinamento, anticipare alcuna conclusione: ci basti aver prospettato la complessità del problema.

Sul principale argomento, accennato in seno al Comitato di Studio, ci sia permesso esprimere il nostro parere.

Si è convenuto di considerare elemento fondamentale di giudizio nella valutazione di un olio la sua tendenza a formare depositi.

Noi abbiamo sotto gli occhi i risultati di numerose e sistematiche esperienze eseguite da quattro anni ad oggi su quasi tutti i tipi di olii per Trasformatori adoperati in Europa ed America, suffragati in buona parte, per quanto riguarda l'Italia, dal controllo del reale comportamento dell'olio nei trasformatori; e forse saremmo indotti a ritenere che la questione dei depositi è quasi del tutto superata.

Per spiegarci meglio: abbiamo avuto modo di notare, e specialmente in questi due ultimi anni, il prevalere di un maggior numero di prodotti i quali, dopo la ormai classica prova delle 300 ore in presenza di rame, oppure dopo qualche anno di funzionamento, non danno traccia di depositi.

Saremmo quasi indotti ad affermare che, a meno di non trovarsi in presenza di qualità assolutamente scadenti, oggi la Tecnica della raffinazione è riuscita a produrre olii che non fanno depositi secondo

il significato più corrente. Si intende cioè alludere ai depositi fangosi che per essere insolubili nell'olio e di più alto peso specifico si trovano in fondo alla cassa del trasformatore o che si adagiano sul nucleo a disturbare il ciclo di refrigeramento riuscendo altresì dannosi per il loro minimo potere isolante.

Ma sembra a noi che di ben maggior importanza, nei riguardi della conservazione dell'apparecchio, sono i depositi solubili nell'olio, che si dissolvono alla temperatura di circa 80°C e che contengono componenti acidi.

La maggior considerazione bisogna quindi portare, noi pensiamo, su tali componenti è principalmente importante conoscere quale influenza essi esercitino sui materiali isolanti presenti nel trasformatore. Generalmente ci troviamo in presenza di cotone e carta, ambedue prodotti della cellulosa: gli acidi formati possono essere causa di corrosioni acide e della formazione di idro-cellulose.

Il materiale di esperienza di cui disponiamo suffragherebbe tale ipotesi: personalmente abbiamo potuto controllare Olii che ad una bassa percentuale di depositi, presentano acidità del 0,52 %, (assolutamente intollerabili, in contrapposto ad altri che con un elevato deposito (0,82 % gr. di olio) presentano acidità minore (0,30 %) se non del tutto soddisfacente.

Da quanto precede noi saremmo portati a concludere che, anche ammettendo fra i criteri fondamentali di valutazione di un olio la tendenza a formare depositi (tendenza che, a nostro parere, dovrebbe essere nulla), sia data la giusta considerazione al criterio dell'acidità come la caratteristica che più influisce sulla buona conservazione dell'apparecchio.

Basta pensare che i depositi fangosi insolubili, quand'anche esistono, sono facilmente eliminabili con opportune sistematiche filtrazioni, mentre l'acidità assunta dall'olio non è riparabile in sé e nelle sue conseguenze.

A questo proposito abbiamo provato a trattare convenientemente un olio che già per parecchi anni aveva funzionato in un trasformatore raggiungendovi un tenore di acidità alquanto elevato e, a nostro parere, pericoloso (0,89 %).

Riportato nelle migliori condizioni 0,08 %, dopo soli pochi giorni di rinnovato esercizio, si è constatato il rapido raggiungimento del primitivo valore.

Abbiamo dovuto persuaderci di essere in presenza di quello che gli Americani chiamano «olio rotto» e per il quale non è assolutamente possibile fare alcun affidamento di stabilità.

Il criterio di controllare rigidamente l'acidità degli Olii per Trasformatori, fissato nelle Norme Italiane con lodevolissima precedenza sugli altri paesi, ha trovato, unanime consentimento all'Estero: citiamo fra tutti, l'America, gran Maestra nell'industria della Raffinazione.

Esperti chimici Americani, inviati in Europa a studiare i nuovi orientamenti nel problema degli Olii per Trasformatori, hanno avuto parole di plauso e di compiacimento per le conclusioni della Commissione Italiana.

Quasi contemporaneamente agli studi fatti in Italia, anche i Dottori Haus von der Heyden e Kurt Typke del Laboratorium AEG consideravano il problema dell'acidità ed insieme dei depositi negli olii, in presenza di metalli.

Essi, prendendo in considerazione l'indice di catramizzazione e l'acidità, col loro prodotto, espresso in interi, stabilirono dei parametri di comportamento di una serie di olii rispetto ad un dato metallo ed ad una certa combinazione di metalli.

Quanto siamo venuti esponendo ci conferma nell'idea che il complesso lavoro assunto dal Comitato di Studio per le Norme Olii debba principalmente venir inteso nel senso di fornire al mondo dei tecnici interessati una spiegazione finalmente completa ed esauriente dei complessi fenomeni che si verificano negli olii.

Pensiamo, per le ragioni accennate nella prima parte della nostra lettera, che sarebbe molto ardua la prescrizione di tassative e precise Norme internazionali, troppo diverse e di troppo varia indole potendo essere le tendenze prevalenti in ciascuna nazione o nella mente di ciascun costruttore.

Gli studi compiuti finora in Italia e all'estero possono essere considerati come il principio della buona strada; dall'autorità e dalla competenza dei tecnici del Comitato abbiamo ben ragione di attendere il loro completamento. E cioè che venga stabilita una serie di principi scientifici e pratici i quali poi servano rigorosamente di guida nel concretare le Norme presso le varie Nazioni: su molti punti è facile prevedere la più assoluta uniformità; altre caratteristiche bisognerà subordinare a peculiari condizioni costruttive, di esercizio e di clima.

Pensiamo anche noi che il metodo ormai generalmente adottato della prova di 300 ore sia quello che dà le migliori garanzie di riprodurre per quanto possibile le condizioni reali in cui l'olio viene impiegato e che nelle ossidazioni più rapide intervengano fenomeni di decomposizione da giustificare considerevolmente i risultati. Ma è

⁽¹⁾ La Pennsylvania tiene appena il sesto posto nella produzione degli Stati Uniti: la prima con i suoi 70.000 pozzi, ognuno di essi produce in media cento volte di meno di ciascun pozzo della California o del Texas, e venti volte meno di ognuno dei 52.000 pozzi dell'Oklahoma.

certo che sarebbe ben accolto quel qualsiasi altro metodo di confronto o di riferimento che valesse ad abbreviare l'eccessiva lunghezza della prova la quale, appunto per questo, trova non poche difficoltà di applicazione nel campo industriale. In ogni caso è da tener presente che, come tutte le cose di questo mondo, ogni prova presenterà sempre il lato alla discussione.

Ci piace per chiudere far nostro il pensiero di un autore tedesco: «Nelle prove degli olii si possono dedurre conclusioni positive solo da un risultato sfavorevole perchè in questo caso, con una maggior durata dell'esperienza, si produce un'azione sempre più sfavorevole sull'olio».

La reciproca non sempre è vera.

Con deferente stima.

Prof. RENZI RENATO.

:: SUNTI E SOMMARI ::

ELETTROTECNICA GENERALE.

R. WAGNER — Proprietà generali delle catene di conduttori. (Telefunken Z., Vol. VI, N. 34-35, gennaio 1924, pag. 21-27).

Per catene di conduttori l'A intende una rete poligonale, costituita da n maglie, che si seguono in un determinato ordine, e ciascuna delle quali ha lo stesso accoppiamento elettrico colla maglia precedente e con quella successiva.

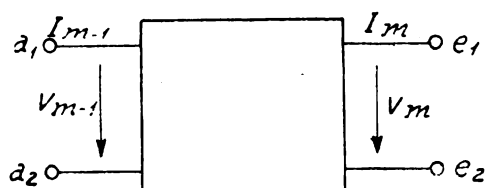


Fig. 1.

I lati, che formano una determinata maglia della rete, comprendono in generale resistenza, induttanza e capacità, presentano cioè una determinata impedenza Z , od una determinata ammittanza Y , che sono funzioni della frequenza.

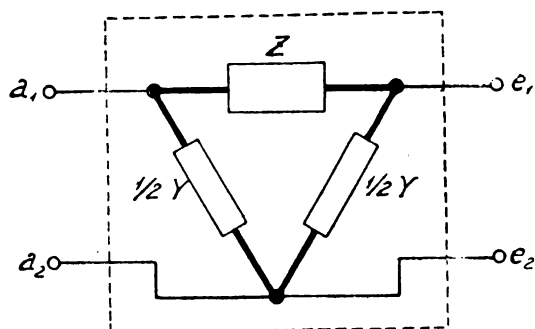


Fig. 2.

In un suo precedente studio ⁽¹⁾ l'A aveva dimostrato che ogni maglia simmetrica di una rete — definendo per maglia simmetrica quella nella quale è possibile scambiare i due morsetti di entrata a ,

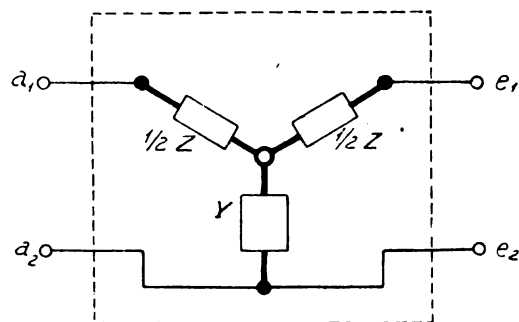


Fig. 3.

a , coi due morsetti di uscita e , e (fig. 1) senza alterare il regime delle correnti e delle tensioni nella rete stessa — è equivalente o ad un triangolo (fig. 2) o ad una stella (fig. 3). L'equivalenza va intesa nel senso che le correnti e le tensioni ai morsetti di entrata e di

uscita restano invariate, quando alla maglia si sostituiscono il triangolo o la stella equivalenti.

Tale modo di trattare le catene dei conduttori è ora generalizzato dall'A anche al caso in cui le maglie siano asimmetriche.

In quest'ipotesi, presa in esame la maglia m della rete, di cui non è nota la configurazione interna, supponiamo di poter sostituire alla maglia un circuito a triangolo (fig. 4), i cui lati abbiano le am-

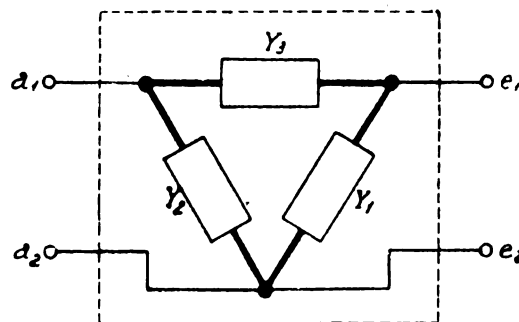


Fig. 4.

mittanze Y_1 , Y_2 , Y_3 , o un circuito a stella (fig. 5), i cui lati abbiano le impedenze Z_1 , Z_2 , Z_3 . La considerazione in un caso delle ammittanze e nell'altro delle impedenze è solo dovuta a comodità di simboli.

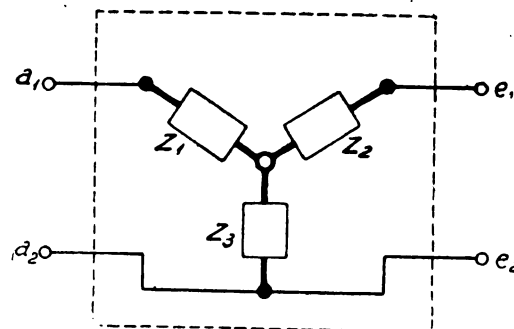


Fig. 5.

Applicando i principi di Kirchhoff alla stella e al triangolo equivalenti, fra la tensione V_{m-1} e la corrente I_{m-1} d'entrata, e la tensione V_m e la corrente I_m d'uscita, valgono le relazioni.

$$\begin{cases} V_{m-1} = A_1 V_m + B I_m \\ I_{m-1} = C V_m + A_2 I_m \end{cases} \quad [1]$$

nelle quali i coefficienti A_1 , A_2 , B , C hanno i seguenti valori:

| Per il triangolo | per la stella |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| $A_1 = 1 + \frac{Y_1}{Y_3}$ | $A_1 = 1 + \frac{Z_1}{Z_3}$ |
| $A_2 = 1 + \frac{Y_2}{Y_3}$ | $A_2 = 1 + \frac{Z_2}{Z_3}$ |
| $B = \frac{1}{Y_3}$ | $B = Z_1 + Z_2 + \frac{Z_1 Z_2}{Z_3}$ |
| $C = Y_1 + Y_2 + \frac{Y_1 Y_2}{Y_3}$ | $C = \frac{1}{Z_3}$ |

ed inoltre:

$$A_1 A_2 - B C = 1.$$

Se le maglie della rete sono n , si deducono analogamente $2n$ relazioni fra le $2n + 2$ tensioni e correnti, le quali consentono di ricavare le tensioni e le correnti di ciascuna maglia in funzione di due determinati valori di tensione e corrente, per es. di quelli V_0 , I_0 all'inizio della catena o di quelli V_n , I_n alla fine della catena stessa.

Per risolvere il sistema di equazioni, l'A pone:

$$\begin{cases} V_m = a_1 e^{m\gamma} + a_2 e^{-m\gamma} \\ I_m = b_1 e^{m\gamma} + b_2 e^{-m\gamma} \end{cases} \quad [2]$$

dove γ è il cosiddetto fattore di propagazione della catena dei conduttori, che dà il modo di variare, di maglia in maglia, della tensione e della corrente, in ampiezza e fase, e a_1 , a_2 , b_1 , b_2 sono parametri ausiliari ch'egli elimina in funzione degli elementi d'entrata V_0 , I_0 , supposti noti, ottenendo le espressioni generali:

$$\begin{aligned} V_m &= V_0 \frac{\sin(m+1)\gamma - A_1 \sin m\gamma}{\sin \gamma} - I_0 \frac{B \sin m\gamma}{\sin \gamma} \\ I_m &= -V_0 \frac{C \sin m\gamma}{\sin \gamma} + I_0 \frac{\sin(m+1)\gamma - A_2 \sin m\gamma}{\sin \gamma} \end{aligned} \quad [3]$$

⁽¹⁾ Archiv. f. Elektrot. Vol. 3 pag. 315, 1915.

Per $m = n$ queste relazioni danno la tensione V_n e la corrente I_n alla fine della catena dei conduttori. Se si pone:

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{\text{sen } (n+1) \gamma - A_2 \text{ sen } n \gamma}{\text{sen } \gamma} \\ A_2 &= \frac{\text{sen } (n+1) \gamma - A_1 \text{ sen } n \gamma}{\text{sen } \gamma} \\ B &= \frac{B \text{ sen } n \gamma}{\text{sen } \gamma} \\ C &= \frac{C \text{ sen } n \gamma}{\text{sen } \gamma} \end{aligned}$$

si ricava:

$$\left. \begin{aligned} V_n &= A_2 V_0 - B I_0 \\ I_n &= -C V_0 + A_1 I_0 \end{aligned} \right\} [4]$$

nella quale:

$$A_1 A_2 - B C = 1$$

E all'inizio della catena dei conduttori:

$$\left. \begin{aligned} V_0 &= A_1 V_n + B I_n \\ I_0 &= C V_n + A_2 I_n \end{aligned} \right\} [5]$$

Le relazioni (4) e (5) permettono di considerare l'intera catena di conduttori come un unico circuito a triangolo o a stella equivalente. I rapporti $\frac{V_0}{I_0}$ e $\frac{V_n}{I_n}$ danno rispettivamente l'impedenza di entrata e di uscita della catena di conduttori, e per $n = \infty$ l'impedenza caratteristica W della catena:

$$\left. \begin{aligned} W_0 &= \frac{B}{A_2 - e^{-\gamma}} = \frac{A_1 - e^{-\gamma}}{C} \\ W_n &= \frac{B}{A_1 - e^{-\gamma}} = \frac{A_2 - e^{-\gamma}}{C} \end{aligned} \right\} [6]$$

L'A dopo aver dimostrato che queste relazioni generali comprendono come caso particolare quelle, già ottenute per altra via, per le maglie simmetriche, illustra infine la sua trattazione con alcuni esempi.

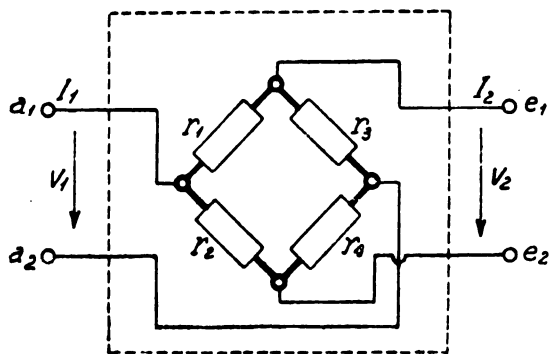


Fig. 6.

Così, il ponte di Wheatstone (fig. 6), rientra nel caso generale di una catena di conduttori a maglie asimmetriche. Colla scorta delle relazioni precedenti, si può studiare il regime delle correnti e delle tensioni in una qualunque delle maglie, o in tutto il ponte considerato come una maglia unica.

Dalla (1) si ha immediatamente:

$$\begin{aligned} V_1 &= A_1 V_2 + B I_2 \\ I_1 &= C V_2 + A_2 I_2 \end{aligned}$$

e l'applicazione dei principi di Krichhoff dà per le costanti i valori:

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{(r_1 + r_3)(r_2 + r_4)}{D} \\ A_2 &= \frac{(r_1 + r_2)(r_3 + r_4)}{D} \\ B &= \frac{r_1 r_2 r_3 + r_1 r_2 r_4 + r_1 r_3 r_4 + r_2 r_3 r_4}{D} \\ D &= r_2 r_3 - r_1 r_4 \end{aligned}$$

Il ponte a resistenze non è che un caso particolare del ponte a impedenze: dall'esame di un ponte a impedenze, nel quale le impedenze dei lati opposti siano eguali, l'A prende lo spunto per studiare, sulla base delle relazioni generali trovate per la catena universale di conduttori, il funzionamento di due circuiti a doppio filtro di notevole efficienza.

Sostituiamo in fig. 6 ai lati di resistenza r_1, r_4 due circuiti identici costituiti da un'induttanza L_1 , in parallelo coll'altra induttanza L , avente in serie la capacità K (fig. 7): e sia P l'impedenza dei due lati del ponte considerati. Sostituiamo inoltre nella stessa figura agli

altri due lati di resistenza r_2, r_3 due altri circuiti identici costituiti da un'induttanza $L_1 - M$, con in serie l'induttanza M disposta in parallelo colla capacità C (fig. 8), e l'impedenza dei quali sia Q .

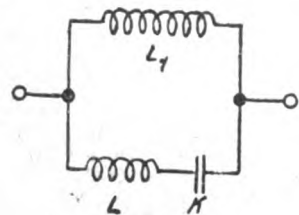


Fig. 7.

Trattandosi di un ponte simmetrico, le espressioni dei coefficienti A_1, A_2, B, C della relazione [1] si semplificano come segue:

$$\left. \begin{aligned} A &= A_1 = A_2 = \frac{P + Q}{Q - P} \\ B &= \frac{2 P Q}{Q - P} \\ C &= \frac{2}{Q - P} \end{aligned} \right\} [7]$$

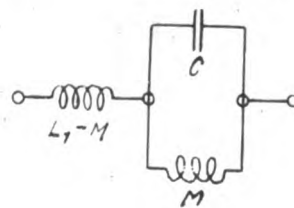


Fig. 8.

Sia ω la frequenza della corrente di alimentazione del ponte e si scelgano gli elementi, che costituiscono il ponte, in modo da soddisfare alle relazioni:

$$\left. \begin{aligned} L K &= M C = \frac{1}{\Omega^2} \\ L_1 - M &= \frac{L L_1}{L + L_1} \end{aligned} \right\} [8]$$

Le impedenze P e Q assumono allora i valori seguenti:

$$\left. \begin{aligned} P &= j \frac{\omega L_1 \left(1 - \frac{\omega^2}{\Omega^2}\right)}{1 - \omega^2 K (L + L_1)} \\ Q &= j \left[\omega (L_1 - M) + \frac{\omega M}{1 - \frac{\omega^2}{\Omega^2}} \right] \end{aligned} \right\} [9]$$

Per valori di ω molto grandi ovvero molto piccoli rispetto al valore di Ω le impedenze P e Q diventano eguali. Alle basse frequenze i condensatori offrono una impedenza elevata, ed in ambedue gli schemi (fig. 7, 8) la sola induttanza L_1 è praticamente efficiente: alle alte frequenze i condensatori hanno un'impedenza minima, P si riduce all'impedenza del circuito costituito dalle due induttanze L ed L_1 in parallelo, e Q alla sola induttanza $L_1 - M$. Per $\omega = \Omega$, come risulta dalla relazione [8], $P = 0$ e $Q = \infty$: il ponte funziona come se il morsetto a_1 fosse collegato al morsetto e_1 con un conduttore privo di resistenza ed analogamente a_2 con e_2 .

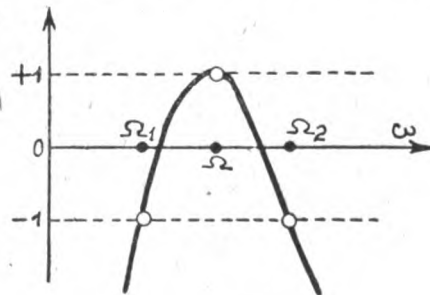


Fig. 9.

L'attitudine del ponte a funzionare da filtro risulta dall'esame della legge di variazione del coefficiente A (²) in funzione della frequenza (fig. 9), in base alle relazioni [7] e [9].

(²) Archiv. f. Elektrot. Vol. 8, pag. 61, 1919 — Zeitschr. f. techn. Physik Vol. 2, pag. 297, 1921 by Google

Per piccole frequenze A assume valori negativi molto forti. Per la frequenza

$$\omega = \Omega_1 = \frac{1}{\sqrt{K(L + L_1)}}$$

$P = \infty$ ed $A = -1$. Ω_1 è quindi il valore limite inferiore della zona di frequenze per le quali si ha un passaggio di corrente attraverso il ponte. A assume poi il valore 1 per $\omega = \Omega$, e successivamente comincia a diminuire. Per

$$\omega = \Omega_2 = \Omega \sqrt{\frac{L_1}{L_1 - M}}$$

$Q = 0$ ed $A = -1$. Ω_2 è il valore limite superiore delle frequenze che attraversano il ponte dopo il quale A continua a crescere in senso negativo. Nell'intervallo di frequenze compreso fra Ω_1 ed Ω_2 [A] < 1, ed in conseguenza lo smorzamento è piccolo: esso sarebbe nullo, se nelle bobine d'induttanza e nei condensatori non si verificassero perdite. Per frequenze al di fuori dell'intervallo suddetto lo smorzamento raggiunge rapidamente valori elevatissimi.

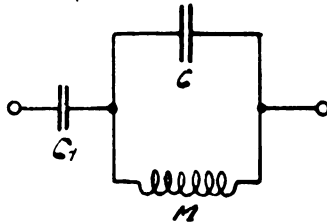


Fig. 10.

Perfettamente analogo al doppio filtro rappresentato dalle figure 7 ed 8 è l'altro nel quale i circuiti inseriti nei lati opposti del ponte

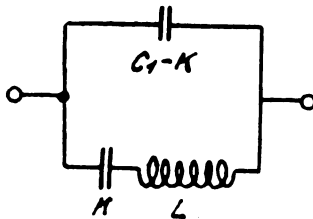


Fig. 11.

sono costituiti come in fig. 10 ed 11, quando i diversi elementi siano scelti in modo da soddisfare alle relazioni:

$$\left. \begin{aligned} MC &= KL = \frac{1}{\omega^2} \\ C_1 - K &= \frac{CC_1}{C + C_1} \end{aligned} \right\} [10]$$

La legge di variazione del coefficiente A in funzione della frequenza è ancora quella che risulta dalla fig. 9, qualora però la curva sia rovesciata rispetto all'asse delle ascisse.

Il coefficiente A ha da principio valori positivi assai elevati: assume il valore 1 per

$$\omega = \Omega_1 = \frac{1}{\sqrt{M(C + C_1)}}$$

il valore -1 per $\omega = \Omega$, e riassume il valore 1 per

$$\omega = \Omega_2 = \Omega \sqrt{\frac{C_1}{C_1 - K}}$$

L'intervallo di frequenze, che il filtro lascia passare, è compreso fra Ω_1 e Ω_2 .

Questo secondo tipo di doppio filtro ha, rispetto al precedente, il vantaggio di comprendere un numero doppio di condensatori e un numero metà di induttanze: e poichè più facilmente si riesce a costruire condensatori piuttosto che induttanze con perdite minime, esso è da preferirsi tutte le volte che, indipendentemente da altre considerazioni, si voglia realizzare un filtro di acutissima sensibilità.

Fe Vi.

* *

IMPIANTI.

E. B. STRAND — Limiti di portata di un impianto con lunghe linee di trasmissione (Journal of the A. I. E. E., marzo 1924, pag. 219).

Quando la potenza richiesta ad un impianto è superiore a quella che l'impianto può dare, gli apparecchi utilizzatori inseriti in corrispondenza ai centri di distribuzione, perdono il passo e l'impianto diventa inattivo. Scopo del presente studio è precisamente la ricerca di questo limite, che si può definire come limite di portata o limite di stabilità, o punto critico dell'impianto, per gli impianti ad impedenza relativa-

mente forte e cioè per quelli che comprendono lunghe linee di trasmissione.

I metodi di calcolo usati fin qui, basandosi esclusivamente sulle costanti della linea e su valori prestabiliti della tensione, potranno dare risultati esatti solo nel caso che la linea di trasmissione sia l'unico elemento attraverso il quale deve passare l'energia. Ma, in generale, un impianto elettrico è costituito di diversi elementi e precisamente degli alternatori, dei trasformatori, delle linee ad alta tensione, dei condensatori rotanti e dei circuiti utilizzatori, e, perciò, il limite di portata deve essere determinato tenendo conto di tutti questi elementi, od almeno dei più importanti, quali i condensatori rotanti ed il circuito utilizzatore. Il metodo sviluppato nell'articolo serve essenzialmente per determinare il limite di portata, di quelle linee che l'autore chiama « compound » intendendo con ciò di definire le linee sulle quali sono inseriti condensatori rotanti, per la regolazione della tensione, anche in punti intermedi del percorso. Questo tipo di linea promette di diventare sempre più importante data la tendenza attuale di sfruttare le energie idrauliche sempre più distanti dai centri di utilizzazione e di stabilire linee di collegamento fra i diversi impianti.

Prima di entrare nei dettagli dello studio, l'autore accenna ad alcuni criteri generali sulla stabilità:

Le caratteristiche di una linea di trasmissione, dal punto di vista elettrico, sono del tutto simili a quelle di una macchina sincrona; le differenze principali derivano dagli effetti della saturazione magnetica in quest'ultima, e dalla maggiore influenza della capacità distribuita sulla prima. Si può dimostrare che i vari diagrammi relativi alle linee di trasmissione sono derivabili dal classico diagramma del motore sincrono del Blondel; e l'analogia fisica fra il limite di portata di una linea ed il limite di stabilità del motore sincrono, è confermata dall'arresto degli apparecchi utilizzatori quando tale limite venga superato.

Quando un motore sincrono viene caricato, il suo rotor si dispone in ritardo di fase di un angolo il cui valore è dipendente dall'impedenza sincrona della macchina, e la stabilità si mantiene per il fatto che aumentando lo sfasamento aumenta la coppia.

Oltrepassato però un certo limite, le condizioni si invertono; la coppia cioè diminuisce coll'aumentare dello sfasamento e non è più possibile un funzionamento stabile. Il passaggio fra le due situazioni si verifica in corrispondenza ad un ritardo di fase di circa 90° o, più esattamente, in corrispondenza all'angolo $\theta = \tan^{-1} \frac{x}{r}$, che si può chiamare angolo limite.

Analogamente, il limite convenzionale di stabilità in una linea di trasmissione, si raggiunge quando l'angolo di sfasamento fra i due estremi (partenza ed arrivo) ha raggiunto il valore $\tan^{-1} \frac{x}{r}$, che, come si vede, è una costante della linea, indipendente dai valori della tensione.

Mentre il valore dell'angolo limite può servire come espressione fondamentale della stabilità, altre relazioni sono state derivate per lo studio di circuiti più complessi. Così, studiando una semplice linea di collegamento con tensioni costanti alle due estremità, si è trovato che la tensione in un punto intermedio si abbassa coll'aumentare dello sfasamento fra le due estremità. Quando si raggiunge l'angolo limite, il rapporto della variazione di tensione alla variazione di carico dev'essere infinito ciò che si può esprimere algebricamente scrivendo che quando $\theta = \tan^{-1} \frac{x}{r}$ dev'essere $\frac{\delta \text{ tensione}}{\delta \text{ carico}} = -\infty$ per tutti i punti intermedi della linea.

Questo, supponendo che le tensioni alle estremità non varino col carico; se questo non si verifica, l'incremento della caduta di tensione sarà più rapido ed il limite di stabilità sarà raggiunto per un valore di θ inferiore a $\tan^{-1} \frac{x}{r}$ e, quindi, ad un carico più piccolo.

In altre parole la portata massima di una linea è determinata non solo dai valori della tensione alle estremità, ma anche dal loro grado di regolazione. Se fosse possibile una regolazione perfetta della tensione in guisa da mantenerne costante il valore alle due estremità della linea, la portata convenzionale, determinata appunto con tale ipotesi, coinciderebbe colla portata effettiva. In pratica non è ancora possibile raggiungere questa condizione: i regolatori automatici di tensione applicati al campo degli alternatori o dei condensatori sincroni hanno un'azione troppo lenta in confronto delle variazioni dell'angolo di fase determinante dalle variazioni di carico, e quindi il loro impiego non modifica sensibilmente le condizioni di stabilità del circuito elettrico, dalle quali dipende la portata della linea. Anche se la tecnica riuscisse a darci un regolatore a vibrazione di azione sufficientemente rapida da poter realizzare la perfetta costanza delle tensioni così da permettere alla linea di raggiungere il limite teorico di portata, ci si troverebbe sempre di fronte ad una condizione di stabilità artificiale e resterebbe ancora il dubbio se convenga far dipendere la continuità dell'esercizio, essenzialmente da questi apparecchi regolatori.

Il concetto generale della stabilità si ricollega colla teoria delle linee « compound ». Stabilito infatti che, se la tensione fra due punti di un circuito è mantenuta perfettamente costante, il limite di stabilità fra i due punti si raggiunge quando lo sfasamento assume il valore $\theta = \tan^{-1} \frac{x}{r}$ e ciò indipendentemente dal resto del circuito, applicando questo concetto alle linee « compound » si vede che se si potesse considerare perfetta la regolazione della tensione in corri-

spondenza ai condensatori sincroni, il limite di portata della linea sarebbe eguale a quello del tronco più debole. In altre parole, aggiungendo nuovi tronchi al circuito, non se ne ridurrebbe la portata che di quel tanto che corrisponde alle pure perdite ohmiche nei tronchi stessi. In realtà, la capacità di regolazione dei condensatori sincroni è limitata e perciò la portata effettiva della linea starà fra il valore teorico corrispondente al tronco più debole ed il valore corrispondente all'intera linea considerata senza i condensatori sincroni. Il grado di approssimazione al valore teorico, dipende dalla potenza dei condensatori sincroni in rapporto alle variazioni di tensione lungo la linea e si vede da ciò quanta importanza abbia la scelta dei condensatori per queste applicazioni. I condensatori statici non si presterebbero alla regolazione della tensione sulle lunghe linee di trasmissione perchè in essi, contrariamente a quanto succede nei condensatori rotanti, la corrente di magnetizzazione diminuisce coll'abbassarsi della tensione ai morsetti e ne risulterebbe quindi un effetto di regolazione negativo.

L'autore dà quindi lo sviluppo algebrico della sua teoria ed i diagrammi relativi, con un esempio numerico di calcolazione per una linea «compound» della lunghezza di 500 km a 150 kvolt.

Osserva, infine, che il problema dev'essere considerato anche sotto l'aspetto economico perchè, se l'aggiunta dei condensatori sincroni permette di aumentare l'efficienza della linea vi è un limite oltre il quale la potenza del macchinario regolatore aumenterebbe assai più rapidamente della portata della linea così che la soluzione spinta oltre questo limite non potrebbe riuscire più economicamente conveniente.

g. a. r.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

J. C. WARNER — Recenti progressi nei tubi elettronici ricevitori ad alto vuoto («Radiotron», - Modelli UV-199 ed UV-201 A). (Proc. Inst. Radio Eng., Vol. 2, N. 6, pag. 587, dicembre 1923).

L'autore, addetto al laboratorio sperimentale della General Electric Co., riferisce alcuni dati sui due ultimi tipi di triodi da essa prodotti col nome di («Radiotron») e distinti colle caratteristiche UV-199 e UV (201-A). Il filamento è di un tungsteno speciale (detto X-L) e presenta, rispetto ai filamenti di tungsteno ordinario, i vantaggi di funzionare a temperatura più bassa, di essere suscettibile di una maggiore emissione di elettroni, di avere più lunga vita, e infine di essere più lungo a parità di tensione e di corrente. L'accensione del filamento nel tipo UV-199 è fatta mediante una batteria di pile a secco: data la piccola intensità di corrente richiesta da questo tipo di triodo, le pile a secco si trovano impiegate nelle migliori condizioni per un buon rendimento. Il consumo ridotto di potenza per l'accensione non è ottenuto a detrimento delle caratteristiche del triodo; che si è dimostrato superiore ai tipi precedenti a consumo, normale.

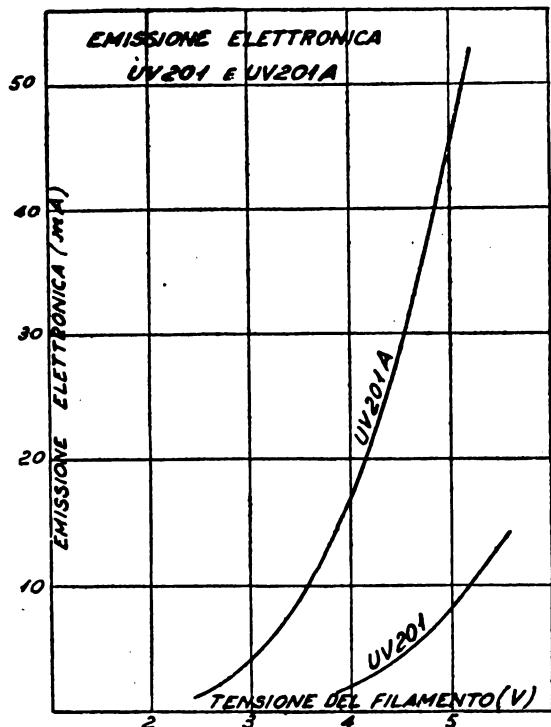


Fig. 1.

Usato come detector il tipo UV-199 dà buoni risultati con tensione anodica di 40 volt con migliore azione raddrizzante, ma poichè la griglia è collegata coll'estremo positivo del filamento, la tensione media di essa risulta leggermente positiva e con tensioni anodiche elevate, si avrebbe una corrente anodica eccessiva. Usato come amplificatore a frequenza musicale, richiede una tensione di griglia negativa: -3 volt per tensione anodica di 80 volt, e -6 volt per tensione anodica di 100 volt: ordinariamente conviene usare una tensione anodica di 80 volt con tensione di griglia di -4,5. Per la ricezione telefonica, basta una tensione anodica di 40 volt; la tensione

di griglia deve essere leggermente negativa allo scopo di mantenere elevata la impedenza dello spazio griglia-filamento. Si può così applicare alla griglia tutta la tensione indotta nel secondario del trasformatore intervalvolare senza che si determinino perdite nei suoi avvolgimenti. La tensione negativa da dare alla griglia a tale scopo è dell'ordine di una frazione di volt e può ottenersi senza bisogno di pile speciali utilizzando la caduta di tensione nel reostato di accensione. Date le piccole dimensioni del triodo tipo UV-199 esso ha anche una bassa capacità interna, cosa importante questa specialmente nei circuiti di amplificazione ad altissima frequenza.

Il tipo UV-201-A è anch'esso a filamento di tungsteno X-L ed ha grande superficie di elettrodi il che porta ad un basso valore della impedenza anodica. La tensione di accensione del filamento è di 5 volt, quindi il triodo può essere usato in amplificatori costruiti per altri tipi di valvole, per es. il tipo UV-201 della stessa Gen. El. Co. In confronto di quest'ultimo però, a parità di altre condizioni, ha una emissione elettronica molto superiore come si vede dai dia-

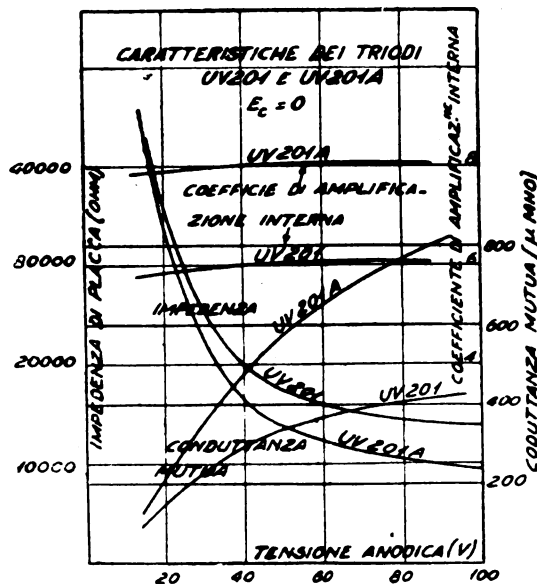


Fig. 2.

grammi della fig. 1: nella fig. 2 sono poi riportate altre curve per il paragone di questi due tipi di triodi. Le tensioni di placca e di griglia del tipo UV-201 A sono le stesse che per il tipo UV-199, ma nel primo si può spingere la tensione anodica fino a 120 volt, nel qual caso occorre usare una tensione di griglia variabile fra (-9) e (-7,5) volt.

Altro grande vantaggio del filamento di tungsteno X-L, è la quasi completa eliminazione dei rumori propri di tutti gli altri tipi di triodi. Nei tubi a vuoto con filamento di tungsteno ordinario, tali rumori si possono dividere in due categorie; rumori crepitanti che sono caratteristici del filamento spinto ad alta temperatura, e rumori di friggio o sibilo dovuti alle piccole tracce di gas rimaste. Per la bassa temperatura di funzionamento del filamento di tungsteno X-L, i primi vengono del tutto eliminati, ed i secondi assai ridotti.

Le caratteristiche osservate dei due tipi di valore UV-199 e UV-201 A, funzionanti con un carico ohmico di 20.000 ohm inserito nel circuito anodico, seguono quasi esattamente quelle calcolate colla nota equazione di amplificazione

$$I_a = \frac{\mu E_g}{R_i + R_o}$$

in cui è:

I_a = componente alternativa della corrente anodica (valore efficace)

μ = coefficiente di amplificazione interna

E_g = tensione alternativa applicata alla griglia (valore efficace).

R_i = impedenza interna di placca

R_o = carico ohmico.

C. C.

:: :: CRONACA :: ::

TRAZIONE E PROPULSIONE.

La fotografia dei rumori nell'interno delle vetture tramviarie (El. Railway Journal 29 marzo 1924 - pag. 506). — Le ferrovie sotterranee di Londra, nell'intento di valutare l'efficacia di alcuni provvedimenti tendenti ad attutire il rumore nell'interno delle vetture, hanno impiegato uno speciale apparecchio ideato dal prof. A. H. Low, il quale permette di fotografare il rumore. L'apparecchio, che l'inventore ha battezzato «audiometro» consiste di un imbuto, chiuso ad una estremità da un diaframma elastico il quale comanda uno specchio. Il rumore, raccolto dall'imbuto mette in vibrazione il diaframma e quindi sposta lo specchio sul quale si riflette un raggio luminoso che va a colpire una pellicola sensibile svolgentesi normalmente al raggio. L'ampiezza delle oscillazioni del raggio luminoso è proporzionale al-

l'intensità del rumore; una linea luminosa diritta corrisponde al silenzio.

Con questo apparecchio si è potuta ottenere la prova diretta dell'efficacia di speciali rivestimenti protettivi che le ferrovie sotterranee di Londra hanno sperimentato per rendere più silenzioso l'interno delle vetture. (g. a. r.)

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Le antenne trasmettenti della stazione di Radio (Virginia-America del Nord). — La stazione radiotelegrafica di Radio (fig. 1) costituisce un esempio tipico di utilizzazione di un non grande numero di piloni, per sorreggere un maggior numero di antenne, destinate a disimpegnare contemporaneamente il servizio di varie trasmissioni radiotelegrafiche, su lunghezze d'onda diverse. Sembra quindi non privo d'interesse riferire quanto il Wireless Age (novembre 1923, pag. 58) scrive in proposito.

Ai tre piloni originari, costruiti nel 1913, e di cui il centrale alto 180 m ed i due laterali alti 140 metri, sono stati recentemente aggiunti altri due piloni alti 60 m, mentre un sesto pilone è in progetto. I cinque piloni esistenti sorreggono sei antenne, alimentate temporaneamente da altrettanti apparati trasmettenti, del tipo a scintilla, ad arco e a triodi: di esse quella n. 1 disimpegna il servizio generale, la n. 2 è riservata all'aviazione, la n. 3 all'esercito, la n. 4 alla marina, la n. 5 dà trasmissioni radiotelefoniche, la n. 7 è per il servizio

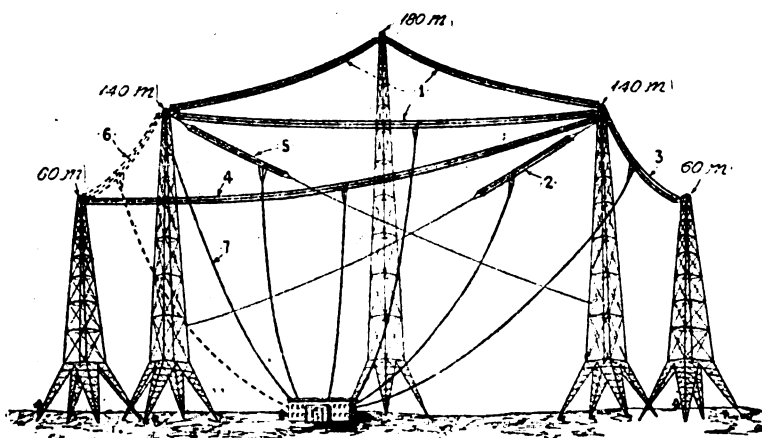


Fig. 1.

di broadcasting, la n. 6 (disegnata a tratti in fig. 1) è disponibile. La portata di questo sistema irradiante abbraccia un'area, avente un raggio di circa 2500 km intorno a New York: il comando di alcuni degli apparati trasmettenti è effettuato a distanza dagli uffici interessati. Il centro disimpegna contemporaneamente il traffico del Signal Corps del War Department, del Navy Department, e del servizio dell'aviazione, dà i bollettini meteorologici ed i segnali orari, e col suo servizio di broadcasting dissemina negli Stati dell'Unione un complesso di svariatissime informazioni, che dalle quotazioni di borsa vanno fino alle norme igieniche e profilattiche per la salute pubblica. Fe. Vi.



**Associazione
Elettrotecnica Italiana**

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

La XXIX Riunione Annuale alla Spezia 25-30 Settembre 1924.

Abbiamo detto, in altra parte del giornale, dell'ottimo esito della XXIX Riunione che ha superato tutte le prevenzioni dovute alle novità della Sede e alla supposta ristrettezza del programma tecnico. L'organizzazione per i resoconti stenografici e le disposizioni prese dalla Presidenza lasciano sperare che i verbali potranno essere pubblicati questa volta assai più sollecitamente del solito. Possiamo quindi limitarci ad una rapida cronaca della Riunione.

*

Dopo le riunioni del Consiglio generale, del Comitato Elettrotecnico Italiano e di varie Commissioni che avevano occupato il pomeriggio del 24 e la mattina del 25, la riunione si inaugurò nel pomeriggio del 25 nella bellissima sala « Dante » del nuovo palazzo degli studi. Il Commissario regio, Comm. *Fronteri* ed il Prefetto, Comm. *Terzi* portarono agli intervenuti il saluto della città; l'Ammiraglio *Segre* quello delle autorità navali, facendo rilevare l'importanza delle

applicazioni elettriche nel campo della marina militare. L'Ing. *Buffa*, Direttore della S.I.E.L., portò a sua volta il saluto degli elettrotecnici locali facendo un arguto parallelismo fra i primi tentativi di illuminazione pubblica ricordati dalla storia e gli attuali problemi dell'illuminazione. Quindi il Presidente generale, Prof. *Sartori*, dopo aver ringraziato ospiti ed organizzatori e rievocato opportunamente dal nome del salone, lo spirito del Divino Poeta, tratteggiò in un nobile discorso che non è facile riassumere le caratteristiche scientifiche e tecniche del problema odierno dell'illuminazione artificiale.

Spento l'applauso, fu offerto dalla Città un ricco rinfresco, dopo il quale l'Ing. C. *Clerici* illustrando le esperienze predisposte nello stesso salone portò l'adunanza di colpo, « americanamente » com'egli disse, nel cuore del problema pratico. Egli citò spesso nel suo discorso la pratica e la iniziativa nord-americana, ma non è forse inopportuno ricordare che non poche delle idee oggi propugnate con tanta ricchezza di mezzi dai tecnici degli Stati Uniti, furono già da tempo enunciate — se pure con poca fortuna — da studiosi europei e nostri. Comunque l'esposizione brillante del Clerici — che sollevò spesso l'ilarità mostrando le incertezze e le sorprese degli utenti profani alle prese coi moderni problemi dell'illuminazione — riuscì assai efficace e se anche le sue previsioni poterono sembrare a taluni alquanto ottimiste è certo che le dimostrazioni pratiche da lui date potranno avere notevoli ripercussioni.

*

I lavori effettivi della riunione si iniziarono la mattina del venerdì 26.

Il Prof. *Sartori*, Presidente, aprì la seduta ringraziando il Prof. *Bordoni* ed il Comitato ordinatore per il loro prezioso lavoro a cui si dovrà il successo della riunione. Dopo brevi parole del Prof. *Bordoni* e dietro sua proposta si comincia la discussione delle singole memorie.

Il Comandante *Montefinale* richiama l'attenzione dei colleghi sul fondamentale problema della vuotatura delle lampadine e dei tubi elettronici o termoionici e si sofferma più specialmente sulla questione dell'eliminazione delle ultime tracce di gas residui, che vengono occlusi dal vetro e dalle parti metalliche interne. Fa rilevare come questi aspetti della tecnica siano di gran lunga più delicati per i tubi elettronici che non per le lampadine elettriche ordinarie. Riassume i quesiti di fisica-chimica, di cui il tecnico attende dalla scienza la risoluzione ed invoca questa preziosa collaborazione, che permetterà di accelerare il meraviglioso sviluppo di questo ramo della tecnica.

L'Ing. *Matteini* tratta quindi del progetto dei tubi elettronici e dimostra quali progressi si siano conseguiti nel senso di adottare metodi sempre più precisi e quantitativi nella previsione delle proprietà dei tubi e nel dimensionamento delle loro varie parti.

Il Prof. *Bordoni* chiede chiarimenti circa il modo di misurare le temperature e fa alcune osservazioni sopra gli eventuali errori in cui si può cadere coll'uso dei pirometri ottici.

Il Presidente prega poi il Prof. *Bordoni* di riassumere la sua comunicazione sulle tendenze sui problemi attuali della fotometria. L'oratore discute l'aspetto fisico e quello fisiologico della questione e dimostra quali difficoltà si oppongano ad una immediata definizione delle grandezze fotometriche, tratta della fotometria eterometrica, delle unità fotometriche fondamentali e derivate e dei metodi e degli apparecchi di misura fermandosi sui nuovissimi dispositivi a visione stereoscopica. Il rapido, brillantissimo riassunto di tutte le questioni essenziali della fotometria è seguito dalla folla assemblea con interesse e con godimento vivissimo e salutato alla fine da un applauso caloroso ed unanime.

Dopo i vivi ringraziamenti del Presidente al Prof. *Bordoni*, prende la parola l'Ing. *Zevi* per insistere sulla necessità della classificazione delle lampade in lumen anziché in candele.

Aperta la discussione sulle due ultime note l'Ing. *Peri* invoca una maggiore diffusione della tecnica fotometrica e presenta alcune osservazioni in merito alle quali rispondono il Prof. *Bordoni* e l'Ing. *Zevi*.

Il Prof. *Lombardi* ritiene difficile creare il campione di lumen ed accenna a nuove unità derivate dal tipo di Violle e ad alcune misure fotometriche col metodo a gradini (step by step). Chiedono spiegazioni al Prof. *Bordoni*, il Prof. *Piola* e l'Ing. *Focaccia* riguardo ai nuovi metodi di fotometria. Fornisce ampie illustrazioni e chiarimenti il Prof. *Bordoni*.

Segue l'Ing. *Clerici* che riassume le sue varie memorie accennando innanzi tutto ai sistemi moderni di fabbricazione, e poi alla timbratura delle lampade, alla fotometria corrente, all'influenza delle variazioni di tensione, ai vari aspetti del problema dell'illuminazione ed infine al codice dell'illuminazione.

Il Presidente chiude la seduta riassumendo le questioni trattate e accenna alla collaborazione offerta dall'Associazione fra gli Industriali per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.

*

Ripresa la seduta alle 14,30, si hanno alcune osservazioni dell'on. *De Andreis* e del Prof. *Bordoni* sopra le norme di collaudo delle lampadine. In particolare il *Bordoni* richiama le sue interessanti ricerche e conclusioni basate sul calcolo delle particolarità pubblicate nel 1918 sul nostro giornale. Altre osservazioni e chiarimenti espongono l'Ing. *Clerici*, l'Ing. *Peri*, ed infine il Presidente propone di ri-

mandare al Comitato Italiano di Illuminazione la questione relativa alle norme per il collaudo delle lampadine e l'altra riguardante la eventuale compilazione di un codice della illuminazione.

L'Ing. G. Semenza legge quindi una lettera del Presidente dell'Associazione fra gli industriali per la prevenzione contro gli infortuni in merito ai provvedimenti che si possono prendere per studiare sempre meglio il problema della illuminazione. Il Presidente fa rilevare l'importanza della collaborazione offerta dall'Associazione e col consenso dell'assemblea, decide di avviare al più presto la collaborazione stessa.

Il Presidente legge l'ordine del giorno Zevi-Bordoni per la timbratura delle lampade. Dopo osservazioni degli Ing. Selmo e De Andreis l'ordine del giorno è approvato.

Con tale ordine del giorno si fa voto che i fabbricanti di lampade indichino sempre la *tensione* in volt (o l'intensità in ampere, quando si tratti di lampade per circuiti in serie) la *potenza luminosa* in lumen ed il consumo in watt. Dovrebbe così sparire l'indicazione delle candele.

*

L'Ing. Clerici riassume la nota Marietti sui getters. Segue l'Ing. Paris che riassume la sua nota sulle variazioni di temperatura e di emissione elettronica dei filamenti ed il Prof. Vallauri riassume quella del Mendici sulle variazioni di splendore e di temperatura. Presentano osservazioni il Prof. Bordoni, l'on. De Andreis, il Prof. Lombardi a cui risponde il Prof. Vallauri.

L'Ing. Schipani riassume le comunicazioni Fauconnier sui tubi luminosi a scarica elettrica, descrivendo parecchi tipi di moderne lampade a luminescenza, e sulle lampade a gas inerte, accennando ai noti principi su cui si fonda la costruzione di tali tipi di lampade.

Il Sig. Grosselin riassume la nota Leblanc sugli effetti di una razionale illuminazione negli stabilimenti industriali e sui metodi per studiare tali effetti. Il Presidente ringrazia vivamente l'oratore e l'Ing. Leblanc e l'assemblea applaude vivamente all'indirizzo dei colleghi francesi che hanno voluto prender parte ai nostri lavori.

Dopo un cenno del Prof. Bordoni sullo scritto del Prof. Carozzi in merito all'igiene dell'illuminazione, il Presidente invita l'Ing. Pellò a riassumere la sua nota sul comportamento dell'occhio nei riguardi della illuminazione artificiale. Segue il Prof. Bordoni il quale parla del fenomeno dell'abbagliamento, definendo innanzi tutto la percettibilità descrivendo poi i metodi di misura da lui studiati per determinarla, esponendo i risultati ottenuti, e formulando proposte per valutare l'abbagliamento. Conclude affermando che il combattere l'abbagliamento può permettere di realizzare sensibili economie nella potenza spesa per una illuminazione che permetta di raggiungere una data percettibilità. Seguono alcune parole di commento dell'Ing. Peri e del Prof. Piola con breve risposta del Prof. Bordoni e con osservazioni del Dott. Clerici.

L'Ing. Someda parla di prove sulla illuminazione degli interni e l'Ing. Peri tratta il medesimo argomento. Commentano ed elogiano le prove eseguite i colleghi Clerici e Bordoni e dopo un accenno alla nota Rebecchini si passa all'altra comunicazione Peri sulla nostra situazione riguardo all'illuminazione elettrica. L'oratore espone i criteri da lui desunti dalla pratica dell'illuminazione di una grande città circa una buona utilizzazione dei mezzi che la tecnica oggi offre a tale scopo. Dopo vivi applausi e brevi commenti dell'Ing. G. Semenza e dell'Ing. Clerici si passa alla comunicazione Ciampi sull'influenza dell'illuminazione sopra la produzione industriale.

Con un rapido riassunto del Presidente si chiude la laboriosa seduta.

*

Ripresi i lavori la mattina del 27, il Presidente Sartori dà la parola al Prof. Revessi affinché riassume la memoria Neri sulla regolazione di tensione e la propria sul medesimo argomento. Segue l'Ing. D'Asta che accenna alle esperienze americane sulla durata delle lampade e ne fa applicazione allo studio degli effetti di determinati cicli di variazione della tensione. Segue ancora l'Ing. Picker che tratta della regolazione automatica della tensione dei generatori, presentando il dispositivo ideato del Pfaffner, esposto in esercizio nella mostra.

Aperta la discussione sul primo gruppo di comunicazioni l'Ing. Del Buono fa rilevare come la questione della stabilità della tensione alle lampade non può essere che un compromesso fra le esigenze della utilizzazione e quelle della distribuzione. Selmo ritiene che non si possa pretendere dal distributore più di quanto i generatori possono dare. Danno schiarimenti al riguardo Barbagelata, Revessi. L'Ing. Del Buono sostiene che si debbono per necessità tollerare scarti relativamente rilevanti. Barbagelata risponde che ciò è vero, e che appunto per ciò si tratta di discutere la convenienza tecnica ed economica di installare speciali organi di regolazione sulle reti di distribuzione. Bordoni dimostra che non si può pretendere che le lampade si adattino a tali ampie variazioni e che gli organi correttivi sono necessari. Fano conferma le difficoltà di restringere le variazioni al di sotto del più o meno 5 per cento. Semenza fa rilevare come il problema sia essenzialmente economico. Clerici conferma le esigenze dell'illuminazione. Vallauri accenna alla necessità di un progressivo perfezionamento dei mezzi tecnici e della buona volontà assidua da parte dei distributori e dei costruttori di lampade. Civita e Bonghi fanno altre brevi osservazioni ed il Presidente chiude la discussione riassumendola e accennando alle linee dei futuri progressi:

Il cardine delle nostre discussioni — egli dice sostanzialmente — dovevano essere i sistemi di regolazione della tensione alle derivazioni ultime delle reti di distribuzione se non forse alle singole lampade. Possiamo constatare che nessuna novità si è rivelata in tale ordine di idee, ma sarebbe da augurarsi che si trovasse qualche cosa di nuovo in tale senso: senza di che non si potranno mai conciliare le opposte esigenze degli impianti di produzione e distribuzione e delle lampade.

Passando al problema della illuminazione pubblica e dopo aver accennato alle note dello Storch e dell'Azienda Elettrica di Milano, il Presidente dà la parola all'Ing. D'Angelo che riassume la sua memoria sui cavi unipolari per distribuzione luce in serie con corrente alternata. Peri commenta la memoria e fornisce dati complementari. Altri ne aggiungono Selmo, D'Angelo e Romagnoli, Peri conferma i buoni risultati che in limiti opportuni si possono ottenere con i cavi polari.

Chiusa la discussione il Presidente dà la parola al Dott. Fauconnier sopra un nuovo tipo di lampada a raggi X costruito ultimamente dalla Philips allo scopo di assicurare la protezione dell'operatore. L'Ing. Pugno-Vanoni, dopo avere accennato, d'accordo col Prof. Bordoni alla possibilità che la nuova lampada dia luogo a una certa quantità di raggi secondari, riassume la sua nota sui moderni impianti di Roentgenterapia. Infine il Prof. Bordoni riassume la nota De Fazi sulle applicazioni della luce ed in genere dell'energia raggiante alla chimica industriale.

*

Nella seduta pomeridiana ha la parola l'Ing. Gherardi per riassumere la sua nota sulla tecnica più recente dei tubi luminosi a gas rarefatto. Dopo breve discussione ed un cenno alle note Luria e Venturini prende la parola l'Ing. Civita, il quale tratta della statistica e della legislazione in materia di illuminazione. Si sofferma sul valore assoluto e relativo delle tariffe in Italia e all'estero. Accenna alla possibilità di una revisione delle tariffe stesse specie nei riguardi dell'illuminazione e agli ostacoli che alla revisione sono frapposti dai vincoli fiscali. Aperta la discussione Revessi chiede come si potrebbe riparare da parte dell'erario a compensare gli invocati sgravi fiscali. Semenza chiede in quale direzione si dovrebbero rimanere le tariffe. Perrelli accenna ad alcune riforme fiscali per incoraggiare i nuovi impianti luce. De Andreis raccomanda la prudenza nelle proposte di riforma di interesse generale. Civita risponde non essere questo il momento di avanzare proposte concrete, ma solo di agitare sempre la questione degli ostacoli fiscali allo sviluppo dell'illuminazione elettrica. Risponde alle altre osservazioni presentate ed esprime la fiducia che lo sviluppo dell'illuminazione elettrica riesca, a malgrado di tutte le difficoltà frapposte, ad affermarsi sempre meglio.

Chiusa così la discussione delle memorie presentate, il Presidente riassume lo svolgimento delle sedute, illustrando il lavoro compiuto, accennando agli argomenti trattati e alle questioni ancora aperte e meritevoli della più viva attenzione e di assiduo studio. Rileva con compiacimento i contributi numerosi recati da giovani e invoca la collaborazione di tutta la schiera dei giovani elettrotecnici e anche dei fisici.

Del Buono constata il successo delle sedute e propone un voto di plauso al Presidente. La proposta è vivamente applaudita.

*

Insolitamente numerosa — e ce ne compiaciamo vivamente — riuscì anche l'assemblea generale, tenutasi la sera del sabato 27. Essa fu quasi tutta occupata dalla relazione del Presidente generale, Prof. Sartori, che dopo aver commemorati i Colleghi — purtroppo numerosi — mancanti nel corso dell'anno, ed aver dato notizie sull'andamento normale del sodalizio, dando occasione ai consueti applausi alla Redazione dell'Elettrotecnica ed alla Segreteria generale, diede annuncio di alcune interessanti novità, quali l'Annuario della A.E.I. che verrà distribuito gratis a tutti i soci all'inizio del nuovo anno, e la istituzione del premio triennale Angelo Bianchi; una grande medaglia d'oro da assegnarsi al miglior lavoro presentato nel triennio da Soci aventi al massimo 30 anni di età o sei anni di laurea.

Constatati poi il progresso ottenuto nell'andamento tecnico delle nostre riunioni e gli inconvenienti che ancora debbono eliminare, propose che si fissassero subito i temi per la XXX Riunione. L'assemblea approvò senza discussione che la futura riunione debba occuparsi degli apparecchi e degli impianti di conversione (non di trasformazione) di corrente alternata in continua e viceversa, di frequenza, di numero di fasi e, parallelamente, dei dispositivi intesi a migliorare le regolarità d'esercizio degli impianti. Qualcuno avendo chiesto notizie sulla sede della futura riunione, l'Ing. Selmo, Presidente della Sezione di Napoli, invitò il Presidente generale ad indire a Napoli il prossimo Convegno. A lui si associò l'assessore dei Lavori Pubblici del Comune di Napoli e le sue parole come quelle dell'Ing. Selmo, come quelle di risposta del Presidente generale, furono salutate da grandi applausi che manifestarono in modo non dubbio il gradimento dell'assemblea. Dopo di che, approvati rapidamente i bilanci con una mozione dell'on. De Andreis di plauso alla Presidenza ed all'Ufficio centrale, l'adunanza si sciolse al grido: Arrivederci a Napoli!

*

La sera del venerdì aveva avuto luogo al Politeama Duca degli Abruzzi, il pranzo sociale, presenti poco meno di 300 soci. Alle frutta brindarono felicemente il Prof. Sartori, il Comm. Fronterri l'Ammiraglio Segre, il Sig. Grosselin, l'Ing. Buffa, l'Ing. Semenza, e, chiamati a gran voce, il Prof. Arnò e l'on. De Andreis.

*

Nel pomeriggio del Sabato due gruppi di Congressisti si recarono a visitare lo Stabilimento Pirelli per i cavi sottomarini e le Officine Cerpelli. Ricevuti nel primo dal Direttore Ing. Gerli, dall'Ing. Emanueli e da altri tecnici della Ditta, essi poterono seguire in tutte le sue fasi la interessante lavorazione.

In uno degli Stabilimenti Cerpelli i Congressisti osservarono le grandiose installazioni per la costruzione di pompe e ventilatori per uso di bordo; nell'altro ammirarono i nuovissimi impianti per la fabbricazione di isolatori e minuterie di porcellana per applicazioni elettriche. Durante queste due ultime visite i Dirigenti gli Stabilimenti spiegarono le lavorazioni in tutto il loro sviluppo ed offrono ai Congressisti un ricco rinfresco.

*

Dell'esposizione organizzata nello stesso palazzo degli Studi che ospitava il Congresso, non possiamo dire qui con tutti i particolari ch'essa meriterebbe. Diremo solo che essa fu sempre affollatissima e mostrò quanto opportuna ne fosse stata l'iniziativa, e come l'iniziativa stessa debba essere ripresa e coltivata anche per le future riunioni.

*

Chiusi i lavori del Congresso, la mattina della domenica 28, i Congressisti venivano condotti a Carrara per la visita alle cave di marmo. Li attendevano alla stazione il Sindaco, Prof. Angeli, il Comm. Monetti, Ing. Capo dell'Ufficio Miniere, l'Ing. Pettini, Ispettore della Società Marmifera ed altre autorità.

Un treno speciale composto di carri merci addobbati con drappi e bandiere, era pronto per portarli direttamente alle cave. Panorami bellissimi si offrivano allo sguardo alternati da gallerie fumose, mentre il pittoresco convoglio si arrampicava sui fianchi delle Apuane e l'allegria più schietta regnava fra i gitanti fra i quali moltissime erano le signore.

A Ravaccione, capolinea della ferrovia marmifera, dopo un gradito spuntino, si visitarono le cave dove i più moderni mezzi vengono impiegati per l'estrazione del marmo: dal filo elicoidale alle seghe meccaniche. Un gruppo numeroso provava intanto le emozioni di un viaggio in teleferica per la visita alle cave del Torrione e di Boscato. Al ritorno a Carrara, era pronta una sontuosa colazione offerta dalla Società Idroelettrica Ligure. Allo spumante il Presidente, Prof. Sartori, rivolse un caldo ringraziamento alle Società Idroelettrica e Marmifera ed alle autorità intervenute per la loro squisita e signorile ospitalità. Risposero con elevate parole il Sindaco, Prof. Angeli e l'Ing. Buffa che ricordò che proprio quest'anno ricorre il XXI centenario della fondazione di Luni.

Divisi in squadre, i Congressisti vennero quindi condotti a visitare lo stabilimento della Marmifera Ligure in cui il marmo è lavorato coi più moderni mezzi meccanici, lo studio artistico Nicoli, la R. Accademia di Belle Arti e il Duomo. Un treno speciale li ricondusse alla Spezia.

*

La giornata di lunedì 29, i Congressisti si divisero in due gruppi. Un centinaio di essi si diresse alle Torbiere di Massaciuccoli e una parte si recarono a Torre del Lago.

Trasportati dagli autobus da Torre del Lago allo stabilimento, gli intervenuti prendevano quivi posto in numerose barche che rimorchiate da due canotti attraversavano il pittoresco laghetto per portarsi nei canali in cui lavoravano le draghe. Qui, oltre all'estrazione, si assisteva alla lavatura ed alla distesa della torba per l'essiccazione che dura un anno. Dopo raccolta, la torba anidra viene trasportata con barconi allo stabilimento, in cui parte viene bruciata direttamente per la produzione di forza motrice e parte distillata in cinque enormi gasogeni per la produzione del gas, ammoniacale, catrame, benzina, ecc. Consumo annuo: 100.000 tonnellate.

Visitato lo stabilimento sotto la guida del Direttore, Ing. Ricci, i Congressisti vennero condotti a Viareggio, dove la Società Torbiere d'Italia offerse una squisita colazione all'Hotel Regina. Al levar delle mense l'Ing. Ricci porse un cordiale saluto ai convenuti. Risposero il Vice Presidente Comm. Del Buono, l'Ing. Martinez e infine, per la stampa, l'Avv. Ducci della Tribuna e il Prof. Caselli del Giornale d'Italia.

Dopo una gita in mare, il Comm. Feroci, proprietario dei Grandi Alberghi Regina e Excelsior offerse un the sulla terrazza di quest'ultimo, in vista dell'incantevole paesaggio del mare e della pineta sullo sfondo delle Apuane. Il treno ricongiunse i gitanti con quelli reduci da Coltano e alle 20.30 si era di ritorno a Spezia.

*

Un secondo gruppo di un'ottantina di Congressisti a mezzo della Ferrovia sino a Migliarino Pisano, e poi con autoveicoli, si recò in-

vece a visitare il Centro Radiotelegrafico ricevente di Nodica, impiantato recentemente dalla Società Italo-Radio per completare la grande stazione radiotelegrafica di Goltano. La Stazione di Nodica venne ammirata dai Congressisti nei suoi vari sistemi riceventi attualmente in corso di montaggio. Dopo questa visita i Congressisti raggiunsero Pisa, dove, dopo una rapida visita al Centro Telegrafico che stabilisce il collegamento tra le stazioni trasmettente e ricevente, si recarono ad un sontuoso banchetto offerto dalla Italo-Radio. Allo spumante l'Ing. Comm. Parisi in un elevato discorso illustrò quanto sinora è stato fatto dalla Società e quanto tra breve sarà eseguito. Gli rispose il Presidente generale, Prof. Sartori, ringraziando per l'accoglienza a nome dei Congressisti, e ricordando l'opera della Marina, del Prof. Vallauri e della Scuola da lui diretta per lo sviluppo sia del Centro Radiotelegrafico di Coltano prima che passasse all'industria privata, sia della Radiotelegrafia in Italia. Concluse augurando che le giovani forze italiane permettano di emanciparsi completamente dall'industria straniera. Nel pomeriggio ebbe luogo la visita alla grandiosa Stazione trasmettente situata nella pianura di Coltano il cui aereo venne recentemente quasi triplicato, e la cui centrale fu in questi ultimi mesi arricchita di alternatori ad alta frequenza. Verso sera ripassando per Pisa i Congressisti raggiunsero di nuovo la Spezia.

*

Durante la visita pervenne il seguente radiotelegramma dal Marchese Solari:

da Roma, 29 Settembre:

Presidente Assoc. Elettrotecnica Italiana Stazione Marconi
Coltano (Pisa).

In assenza Senatore Marconi che trovasi in crociera bordo Elettra per collaudare nuovi apparecchi direttivi ad onde corte, invio a suo nome cordiale saluto a lei ed a tutti i colleghi della nostra Associazione che oggi onorano della loro visita il primo impianto radiotelegrafico a grande distanza sorto in codesta località particolarmente adatta a tutti gli sviluppi di una invenzione che deve affermarsi soprattutto in Italia in accordo alle gloriose tradizioni dell'elettrotecnica italiana. - Solari.

A questo radiotelegramma il nostro Presidente generale rispose con questo altro:

Commendatore Marchese Solari — Roma.

Nel ringraziarla gentile pensiero pregola trasmettere Senatore Marconi entusiastico saluto nostra Associazione Elettrotecnica che visitando Stazione Coltano, oggi affidata alla attività e intraprendenza grandissime della Italo-Radio, ha inteso onorare anzitutto il genio italiano che per virtù del grande scienziato ha dischiuso all'umanità una nuova via di civiltà e di progresso, orgogliosa di sapere che l'infaticabile lavoro assicura nuovi portentosi trionfi. - Sartori, Presidente.

Pure durante la visita giunse da Berlino il seguente radiogramma:

Coltano da Berlino — I direttori di traffico delle grandi Radio-compagnie di Inghilterra, America, Germania, Italia — il delegato francese disgraziatamente assente — riuniti in Berlino Telefunken House, mandano Associazione Elettrotecnica visitante Coltano rispettoso saluto.

*

Il giorno 30, ultimo del programma ufficiale della XXIX Riunione, venne nella mattinata effettuata una visita al R. Arsenal di Spezia sotto la guida di valorosi tecnici, ufficiali della R. Marina. I partecipanti visitarono le officine radiotelegrafiche, il gabinetto elettrofisico, gli impianti relativi alla vasca di Froude, il museo della marina, alcuni sommergibili ancorati nella darsena, e la fabbrica dei triodi. In quest'ultima specialmente ammirate furono alcune saldature eseguite tra vetro e rame senza interposizione di nessuna speciale lega, che costituiscono uno degli ultimi ritrovati di questo ramo della tecnica.

Nel pomeriggio, mediante un vaporetto messo a disposizione dalla Società Idroelettrica Ligure, venne effettuata una magnifica gita in mare, che permise ai Congressisti di ammirare le bellezze del Golfo dei poeti. Nel ritorno vennero visitati i grandiosi Cantieri Ansaldo, posti a Muggiano.

*

Una gradita offerta del Consorzio Idroelettrico Monte Ajona, fece prolungare di un giorno a un gruppo di Congressisti, la chiusura del Congresso. Il 1° ottobre venne infatti effettuata una visita alle Centrali della detta Società, comprendenti gruppi di macchine sincrone e asincrone, capaci di funzionare sia a 42 che a 50 periodi. Vennero anche visitati tre laghi artificiali di varie dimensioni, interessanti specialmente per il fatto che permisero ai Congressisti di osservare, in breve spazio di tempo, applicati i vari tipi di costruzione di dighe.

Al termine del sontuoso banchetto offerto dalla Società nei pressi della Diga in costruzione di Giacobiane, l'Ing. Comm. Bozano illustrò gli scopi che si propone il Consorzio Idroelettrico Monte Ajona con i suoi nuovi impianti. Diversi congressisti risposero ringraziando per le accoglienze ricevute. La sera a Chiavari anche i congressisti di questo ultimo gruppo si separarono per raggiungere le rispettive sedi.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La "prossima", riunione annuale a Napoli.

Mentre non ancora è spento l'eco della riuscitissima XXIX^a riunione sociale alla Spezia, siamo assai lieti di poterci già occupare della XXX^a riunione, che, come annunciammo, per deliberazione dell'Assemblea dei Soci, si terrà l'autunno venturo a Napoli. Un anno di preparazione non è infatti eccessivo quando si vuole che veramente i Congressi dell'A.E.I. assurgano a sempre maggiore importanza ed oltre che essere simpatici convegni di colleghi d'ogni parte d'Italia segnino veramente delle date nella storia dell'elettrotecnica italiana.

Come già dicemmo, la futura riunione dovrà occuparsi, essenzialmente, di due grandi questioni. In primo luogo degli impianti ed apparecchi di conversione: conversione di corrente alternata in continua o viceversa, conversione di frequenza, di numero di fasi ecc., ecc. Da un lato le prime importanti applicazioni industriali delle valvole ioniche come raddrizzatori, dall'altro il grande interesse e la grande aspettativa suscitati quest'anno dal transverter rendono più che mai opportuna un'organica rassegna dei dispositivi e degli impianti destinati a trasformare l'energia elettrica dall'una all'altra delle sue forme più caratteristiche. E lo studio dei mezzi di trasformazione della frequenza che sono oggi a disposizione dei tecnici, acquista di nuovo uno spiccato carattere di attualità, dopo che il problema dell'unificazione delle frequenze è stato ripreso in esame dalle alte sfere governative.

Il secondo argomento di cui dovrà occuparsi la XXX^a riunione sarà il complesso dei sistemi e degli apparecchi intesi ad assicurare sempre meglio la continuità e la regolarità di servizio dei nostri impianti. L'argomento è già stato discusso con vivo interesse in qualche Sezione, ma di esso non si è ancora occupata ufficialmente l'Associazione, mentre si tratta di questione di importanza tale che non ha certo bisogno d'essere illustrata ai nostri lettori.

Il campo è dunque, complessivamente, vastissimo, ed i molti colleghi che si sono occupati o stanno occupandosi di qualche particolare argomento che si riconnette ai temi della futura riunione, saranno lieti di avere presto una così bella occasione per far conoscere il frutto dei loro lavori.

*

Possiamo anche dare notizia di una importante decisione presa nei riguardi dell'organizzazione tecnica della futura riunione. L'esperienza di tre anni ha ormai provato come, per un complesso di ragioni che non è qui il luogo di riassumere, non vi sia da sperare che i termini fissati per la presentazione dei lavori destinati ad una Riunione, possano mai essere rispettati. D'altra parte gli inconvenienti di una affrettata pubblicazione di scritti giunti tutti all'ultima ora, e di cui spesso molti sono — fortunatamente — di uomini nuovi, sono pure così ovvi che non è necessario insistervi. Per cercare di salvaguardare nel migliore dei modi le opposte esigenze, si è stabilita, per la riunione futura, la seguente linea di condotta. Tutti i lavori che perverranno in tempo utile per poter essere esaminati e riveduti secondo la procedura ordinaria, saranno pubblicati sul giornale prima del Congresso. Tutti gli altri verranno invece distribuiti, non più come estratti, ma come vere bozze di stampa soggette a revisione e senza che ciò

costituisca un impegno alla loro pubblicazione definitiva negli atti del congresso. Sulla questione avremo occasione di ritornare; ma abbiamo creduto necessario informare subito i consoci, affinché tutti coloro che hanno iniziato o stanno per iniziare qualche lavoro siano indotti a non perdere tempo.

Il nuovo Annuario dell'A. E. I.

Fra le comunicazioni della Presidenza alla Assemblea di Spezia, fu accolta con vivo piacere quella relativa al nuovo Annuario. A questa nuova iniziativa già accennammo la scorsa primavera quando fu inviata ai Soci, a titolo di esperimento, l'Agenda dell'A.E.I. Ora possiamo confermare che, all'inizio del 1925, i Soci riceveranno gratuitamente l'Annuario dell'A.E.I., nel formato delle « Norme » e di tante altre pubblicazioni sociali, nel quale, oltre al calendario ed all'Agenda, saranno raccolti Statuto e regolamento sociali, l'elenco dei Soci, tutte le Norme tecniche già pubblicate (macchine, impianti, isolatori, oli), l'indice delle leggi emanate nell'anno, l'elenco dei fabbricanti di materiali elettrici, ecc., ecc. Costituirà così il nuovo annuario un volumetto di vera utilità e di frequente consultazione per i Soci tutti. A questi rivolgiamo viva preghiera di voler rispondere sollecitamente alle richieste dell'Ufficio centrale, per modo che l'elenco dei Soci possa essere corretto e completato in tempo utile.

L'impianto di Temù in Valcamonica.

La Società Generale Elettrica dell'Adamello, che col suo classico impianto del Lago d'Arno, diede il primo esempio importante di grande impianto di riserva idraulico, ha ripreso, alla fine della guerra, il suo organico programma di lavoro e di sviluppo in Valle Camonica. Di tale programma abbiamo già altre volte dato notizia; oggi possiamo iniziare la descrizione della nuova Centrale di Temù, riprendendo la serie di quelle pubblicazioni descrittive che sono riuscite tanto gradite ai lettori. Dobbiamo qui ringraziare la Società dell'Adamello e per essa in modo speciale il suo Direttore tecnico, Ing. Carcano, ed i suoi diretti collaboratori, per il valido aiuto prestatoci; nè dobbiamo dimenticare l'Ing. Renato San Nicolò, che si è particolarmente occupato della pubblicazione che oggi si inizia.

Linee ed impianti in Sardegna.

Con l'impianto del Tirso, del quale speriamo di poterci presto occupare con la dovuta ampiezza, si è senza dubbio aperta un'era nuova per l'elettrotecnica in Sardegna. Già però linee ed impianti elettrici avevano nell'isola un notevole sviluppo, come si vedrà dallo scritto odierno dell'Ing. PASSERINI che sarà senza dubbio letto con interesse; sarebbe infatti da augurarsi che simili scritti, scaturiti dalla vita vissuta dagli ingegneri di esercizio, fossero assai più frequenti.

LA REDAZIONE.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via S. Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

L'IMPIANTO DEL TEMÙ IN VALLE CAMONICA DELLA SOCIETÀ GEN. ELETTR. DELL'ADAMELLO

Il bacino che alimenta gli impianti di cui imprendiamo la descrizione, è quello del Fiume Oglio nella sua parte più elevata, a monte del lago di Iseo.



Fig. 1. — Planimetria generale degli impianti della Soc. Gen. Elett. dell'Adamello nel bacino dell'Oglio.

La vallata dell'Oglio in questa regione è dominata da potenti masse montagnose, specialmente sul versante orientale dove le pendici delle montagne salgono rapidamente a raccordarsi col gruppo colossale dell'Adamello, il quale alimenta appunto in gran parte coi suoi ghiacci e le sue nevi, gli impianti di cui parliamo.

L'Adamello è situato fra la Valle Camonica e la Valle Rendena, sul vecchio confine verso il Trentino. Dal così detto piano di neve dell'Adamello, si irradiano verso il fiume Oglio numerose valli; fra queste importantissima la Val d'Avio, che si stacca dal ghiacciaio del Venerocolo, e mantiene in tutto il suo percorso direzione prevalente da Sud a Nord, sboccando nell'Oglio poco a valle di Ponte di Legno. Altre tre valli pure importanti defluiscono dal ghiacciaio meridionale dell'Adamello, in direzione prevalente NE-S-O, e sono le valli Salarno, Adamé, Arno confluenti nelle vicinanze di Isola a formare il torrente Poggia che sbocca nell'Oglio presso Cedegolo.

In questo sistema orografico la Società Generale dell'Adamello ha studiato un piano di utilizzazione delle acque che ha già avuto in gran parte attuazione.

Gli studi per lo sfruttamento del bacino, vennero cominciati nel 1917. I lavori condotti attivamente fino al 1914, dovettero poi essere abbandonati in causa dello scoppio della guerra e non poterono essere ripresi se non dopo il ritorno delle condizioni normali.

Sfruttamento idraulico del bacino.

Come risulta dalla planimetria generale di fig. 1, l'utilizzazione generale del bacino è ottenuta mediante due sistemi di impianti i quali sono idraulicamente distinti.

In ordine di tempo vanno ricordati gli impianti destinati a sfrut-

tare le Valli Salarno, Adamé e Arno; mentre lo sfruttamento della Valle d'Avio è assai più recente, essendo la Centrale di Temù entrata in funzione solamente nel 1922.

Il profilo schematico di fig. 3 riassume le condizioni di sfruttamento delle vallate Salarno, Adamé e Arno. Questi impianti sono già in funzione da parecchi anni e sono ormai ben noti.

I lavori per l'utilizzazione del bacino del Poggia risultano costituiti da tre salti successivi utilizzati nelle centrali di Campellio, di Isola e di Cedegolo.

Nell'alta Valle Salarno venne sbarrato il Lago omonimo con una diga creando un serbatoio di 6.600.000 m³, alimentato da un bacino imbrifero di 21 km².

L'acqua del Lago, mediante galleria lunga 3 km., viene immessa nel torrente Adamé.

Questo a sua volta è sbarrato alla quota 2.000 dove esso utilizza un bacino a monte di 15,5 km². Le acque del Torrente Adamé insieme a quelle provenienti dal bacino Salarno, vengono a loro volta, per mezzo di una galleria in pressione lunga 6 km., convogliate nel Lago d'Arno. Lungo il percorso vengono anche raccolte le acque di bacini secondari per un totale di 2,5 km².

Il canale adduttore delle acque dell'Adamé, sbocca sulla costa montagnosa della conca del Lago d'Arno ad una quota di 1971,50 metri. La galleria mette capo a un bacino in muratura nel quale l'acqua può raggiungere la quota di m. 1974. Siccome la quota di massimo invaso nel Lago è situata a 1816,70 metri, il salto disponibile risulta di 157 m. e viene utilizzato nella Centrale di Campellio, situata a quota 1819,20.

Il valore idrodinamico di questo primo salto, è perciò di $39 \times 157 = 6123 \text{ m. km}^2$.

Il Lago d'Arno, che riceve lo scarico della Centrale di Campellio ed utilizza 14,6 km² di bacino imbrifero diretto, è a sua volta sbarrato, formandosi così un serbatoio di 31 milioni di m³. Ad essi vanno aggiunti altri 5.000.000 m³ utilizzabili realizzando a mezzo di pompa un ulteriore abbassamento del livello del lago al di sotto dell'imbocco della galleria di presa. Le acque del Lago d'Arno vengono utilizzate nella Centrale di Isola situata a quota 885 con un salto medio di 907 metri.

La Centrale di Isola utilizza perciò complessivamente 53,6 km² di bacino imbrifero, cosicchè il valore idrodinamico di questo impianto risulta di $53,6 \times 907 = 48.615 \text{ m. km}^2$.

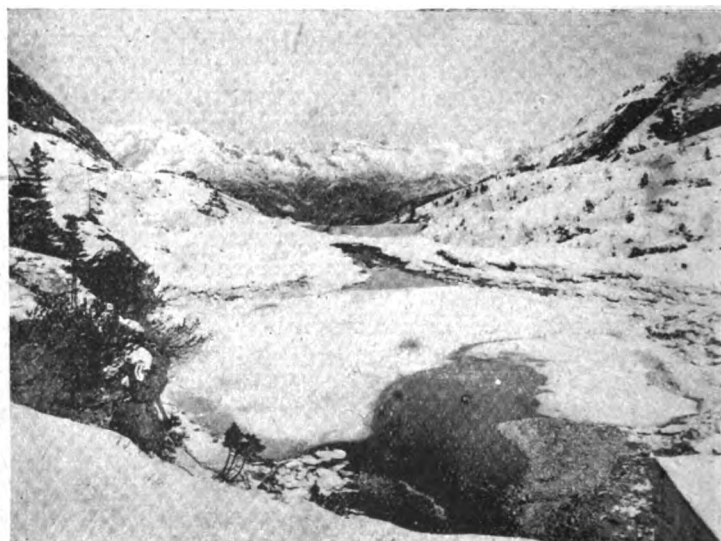


Fig. 2. — Il laghetto d'Avio.

Subito a Valle della Centrale di Isola, vengono raccolte le acque provenienti dai Torrenti Salarno ad Adamé, e quelle della Valle d'Arno. Si trova così: sulla Valle Salarno la presa di Fresine a quota 883,60 che utilizza un bacino di circa 18 km²; sulla Valle Adamé, lo sbarramento di Isola a quota 881,60, che utilizza un bacino di 22 km²; sulla Valle d'Arno, lo sbarramento di Isola a quota 882, che utilizza un bacino di 3,5 km².

Il contributo idrico complessivo dei bacini superiori e di quelli utilizzati coi tre precedenti sbarramenti, viene utilizzato nella Centrale di Cedegolo sopra un salto di metri 477 circa.

Poichè il bacino utilizzato complessivamente ammonta a km. 97,1, il valore idrodinamico dell'impianto di Cedegolo risulta di $97,1 \times 477 = 46.316 \text{ m. km}^2$.

Nell'insieme, gli impianti del bacino del Poggia rappresentano perciò un valore idrografico di 101.054 m. km².

Complessivamente le tre Centrali sul Fiume Poggia dispongono di una potenza installata di oltre 80.000 kW con una disponibilità annua di circa 270 milioni di kWh.

Dopo la Centrale di Cedegolo, le acque vengono restituite al Fiume Oglio.

In un primo tempo venne però installata una sola tubazione che permette di utilizzare una potenza di circa 20.000 kW con una disponibilità annua di 65-70 milioni di kWh.

A valle della Centrale di Temù è previsto un altro impianto destinato a sfruttare le acque dell'Oglio. Questo impianto dovrà for-

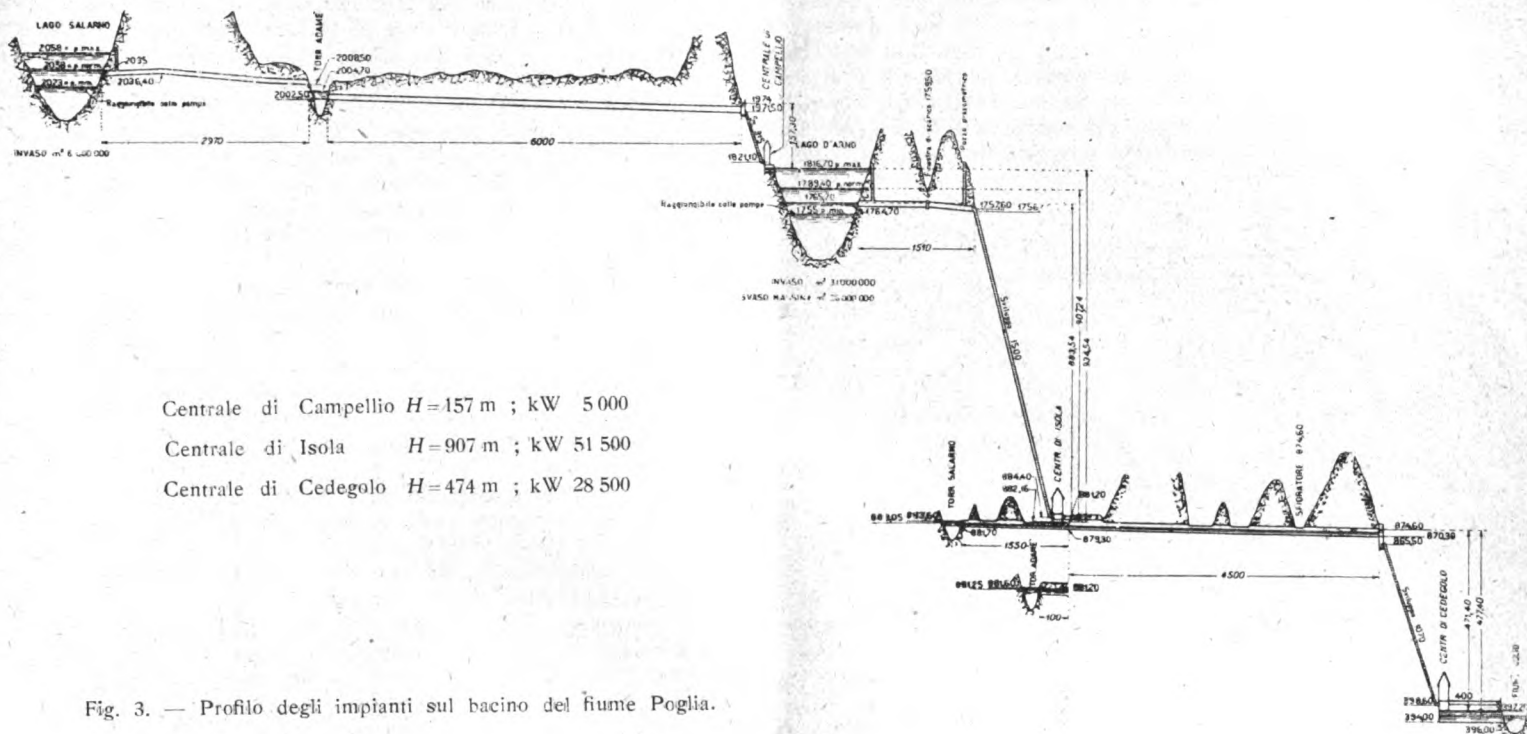


Fig. 3. — Profilo degli impianti sul bacino del fiume Poggia.

*

Sul bacino della Valle d'Avio venne cominciato lo sfruttamento in un periodo più recente.

L'utilizzazione si limita alla parte più alta del bacino, a monte del Lago d'Avio. Si utilizzano così circa 25 km² di bacino imbrifero

mare la base di tutto il sistema di impianti per lo sfruttamento dell'alta Valle Camonica ed è destinato specialmente ad utilizzare le forti portate estive del fiume Oglio. Nell'estate verrebbero così parzialmente scaricati gli altri impianti, i serbatoi dei quali servono ad invasare le acque per la stagione delle magre invernali.

La presa di questo impianto è progettata a circa 300 metri a

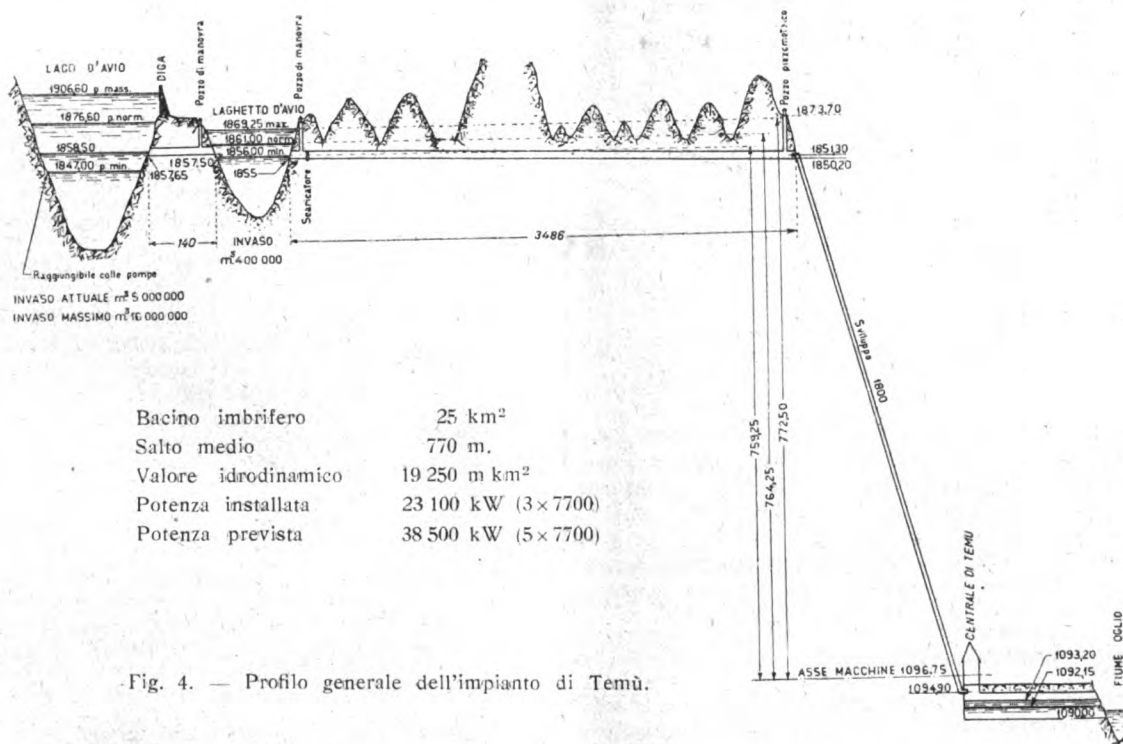


Fig. 4. — Profilo generale dell'impianto di Temù.

e le acque si sfruttano nella Centrale di Temù su di un salto di 770 metri. Il valore idrodinamico di tale impianto risulta perciò di $25 \times 770 = 19250$ m. km². Lo schema dell'impianto è rappresentato in figura 4.

Si sono utilizzati come bacini di ritenuta il Lago grande d'Avio e il Laghetto dello stesso nome (fig. 2).

La Centrale di Temù è prevista per una potenza di 50.000 kVA.

La Centrale sarà situata presso Sonico ed il salto utilizzato sarà valle della Centrale di Temù, alla quota 1086. Il bacino imbrifero utilizzato a questa quota è di 183 km². Durante il percorso del canale, che risulterà lungo oltre 12 km., si utilizzeranno, mediante prese intermedie, le acque dei bacini degli affluenti principali dell'Oglio, sia di destra che di sinistra, aumentando così il bacino di utilizzazione di altri 71 km².

La Centrale sarà situata presso Sonico ed il salto utilizzato sarà

di 435 metri. Il valore idrodinamico dell'impianto risulta perciò di $254 \times 435 = 110,499 \text{ mkm}^2$.

La Centrale di Sonico è prevista per una potenza di circa 55.000 kW e si conta su di una disponibilità di 224 milioni di kWh annui.

Per dare una idea più completa dello stato attuale dello sfruttamento dell'alto bacino dell'Oglio ricorderemo ancora gli impianti della Società Elettrica dell'Allione che esercisce le due Centrali di Forno Allione e di Paisco, le quali si trovano a poca distanza da quella di Cedegolo. Esse sfruttano le acque di affluenti di destra dell'Oglio ed hanno rispettivamente una potenza di 4200 kW e di 5600 kW. Sebbene la Società dell'Allione sia un organismo finanziario a sè, i suoi impianti sono collegati con quelli della Società dell'Adamello e sottoposti ad una medesima direzione tecnica di esercizio.

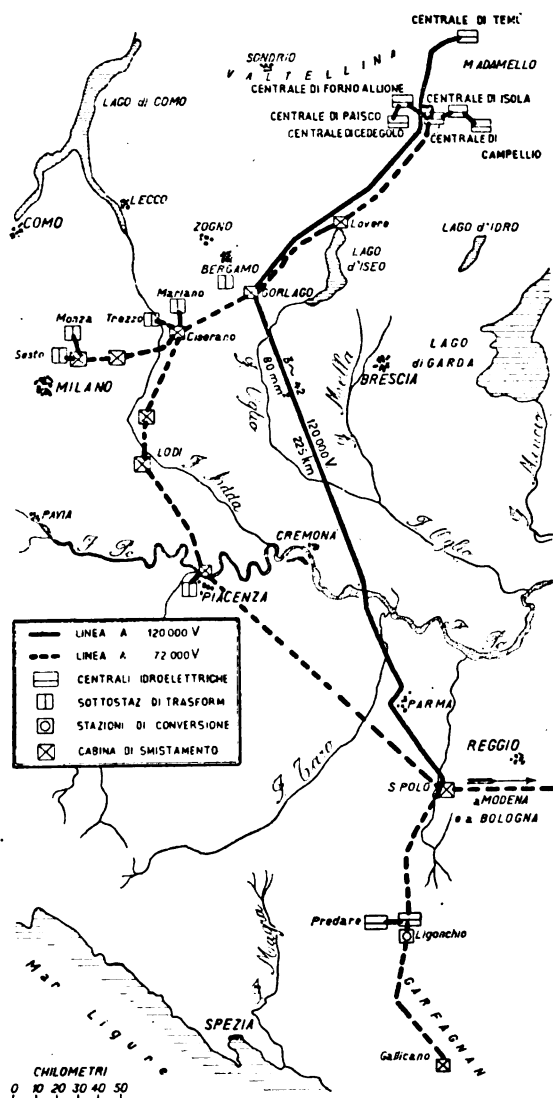


Fig. 5. — Planimetria generale delle linee della Società Generale Elettrica dell'Adamello.

Un altro impianto in questa regione appartiene alla Società Elettrica Bresciana. Esso ha la presa a Malonno e restituisce le acque presso Cedegolo. Il salto utilizzato è metri 95 e la potenza installata è di 10.000 HP.

Ancora altri impianti di altre Società esistono nella Valle Camonica su gli affluenti dell'Oglio, ma essi non hanno relazione diretta con gli impianti della Società dell'Adamello, dei quali solo vogliamo occuparci.

Collegamento elettrico dei diversi impianti.

Il gruppo d'impianti di cui abbiamo detto, non costituisce la sola esplicazione dell'attività costruttrice della Società Generale Elettrica dell'Adamello.

Essa, per mezzo della Società Idroelettrica dell'Ozola della quale possiede la quasi totalità delle azioni, esercisce un altro gruppo di impianti situati nell'Appennino Reggiano e dei quali l'«Elettrotecnica» ha dato altra volta notizia (*). Il sistema complessivo di questi impianti è rappresentato in figura 5.

L'ossatura generale del sistema elettrico costituito dai due gruppi di impianti, è formata da una grande linea di trasmissione che attualmente funziona a 72.000 V. ma è già in via di trasformazione per funzionare a 120.000 V. Essa partendo da Temù e toccando la Centrale di Cedegolo, scende lungo la vallata dell'Oglio fin presso Bergamo alla Cabina di Gorlago. Da qui la linea a 120.000 V si dirige verso l'Appennino Reggiano per mettere capo alla grande cabina di San Polo d'Enza a circa 20 km. da Reggio Emilia. Presentemente a San Polo vi è una cabina di trasformazione ordinaria in muratura, per le linee a 72.000 V. Quando saranno ultimati i lavori per la linea a 120.000 V. verrà costruita una nuova grande cabina che costituirà il primo esempio in Italia di grande cabina ad alta tensione costruita interamente all'aperto.

Dalla cabina di San Polo d'Enza, parte una linea diretta a Bologna per collegarsi agli impianti della Società Adriatica, mentre una altra linea a 72.000 V collegherà alla cabina la Centrale di Predare della Società Ozola.

Della grande linea a 120.000 V è prossima la messa in attività, essendo già quasi ultimati i lavori di trasformazione. Esso è lunga 225 km. ed è costituita da campate normali di 230 metri portanti una unica terna di conduttori in corda di rame del diametro di mm. 13,5.

Una doppia palificazione, portante complessivamente quattro terne di conduttori, collega le centrali del gruppo del Poggia, con la cabina di Ciserano presso Bergamo. Tale linea funziona a 72.000 V, ed è lunga 85 km.

Dalla cabina di Ciserano si dipartono tre terne di conduttori che servono per l'allacciamento colla Società Conti nella cabina di Monza e colla Società Edison alla cabina di Sesto (Milano). Pure a Sesto avviene il collegamento colle linee della Società Idroelettrica Breda, provenienti dagli impianti della Valle del Lys.

Gli impianti della Valle Camonica alimentano anche utenti locali come gli Stabilimenti metallurgici di Dalmine presso Bergamo, ed altri in Valle Camonica. Gli stabilimenti di Dalmine, sono serviti con una linea a doppia terna partente dalla cabina di Ciserano.

Sempre da tale cabina, parte una linea per il collegamento con la Società Trezzo-Crespi, alla Centrale di Trezzo. Un secondo collegamento con la Società Trezzo-Crespi, è stabilito mediante un'altra linea che giunge alla cabina di Pandino; la stessa linea poi continua per Lodi, dove avviene l'allacciamento anche con le linee della Società Brioschi, prosegue per la cabina di Piacenza che alimenta pure la rete della Società Brioschi, e termina alla grande cabina di San Polo d'Enza.

La Centrale di Predare della Società Ozola insieme a quella di Ligonchio della stessa Società, può produrre energia sia a 42 periodi che a 50 periodi.

La corrente a 50 periodi permette di collegarsi con la rete degli altri impianti Toscani i quali poi a loro volta sono collegati con gli impianti dell'Umbria.

Mediante questo complesso sistema di collegamento risulta quindi possibile inviare nell'Italia Centrale l'energia generata sulle Alpi, oppure viceversa.

Il funzionamento della Centrale di Predare a 42 periodi, serve invece per il collegamento diretto colle linee dell'Adamello.

*

Il gruppo di Centrali sull'alto Oglio sono fra loro collegate elettricamente nel modo che è indicato nello schema di figura 6. Come si vede, la Centrale di Cedegolo funziona da collegamento principale. Ad essa giunge da una parte, mediante linee a 72.000 V, l'energia generata nelle Centrali di Paisco e di Forno Allione. Sulle sbarre a 72.000 V della stessa Centrale di Cedegolo si innestano pure le tre linee provenienti dalla Centrale di Isola. Questa a sua volta, può accogliere, alla tensione di 12.000 V, l'energia generata a Campellio, per poi convogliarla, dopo averla trasformata a 72.000 V, a Cedegolo. Campellio può però anche collegarsi direttamente alle sbarre a 12.000 di Cedegolo, senza toccare la Centrale di Isola. Le linee a 120.000 V provenienti dalla Centrale di Temù possono continuare direttamente per la cabina di San Polo d'Enza, ma possono anche, attraverso trasformatori abbassatori, alimentare le sbarre ad alta tensione di Cedegolo.

Stato attuale degli impianti e dei lavori.

All'epoca della pubblicazione della presente descrizione, (ottobre 1924) sono in piena attività le tre Centrali di Campellio, di Isola e di Cedegolo del gruppo del Fiume Poggia.

La centrale di Temù, funziona per ora con una sola tubazione, con una potenza installata di 15.000 kW circa, in due soli gruppi, mentre è prevista per contenerne cinque; attualmente è quasi ultimato il montaggio del terzo gruppo.

L'impianto di Sonico è per ora allo stato di semplice progetto.

(*) v. *Elettrotecnica*, Vol. IX, N. 36 del 25 dicembre 1922, pag. 828.

ventano assai maggiori della media normale dell'anno, per i due fenomeni concomitanti dello scioglimento delle nevi e delle piogge.

Dal 1911 si eseguono misure dirette di portata del torrente Avio e del contributo idrico unitario del bacino che lo alimenta. Le osservazioni dovettero forzatamente essere sospese negli anni dal 1915 al 1919 incluso per le condizioni create dalla guerra.

Una serie di misurazioni eseguite per conto della Società permettono di dedurre i seguenti dati idrografici riassuntivi.



Fig. 7. — Lago grande d'Avio.

Nell'anno 1911 il contributo medio di ogni km² di bacino fu di litri 50,6 al minuto secondo, ciò che corrisponde ad una portata media annuale di m³ 1,295 allo sbocco del laghetto d'Avio.

Nel 1912 il contributo unitario fu di litri 57,8 e la portata corrispondente fu di m³ 1,475. Nel 1913 il contributo unitario fu di litri 65,5 con una portata di m³ 1,760.

Nel 1914 il contributo unitario fu di litri 62,8 e la portata corrispondente fu di m³ 1,600.

Riprese le osservazioni dopo la guerra, si ebbe nel 1920 un contributo unitario di 55 litri a cui corrisponde al laghetto una portata di m³ 1,400. Nel 1921, il contributo unitario fu di soli litri 39,5 con una portata di m³ 1.000. Come è ben noto fu questo un anno di eccezionale scarsità di precipitazioni atmosferiche.

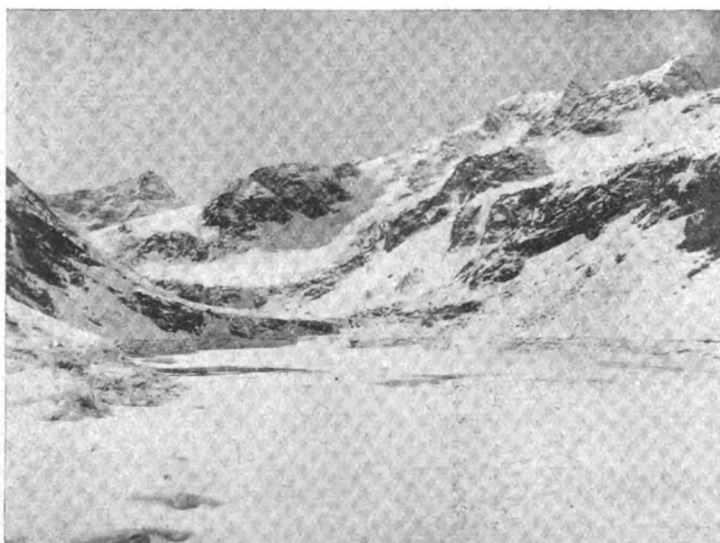


Fig. 8. — Laghetto d'Avio visto da valle.

Come già si è accennato, i criteri fondamentali dell'impianto consistono nella utilizzazione del lago grande d'Avio quale vero serbatoio di accumulazione delle acque nel periodo estivo ed autunnale per sopperire alle magre invernali; e nello sbarramento del laghetto d'Avio che funziona come piccolo serbatoio supplementare, ma più che altro come bacino di carico della Centrale. Perciò il canale derivatore parte dal laghetto, e funziona sotto carico collegandosi direttamente colla condotta forzata.

Serbatoio del lago grande d'Avio.

Il lago, (fig. 7) a forma quasi regolarmente ellittica, ha l'asse maggiore lungo circa 850 metri e l'asse minore di circa 450 m. al

livello d'acqua naturale. La superficie dello specchio d'acqua è di m² 308.000 e la profondità giunge a circa 80 metri. Il livello naturale delle acque si trova a quota 1876,60.

Le sponde del lago sono costituite da rocce granitiche sane, che forniscono anche un ottimo materiale da costruzioni. Le falde delle montagne circostanti sono quasi interamente spoglie di vegetazione. Per rendere più sollecita l'entrata in funzione dell'impianto si è pensato di utilizzare in un primo periodo, come serbatoio, l'invaso naturale del lago, riservando a più tardi la costruzione di una vera diga di sbarramento.

Le opere di presa (fig. 10) delle acque del lago, consistono in una galleria che unisce il lago grande al laghetto; la galleria è sca-



Fig. 9. — Planimetria dell'impianto di Temù.

vata nel costone roccioso che separa i due laghi e venne tracciata nel punto di massima dei due laghi (fig. 11).

La roccia granitica permise di evitare ogni lavoro di rivestimento nella prima metà della galleria.

L'imbocco di questa si trova a circa 18 metri sotto il livello del lago grande e lo sbocco nel laghetto è esso pure sotto il livello delle acque di circa metri 3,50.

La costruzione della galleria venne eseguita svasando opportunamente il laghetto, ciò che si poté fare senza difficoltà grazie alla limitata capacità di questo. Si mise così allo scoperto il punto di attacco della galleria, la perforazione della quale avvenne fin sotto il livello del lago grande coi procedimenti usuali.

Quando la perforazione giunse così vicina al fondo del lago grande che si cominciarono a notare delle infiltrazioni, venne preparato un colpo di mina che aprì la comunicazione fra la galleria e le acque.

Prima dell'apertura definitiva della galleria, vennero naturalmente sistemate le saracinesche di chiusura e di regolazione. Esse sono collocate alla base di un pozzo verticale comunicante con la galleria stessa.

Le saracinesche vennero fornite dalla Ditta Togni. La lunghezza della galleria è di metri 140, la sua pendenza è di 1 a 1000 e la sezione è di m. 2 x 2. Qualche inconveniente si ebbe per il fatto che sul fondo del

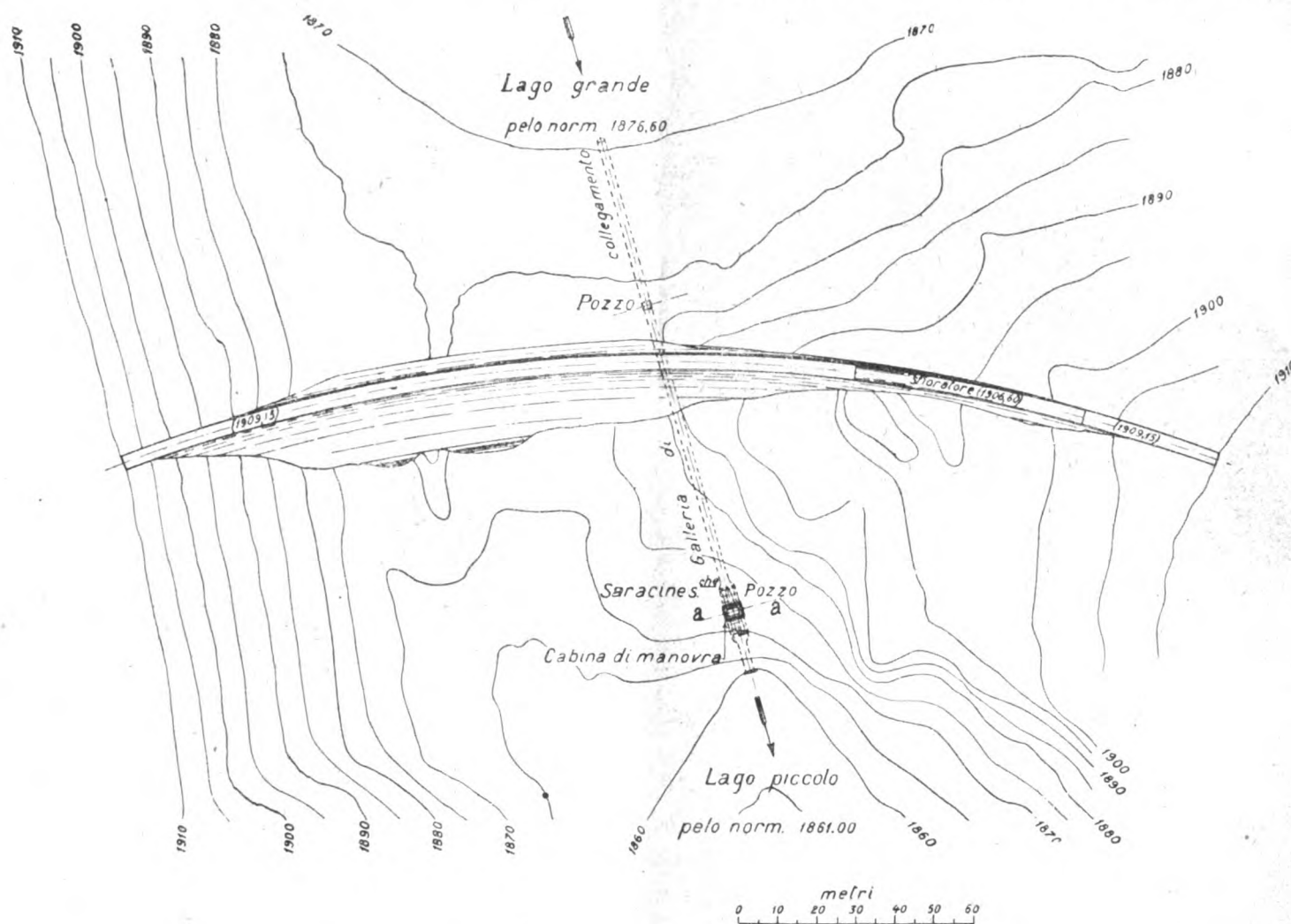


Fig. 10. — Planimetria dello sbarramento del lago grande d'Avio.

Sono installate due saracinesche del diametro di metri 0,70, una di fianco all'altra in due tubi i quali si raccordano fra loro e sono annegati in due blocchi di calcestruzzo che chiudono la galleria lasciando libere alle acque solo le due bocche di presa (fig. 13).

lago sono accumulati dei tronchi d'albero parzialmente fossilizzati e che hanno perciò acquistato un peso specifico maggiore di quello dell'acqua. Avvenne più d'una volta che tali tronchi si accatastarono contro l'ingresso della galleria ostruendola completamente, tanto

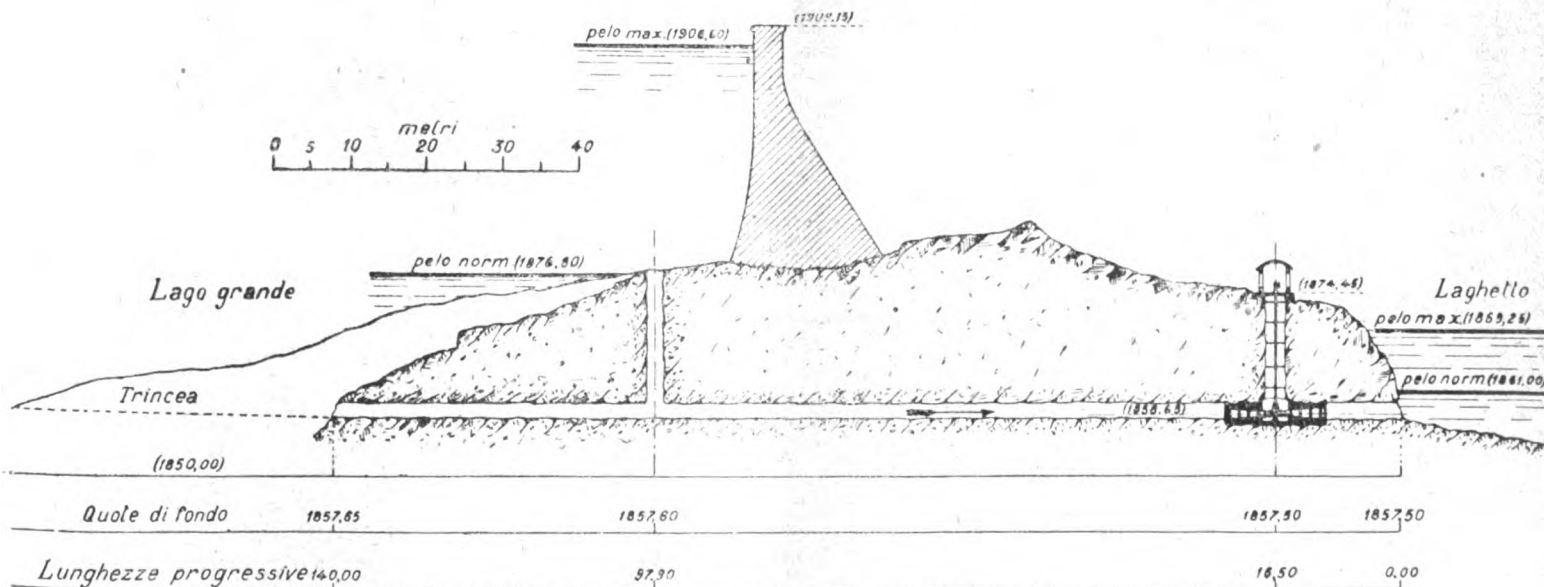


Fig. 11. — Sezione lungo l'asse della galleria di comunicazione fra i due laghi.

Le saracinesche vengono manovrate dall'alto in apposita cabina situata alla sommità del pozzo, a circa 5 m. sopra il livello massimo delle acque del laghetto.

che si dovette ricorrere all'opera di palombari per rimuovere l'ostruzione formatasi. Anche la griglia che si era inizialmente montata entro la galle-

con una torre in muratura che si appoggia al dorso interno della diga di sbarramento e ne raggiunge la cresta.

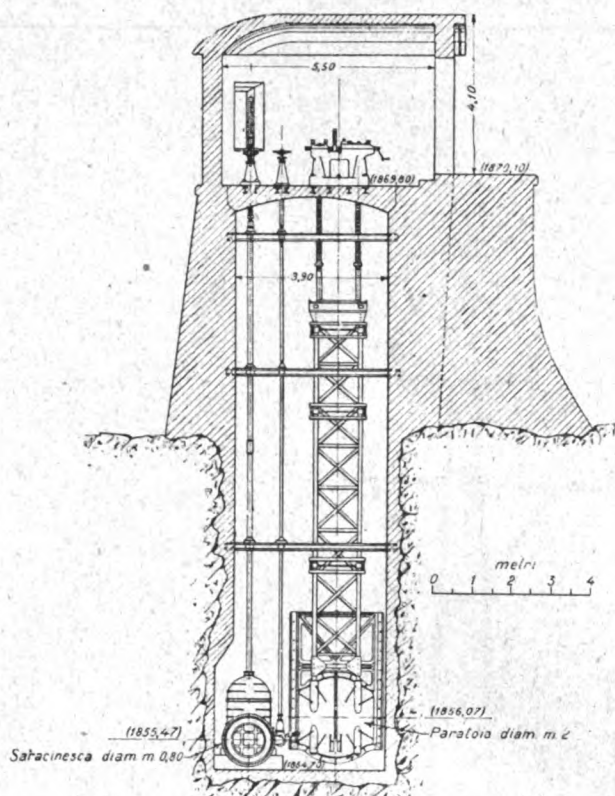


Fig. 15. — Sezione sul pozzo di manovra all'imbocco della galleria di presa.

Il pozzo serve per la manovra degli apparecchi di chiusura e di regolazione delle acque (fig. 15).

saracinesca del diametro di metri 0,80 anch'essa munita di by-pass. I due apparecchi sono disposti uno a fianco all'altro, in appositi tubi di raccordo affondati in un blocco di calcestruzzo che chiude la galleria.

Alla sommità del pozzo si trova una cabina di manovra alla quale si accede passando sopra la diga di sbarramento.

A monte degli apparecchi, entro la galleria che venne appositamente allargata, fu applicata una griglia metallica.

Dalla galleria di presa, a monte della griglia, si diparte un'altra galleria la quale con breve percorso mette in comunicazione il laghetto col torrente a valle (fig. 14).

Tale galleria è chiusa da una saracinesca del diametro di metri 0,60 anch'essa ammassata in blocco di calcestruzzo ed è destinata a servire eventualmente come scarico di fondo del laghetto.

Canale derivatore.

Esso si svolge completamente in galleria e funziona, come si è detto, sotto pressione. A massimo invaso nel laghetto, si ha una pressione di 13 metri d'acqua sull'asse della bocca di presa.

L'andamento planimetrico costituisce una linea spezzata con uno sviluppo totale di 3486 metri; la pendenza media è di 1,35 per 1000. La pressione massima alla fine del canale, risulta perciò di 18 metri d'acqua circa.

Il canale si svolge sulla sponda sinistra della Valle d'Avio interinandosi notevolmente nelle montagne dette Corno di Mezzodi e Monte Calvo, e sbocca appunto sul fianco di quest'ultimo sul versante sinistro dell'Oglio, circa 900 metri a valle della confluenza dell'Avio.

La sezione normale del canale è di metri 2x2.

La costituzione geologica dei terreni attraversati costrinse ad adottare nei diversi tronchi del canale, accorgimenti costruttivi diversi. Può dirsi in generale che le condizioni dei terreni attraversati, ottime all'inizio del canale, vanno facendosi sempre più difficili procedendo verso lo sbocco.

I primi 1850 metri di canale, si svolgono entro un granito compatto; soltanto in alcuni punti, specialmente in corrispondenza a valli profonde, l'azione degli elementi atmosferici, filtrazione e gelo, è giunta ad alterare leggermente la roccia anche fino al livello del canale. Per tutto questo primo tratto però non si rese necessario alcun

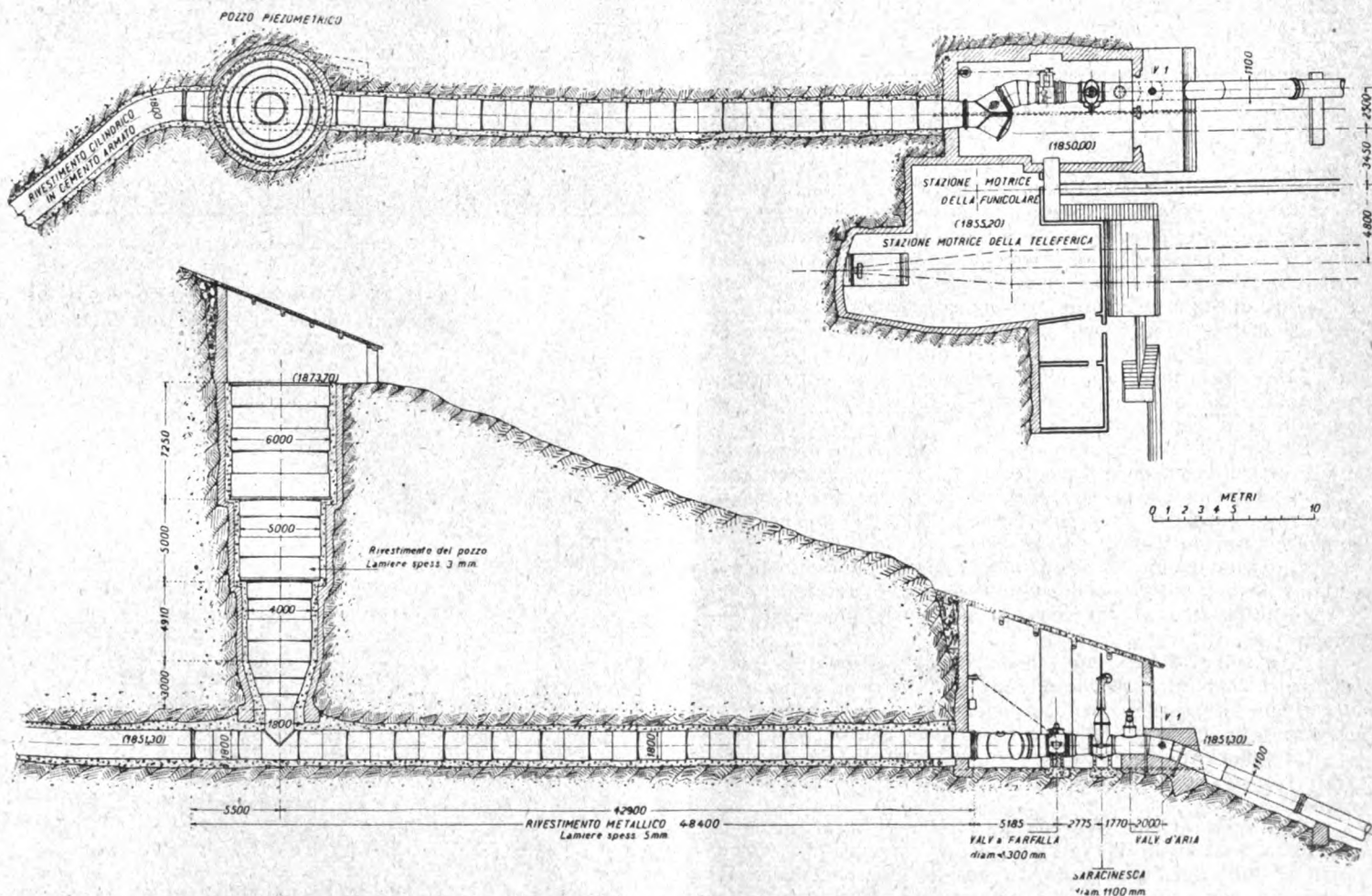


Fig. 16. — Pozzo piezometrico e attacco della tubazione forzata.

Alla base di esso si trovano installate: una paratoia in ferro di forma circolare del diametro di metri 2, e munita di by-pass; ed una

rivestimento, salvo per un centinaio di metri alla fine, che dovettero essere rivestiti con anello di cemento armato del diametro di m. 1,80.

A cominciare dalla progressiva 1750, la fisionomia geologica del terreno cambia completamente. Si incontrano rocce schistose alterate, alternantesi con zone di terreni morenici poco consistenti.

Si dovette in questo tratto eseguire lo scavo con armatura di legname, mantenendo la sezione di scavo di metri 2×2 . Entro di essa venne costruito un tubo in cemento armato del diametro interno di metri 1,80.

Il tubo è calcolato per resistere alla pressione interna di due atmosfere. L'armatura in ferro è costituita da anelli del diametro di 2 metri, formati con tondini da 25 o 30 mm. Tali anelli disposti perpendicolarmente all'asse della galleria e convenientemente distanziati fra loro, vengono collegati da un sistema di tondini disposti secondo le generatrici del tubo. Si viene così a costituire una vera gabbia di armatura annegata nel calcestruzzo di cemento. Internamente il tubo è lisciato con malta di cemento che assicura la buona tenuta.

Dalla progressiva 3438,50 fino allo sbocco, il canale è rivestito con tubi di ferro chiodati dello spessore di 5 mm. e del diametro di metri 1,80.

Poco prima dello sbocco all'aperto del canale, e precisamente a progressiva 3444,00, si apre sopra l'asse della galleria un pozzo piezometrico alto metri 22, col ciglio superiore a quota 1873,70 (fig. 16).

Alla base il pozzo ha un diametro di metri 1,80; esso va gradatamente allargandosi verso l'alto, raggiungendo alla bocca superiore il diametro massimo di metri 6. Internamente esso è completamente rivestito in lamiera di ferro chiodata dello spessore di 3 millimetri.

La portata massima del canale, è stata prevista in 7 m^3 al minuto secondo, a cui corrisponde una velocità di metri 2,80 nel tratto rivestito. Esso può però portare anche una portata maggiore, dato che funziona sotto carico.

(Continua).

LE LINEE ELETTRICHE IN SARDEGNA

LUIGI PASSERINI



:: :: Comunicazione alla Sezione Sarda :: ::

Nel 1919 quando il costo del ferro toccava valori iperbolici e la Soc. Elettrica Sarda si trovò ad organizzare centinaia di km. di linee a 70.000 volt per il trasporto dell'energia dell'impianto del Tirso, pensò di risolvere più economicamente il problema ricorrendo al nuovo tipo di sostegno in oggetto.

Nevicate pericolose per le linee elastiche in Sardegna non sono da temersi; unico cimento d'importanza è quello portato dal vento e la possibilità di incendi nelle erbe selvatiche folte, che quasi ovunque accompagnano le condutture, e che nel periodo estivo ogni anno abbruciano sopra vaste estensioni.

Tale vegetazione si mantiene piuttosto bassa ed abbrucia con rapidità tale da non far pericolare pali posti ad un paio di metri di altezza sul suolo.

La base di cemento armato dei sostegni in oggetto ha quindi lo scopo di tenere il palo fuori delle azioni deleterie del fuoco e dell'umidità del terreno, oltre che la permettere di avere sostegni più alti con pali normali di $12 \div 13 \text{ m.}$ per raggiungere campate di $150 \div 180 \text{ metri.}$

La parte (legno) dei sostegni fu disegnata come in figura 1, dopo favorevoli prove di stabilità eseguite a Cagliari nel 1918 e nel 1920 e venne messa in atto senza subire più modifiche.

I basamenti di cemento armato invece subirono una certa evoluzione. All'inizio vennero disegnati come in figura 2 e sopra tale forma si svolse il primo calcolo, ad opera dello scrivente che ne curò la costruzione e le prove.

La sollecitazione unica considerata è quella portata dalla spinta trasversale dovuta al vento sulla linea, che sta sul sostegno.

Tale spinta viene riportata all'altezza B sotto forma di una forza orizzontale S (fig. 3) e di un momento M , trascurando le sollecitazioni causate dai pesi propri, che diventano piccole in confronto a quelle determinate dalle azioni del vento.

Il sostegno si immagina incastrato alla base e la prima ricerca mira a determinare le incognite iperstatiche X, Y, M_e

che si presentano nella sezione di taglio A , praticata nella travatura principale.

Supposti nulli i cedimenti e trascurabili gli sforzi, che

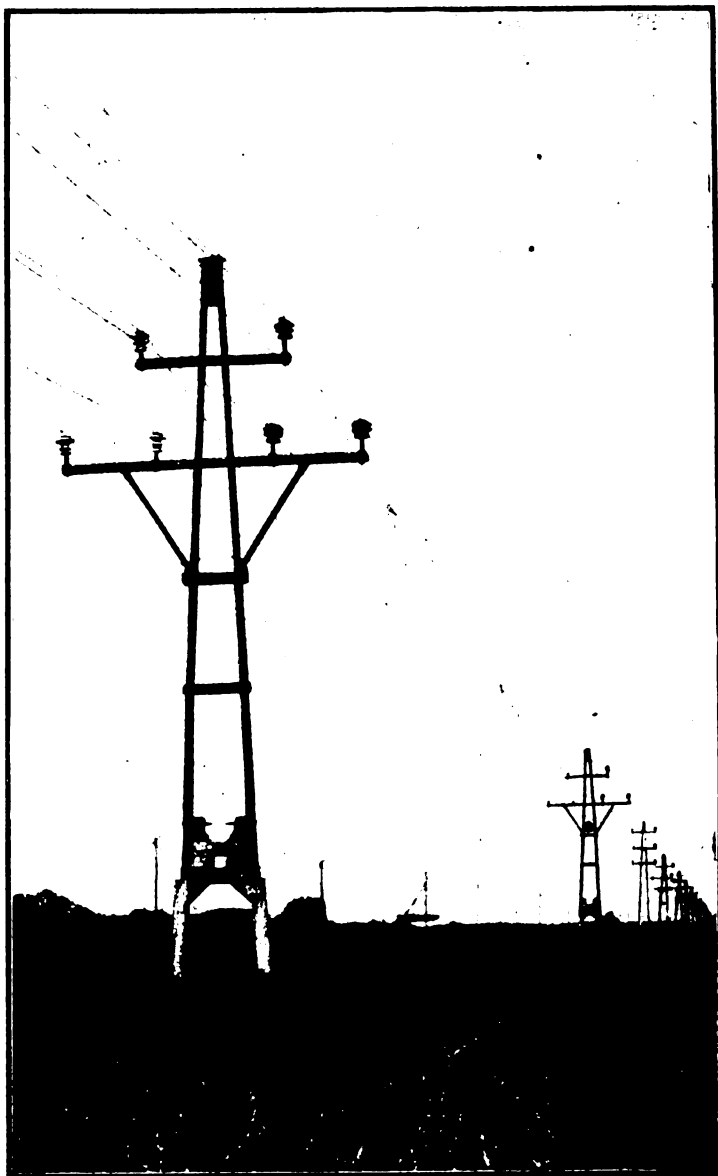


Fig. 1.

non siano i flettenti, le X, Y, M_e vengono determinate risolvendo il sistema d'equazioni lineari, ottenuto annullando le derivate parziali del lavoro elastico rispetto alle incognite.

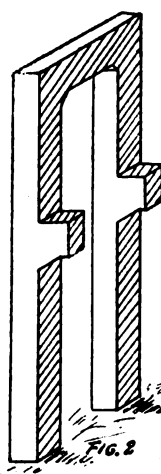


Fig. 2.

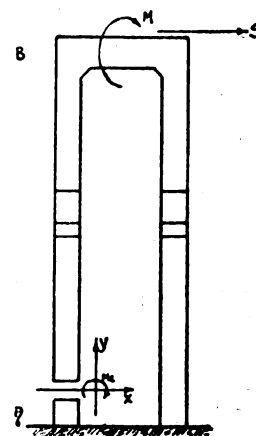


Fig. 3.

Avute le X, Y, M_e si applicano nella sezione A come forze esterne, e si passa alla determinazione delle sollecitazioni interne, causate nei vari punti della costruzione da queste forze e da S ed M .

Provato, il sostegno progettato, diede buoni risultati. Però per migliorarne l'estetica, il Comm. Dolcetta volle eseguito il tipo di cui alla fig. 4, pure di mia preparazione, che venne adottato senza il minimo inconveniente nel tronco di linea lungo 40 km da Ollastra a Guspini nella linea Tirso-Guspini.

L'accoppiamento della parte legno a quella di cemento, venne eseguito con robuste staffe di ferro con serraggio a vite, atte a creare fra legno e cemento una rilevante aderenza per attrito.

Una coppia di queste staffe, per poco che sia serrata, basta ad impedire ogni libertà alla parte superiore.

La linea in oggetto, vuole naturalmente l'impiego di tralicci rompitratta pel necessario ammassaggio longitudinale, caratteristico delle linee elastiche.

In una successiva linea di 65 km progettata pel collegamento Guspini-Cagliari, la necessità di migliorare la stabilità longitudinale si fece prevedere pel fatto che l'ubicazione di essa era tale da subire i venti più impetuosi e frequenti della regione, appunto nel senso di lungo la linea.

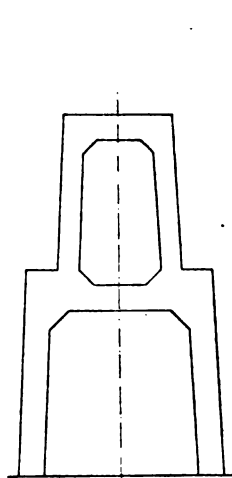


Fig. 4

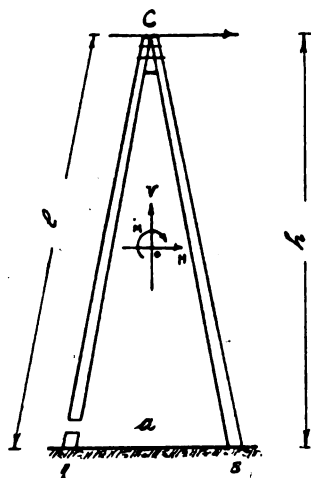


Fig. 5

Perciò il basamento venne ristudiato e subì successivamente due modifiche, capaci di assicurare nel senso di lungo linea una maggior stabilità.

Le gambe di cemento armato furono irrobustite ed allontanate le staffe di accoppiamento superiori dalle inferiori mediante il riporto di due orecchie armate.

Lo studio per questa linea venne eseguito dall'Ing. Pozzo, che alla calcolazione del basamento fece precedere il seguente interessante studio sul comportamento della cavalletta in legname. Vale la pena di riportarlo per mostrare come non solo in Inghilterra sia stata studiata la questione (pali A e pali H, relazione Norsa, N. 13 *Elettrotecnica*).

Armatura di legno.

I pali della cavalletta sono rigidamente accoppiati in punta mediante un cuneo di forzamento serrato da tre bulloni passanti. Alla base i pali possono venire considerati come incastrati al basamento.

Il progettista però ha supposto che il loro comportamento sia una via di mezzo fra il vincolo perfetto di punta e la condizione di assoluta libertà dei due pali.

Nel primo caso ogni incastro di base subirà un momento flettente, una reazione verticale ed una orizzontale.

Nel secondo le reazioni verticali si annulleranno e resterà la reazione orizzontale ed un momento flettente maggiore che non nel primo caso.

Se le due aste fossero perfettamente rigide alla base, l'incastro reagirebbe con momento nullo ed il momento di rovesciamento verrebbe sostenuto unicamente dalle reazioni verticali nelle due antenne.

Ma essendo tali antenne elastiche, cominciano esse stesse a flettersi, trasmettendo alla base un momento, la misura del quale è dipendente dalle costanti elastiche dei due pali stessi.

In ogni caso sussiste la relazione: $Vb + Ma + Mb = M$ ove

V è la reazione verticale.
 b il divaricamento delle aste
 Ma, Mb i momenti flettenti d'incastro
 M = momento totale di rovesciamento.

A questo punto l'Ing. Pozzo stabilisce quanto segue.

Nel punto situato a metà altezza della mezzaria della zeppa di unione delle aste il momento è nullo e la componente orizzontale della forza che si trasmette tra le due aste è zero.

La cosa è intuitiva, ma si può dimostrare facilmente pensando che le reazioni orizzontali al piede delle aste del cavalletto in legname completo, ed i corrispondenti momenti d'incastro sono zero.

Infatti la teoria dell'elisse di elasticità insegna che la reazione orizzontale è data dal rapporto tra la somma dei momenti centrifughi dei pesi elastici rispetto alle linee d'azione delle forze ed all'orizzontale per il baricentro dei pesi elastici ed il momento d'inerzia dei pesi elastici rispetto a tale baricentro.

Tale rapporto non cambia tanto se si cerca la reazione in A come quella in B, data la disposizione delle forze.

Così pure non cambia il rapporto fra i momenti statici dei pesi elastici.

Ne segue che anche i momenti d'incastro al piede delle aste sono uguali.

Ne segue che, cercando la risultante delle forze che agiscono da una parte di una sezione verticale per C si vede che si riduce ad un'unica forza verticale ».

Che sia intuitivo che la forza verticale sia la predominante e le altre azioni piccole, è vero; ma che essa sia l'unica azione trasmessa non so se sia sufficientemente dimostrato.

Per questo mi sono provato a determinare la risultante in parola, seguendo la teoria dell'elisse di elasticità. (Fig. 5).

Siano E, I il modulo d'elasticità ed il momento d'inerzia dei pali di legno.

Se per semplicità non teniamo conto della rastremazione il baricentro dell'elisse centrale di inerzia si troverà in O a metà della congiungente i punti medi delle due aste.

Riferiamo le reazioni dell'incastro A al baricentro O, determinando la reazione verticale V , quella orizzontale H ed il momento M_e .

Il peso elastico G complessivo, se $\frac{L}{EI}$ è quello di un'asta, è $\frac{2L}{EI}$.

Il momento d'inerzia di esso, peso elastico totale, rispetto all'asse H è:

$$I_H = \frac{2L}{EI} \cdot \frac{l}{12} \cdot h^2 = \frac{Lh^2}{6EI}$$

quello rispetto all'asse V :

$$I_V = \frac{2L}{EI} \cdot \frac{l}{3} \cdot \frac{a^2}{4} = \frac{La^2}{6EI}$$

Dalla teoria dell'elisse d'inerzia si ha essendo P una forza orizzontale:

$$MG = -\frac{Pl}{EI} \cdot \frac{h}{2}$$

$$HI_H = -\frac{Pl}{EI} \cdot \frac{h}{2} \cdot \frac{h}{6} = -\frac{Plh^2}{12EI}$$

$$VI_V = -\frac{Pl}{EI} \cdot \frac{h}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{a}{2} = -\frac{Plha}{6EI}$$

Quindi le reazioni dell'incastro A sono:

$$M = -\frac{Plh}{6EI} \left(3 - \frac{a^2}{2I_V} + \frac{h^2}{4I_H} \right)$$

$$V = -\frac{Plha}{6EII_V}$$

$$H = -\frac{Plh^2}{12EII_H}$$

Nell'intersezione degli assi dei due pali, che noi per semplicità abbiamo fatto coincidere col centro della zeppa di accoppiamento, gli sforzi trasmessi saranno:

$$M = -\frac{Plh}{6EI} \left(3 - \frac{h^2}{4I_H} \right)$$

$$H = P \left(1 - \frac{Ih^2}{12EII_H} \right)$$

$$V = -\frac{Plha}{6EII_V}$$

Perchè Me ed H siano nulli deve essere $\frac{h^2}{4I_H} = l$
 ed: $\frac{12EI I_G}{12EI I_G} = 1$, cosa che, senza entrare in sviluppi di calcolo non dovrebbe mai essere e che quando anche lo fosse lo sarebbe solo per particolari valori risolvibili queste equazioni.

Su questo punto, ad ogni modo, qualcuno competente in materia potrà riprendere la questione. Meglio se lo stesso Ing. Pozzo.

Della proprietà rilevata egli trae profitto per determinare in modo più semplice la reazione verticale V .

E comincia col determinare come segue le curve elastiche di pali aventi diversa rastremazione, supposti liberi in punta dalla zeppa di accoppiamento.

Posto $m = \frac{I}{I_0} = \frac{D^4}{D_0^4}$ il rapporto del momento d'inerzia di una sezione generica del palo a quella della base ed M il momento flettente, con un'integrazione doppia viene determinato il diagramma del momento flettente M .

Ridotte le ordinate di tale diagramma al valore $\frac{M}{m}$ si ottiene il diagramma delle curvature amplificate nel rapporto $E I_0$, ove H è la base polare del diagramma degli M .

Operando sopra questo secondo diagramma un'integrazione semplice a base polare a si ottiene il diagramma delle inclinazioni amplificate nel rapporto $\frac{E I_0}{a b h l}$ scala disegno.

Le operazioni indicate vengono eseguite immaginando il palo assoggettato prima alle forze orizzontali portate dal vento, eppoi ad un carico di 1 tonn. applicato verticalmente nel centro della zeppa, essendo il palo inclinato come gli compete nella cavalletta, ed essendo il centro della zeppa spostato di 15 cm. dall'asse del palo.

La freccia verticale del centro della zeppa sarà dato da:

$$F = \frac{1}{20k} e + \frac{15}{1000} \frac{i}{k}$$

ove e e i sono rispettivamente le ordinate dei diagrammi dei cedimenti e quello delle inclinazioni e k il rapporto di omotetia dei valori reali a quelli del disegno.

Il rapporto del valore così determinato dai diagrammi delle spinte orizzontali a quello dato dai diagrammi della forza 1 verticale dà la reazione verticale V cercata.

Questo metodo di calcolo del tutto grafico naturalmente è più semplice dell'altro basato sulla teoria dell'elisse d'elasticità e porta alla formola finale:

$$V = \frac{F_0}{f_e} - \frac{10e_0 - 3i_0}{10e_v - 3i_v}$$

indipendente dal rapporto di omotetia, dalla scala del disegno e dal diametro dei pali.

L'unico termine interessante i pali che influenza V è la rastremazione di essi che individua e e gli i .

Nella calcolazione non è stato tenuto conto che delle sollecitazioni portate dai momenti flettenti.

L'autore dichiara di avere controllato il calcolo col metodo dell'elisse di elasticità ottenendo valori di V inferiori a quelli così ottenuti, per quanto di poco. La ragione sembrami possa attribuirsi al fatto visto prima che in punta non è nulla la reazione orizzontale nè il momento flettente per cui queste sollecitazioni lavorano per alleviare la V .

Costruendo un diagramma avente per ascisse le rastremazioni e per ordinate le conseguenti V l'autore trova che quest'ultima cresce quasi linearmente col diminuire della rastremazione.

Del pari varia la coppia originata sulla base dalle V .

Inversamente si distribuiscono i momenti flettenti alle varie altezze del palo, momenti che per la base si determinano colla formola vista:

$$Vb + M_A + M_B = M$$

Il palo più rastremato viene caricato con un maggior momento flettente verso il basso, dove maggiore è il momento resistente; mentre un palo meno rastremato si trova maggiormente sollecitato in alto, e quindi in condizioni più sfavorevoli.

Passando alle sollecitazioni unitarie si vede che i pali più uniformemente caricati, sono quelli aventi rastremazioni

del 2 al 3%, mentre quelli aventi il 5% perdono già il vantaggio del compenso perchè il momento di inerzia in punta è già troppo piccolo in confronto di quello di base, per cui le sollecitazioni unitarie in punta riescono a toccare il doppio di quelle alla base.

Effettuato così lo studio sulla stabilità nel senso trasversale l'Ing. Pozzo analizza il comportamento della cavalletta in senso longitudinale. Per brevità ometteremo tale parte, del tutto semplice, per passare allo studio del basamento in cemento in cemento armato.

Basamento di cemento armato.

Anche per questo l'Ing. Pozzo si serve del metodo dell'elisse d'elasticità usufruendo della semplificazione di momento nullo e componente orizzontale nulla nella parte centrale delle traverse di collegamento.

Per sforzi trasmessi dalla cavalletta al basamento (fig. 6) sono prese in considerazione due forze orizzontali F_1 ugualmente dirette, applicate in corrispondenza delle due staffe superiori. Altre due forze orizzontali F_2 pure coespanti ma di senso opposto alle F_1 sono applicate alle due staffe inferiori.

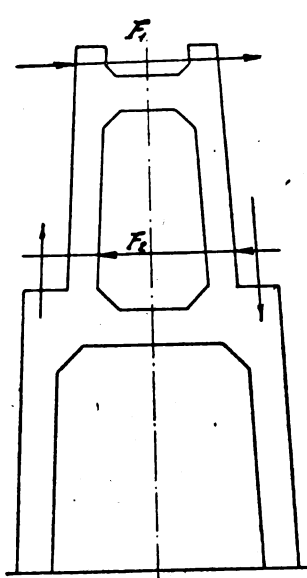


Fig. 6.

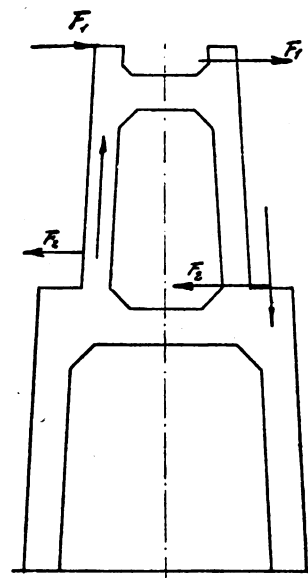


Fig. 7.

Mentre due forze di senso opposto l'una all'altra si suppongono trasmesse assialmente dai pali alle gambe del sostegno.

La configurazione degli sforzi trasmessi può naturalmente anche immaginarsi diversamente.

Ad esempio se il rovesciamento avviene da sinistra verso destra (fig. 7) il palo di sinistra applicherà la F_1 non alla staffa ma allo spigolo superiore del getto; la F_2 alla staffa e la sollecitazione verticale (diretta in alto) verrà trasmessa alla gamba attraverso il pilastro d'attacco e quindi con uno scostamento assiale capace di generare un certo momento flettente nelle parti sottostanti.

Il palo di destra invece trasmetterà la F_1 per mezzo della staffa, la F_2 col calcio e la compressione sarà assiale.

Reciprocamente se il rovesciamento avviene da destra a sinistra.

Se le staffe sono distanziate di un metro l'una dall'altra e la loro distanza dagli estremi è di 20 cm. si può avere una discreta escursione dei punti di applicazione.

Ad alterare le cose però possono intervenire varie circostanze (aggiustaggio dei pali sulla superficie del cemento, ecc.). Probabilmente l'Ing. Pozzo avrà esaminato anche questo fatto giudicandolo di effetto trascurabile.

Proseguendo e soffermandoci un po' di più sul metodo di calcolo, ricorderemo che esso è stato condotto secondo i criteri generali del metodo dell'elisse d'elasticità, come viene fatto nel calcolo grafico delle reazioni di spalla dei ponti ad arco a perfetto incastro.

Qui abbiamo tuttavia la traversa mediana, che introduce altri vincoli, che nei ponti ad arco semplici non vi sono. Però, mercè la semplificazione fondamentale osservata dall'Ing. Pozzo sull'assenza dei momenti e di sforzi orizzontali la ricerca viene condotta rapidamente a termine.

Anzitutto si supponga soppressa una traversa, ad esempio la mediana.

Divisa la struttura rimanente in tronchi si costruisca nel baricentro di ognuno la croce dei raggi giratori principali e si calcolino dei vari tronchi i pesi elastici $\frac{l}{E \cdot I}$.

Con un primo poligono funicolare si connettano le forze parallele condotte orizzontalmente nei baricentri dei vari tronchi e di intensità uguale ai pesi elastici.

La parallela alle forze condotta per l'intersezione del primo con l'ultimo lato del poligono funicolare, contiene il baricentro del sostegno privato della traversa mediana, baricentro che per simmetria si troverà sull'asse del sostegno.

Dirette verticalmente le stesse forze e connesse con un poligono funicolare avente i lati normali al primo si ottiene un secondo diagramma che dà i momenti statici dei pesi elastici rispetto alla verticale media.

Presi questi momenti statici ed applicati come forze verticali negli antipoli dell'asse medio del sostegno rispetto agli ellissi d'inerzia dei singoli tronchi, si può costruire un terzo poligono funicolare che, tenuto conto delle basi, dà il momento d'inerzia dei pesi elastici rispetto all'asse baricentrico verticale.

Applicati invece come forze orizzontali sempre negli opportuni antipoli e connesse con un poligono funicolare danno un diagramma avente le ordinate proporzionali ai momenti centrifughi dei pesi elastici dei vari tronchi a sinistra di una sezione qualunque rispetto alla verticale media ed alla orizzontale per la sezione in esame.

Come è posto a fondamento della teoria dell'ellisse d'elasticità, tale momento centrifugo è uguale allo spostamento verticale della sezione media della traversa superiore prodotto da una forza unitaria applicata orizzontalmente nella sezione media della traversa superiore prodotto da una forza unitaria applicata orizzontalmente nella sezione in esame.

E se si divide tale cedimento per la freccia verticale prodotta da un carico unitario pure verticale applicato nella sezione media della traversa superiore (che a sua volta è data dal terzo poligono funicolare del momento d'inerzia dei pesi elastici) si ottiene l'entità della reazione verticale richiamata nella sezione media della traversa superiore dal carico unitario applicato orizzontalmente nella sezione considerata.

Il diagramma dei momenti centrifughi è quindi anche il diagramma d'influenza della V per i carichi orizzontali.

Si supponga ora soppressa la traversa superiore e si ripeta tutta la ricerca essendo in posto la traversa media.

Si giungerà anche qui al diagramma d'influenza della V per detta traversa. Sommando ora algebricamente le frecce causate dalle varie forze unitarie moltiplicate per le forze effettive, si ottiene il cedimento totale del centro della traversa, alla quale il diagramma d'influenza si riferisce.

Le due forze considerate, come già detto, sono le due superiori orizzontali applicate alle staffe, più la componente orizzontale prodotta dal calcio del palo sulla gamba inferiore (la componente verticale di tale sforzo assiale viene considerata a parte).

Indichiamo con f_1 il cedimento valutato come sopra per la traversa superiore; f_2 quello determinato per la traversa mediana.

Tali cedimenti si manifesterebbero effettivamente se, come si è supposto, le traverse fossero presenti isolatamente e non assieme ad agire.

Essendo però esse presenti l'una aiuterà l'altra ed i cedimenti delle due traverse risulteranno minori.

In quale misura esse si aiuteranno? Determiniamo anzitutto quale cedimento la forza 1 applicata al centro della traversa superiore produce sul centro della traversa inferiore.

Si tratterà di determinare semplicemente il momento di inerzia dei pesi elastici di tutto il tronco di sinistra senza la traversa media rispetto alla direzione comune alla forza ed al cedimenti entrambi passanti pel baricentro secondo un asse principale d'inerzia.

La stessa operazione si può fare per determinare il cedimento del centro della traversa superiore quando alla media venga applicato la forza 1 .

Questa seconda operazione tuttavia si sa già che conduce allo stesso risultato numerico della prima perchè per il teorema di reciprocità i due valori sono uguali.

Se con c si indica tale cedimento prodotto dalla forza 1 , in cedimento della traversa superiore sotto l'effetto della reazione V_2 applicata alla traversa media $c V_2$, mentre $c V_1$

sarà il cedimento della traversa media applicando la V alla superiore.

Se a_1 ed a_2 sono i cedimenti delle due traverse valutate più addietro coi diagrammi d'influenza avremo:

$$\begin{aligned} f_2 - c V_1 &= a_2 V_2 \\ f_1 - c V_2 &= a_1 V_1 \end{aligned}$$

Da queste due equazioni si ricavano i valori cercati per V_1 e per V_2 .

Determinate così forze esterne e forze richiamate dai vincoli sovrabbondanti si può procedere al solito alla determinazione dei momenti flettenti nelle varie sezioni.

L'Ing. Pozzo ha tracciato sulla struttura i diagrammi dei momenti mettendo in rilievo come le zone più cimentate siano i nodi di congiunzione fra aste verticali e traverse.

Dai valori numerici uscenti ne segue la possibilità di controllare le sollecitazioni interne richiamate.

A questo punto, naturalmente, se si vuol cambiare qualcosa, non è possibile farlo senza ricominciare da capo, perchè ogni alterazione nelle sezioni porta con sé variazioni nei momenti d'inerzia, quindi nei pesi elastici dei tronchi, che sono quelli che comandano la distribuzione interna degli sforzi.

Dallo studio di verifica di cui sopra l'Ing. Pozzo ha dedotto il basamento di cemento armato rappresentato in fig. 1 forma che venne adottata sul tronco di linea Guspini-Cagliari, attualmente in esercizio.

Non stiamo a ripetere per essa la calcolazione, che è informata agli stessi concetti di prima salvo le semplificazioni, che sono risultate, dalla possibilità di considerare la parte superiore del basamento come costituita da un sol tronco massiccio indeformabile.

E prima di chiudere questa parte costruttiva relativa alle linee riporterò alcune illustrazioni dei nuovi impianti da me studiati. La fig. 8 mostra la sottostazione di Guspini.

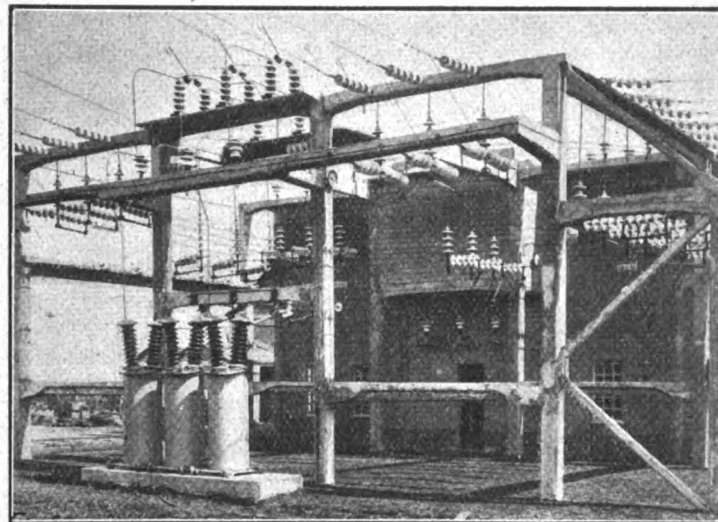


Fig. 8.

In essa sottostazione mancano ancora gli interruttori in olio disposti all'aperto sulle quattro linee uscenti (due per M. Poni e due per Cagliari). Anch'essi però tra poco verranno sistemati essendo in corso di fornitura da parte della Compagnia Generale di Elettricità.

Per protezione contro le sovratensioni venne disposto il noto sistema di scaricatori a triangolo stella (di costruzione Siemens) al quale la direzione dell'Elettrosarda presta grande fiducia pel buon funzionamento dei precedenti gruppi installati a Monteponi ed a Portovesme.

Caratteristico è il fatto che qui a Guspini la regolazione degli scaricatori volle essere diversa da quella tenuta a Portovesme ed a Monteponi. Il fatto non è dovuto solo alla situazione all'esterno od alla presenza delle sfere, perchè anche gli scaricatori disposti sul 15.000 all'interno della cabina e di forma perfettamente uguale a quelli situati a Monteponi vollero una regolazione propria diversa da questi ultimi.

Si vede che a Guspini si manifestano più facilmente sovratensioni sufficienti a innescare l'arco. Fra i conduttori delle due terne gli scaricatori corrispondenti ai conduttori più alti più facilmente entrano in attività.

Presento pure la vista di uno dei posti di sezionamenti (Villasor) contenente l'abitazione del guardafili (fig. 9).

Il tormento delle linee e la necessità di continue manutenzioni, hanno condotto la direzione della Società Elettrica alla decisione di scaglionare uno di questi posti ogni 20-30 Km. di linea.

Così dal Tirso a Monteponi oltre alla sottostazione di Guspini vi sono tre posti di sezionamento. Sulla Guspini-Cagliari vi è quello di Villasor.

Sulla Tirso-Coghinas ve ne sono altri tre. In essi è possibile operare la commutazione sia dei tronchi sia dei fili fra le due terne.

Vi è inoltre un sistema di sbarre per poter derivare lateralmente altre linee od applicare gruppi protettivi se se ne presentasse le necessità.

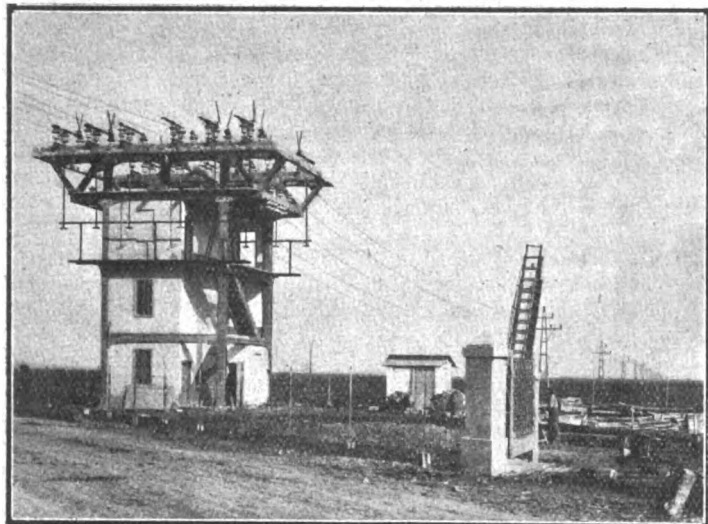


Fig. 9.

I sezionatori sono del tipo a cremagliera con corna spengiarco di costruzione Magrini.

Gli stessi posti servono di sezionamento e di derivazione per le linee a 15.000 che ad essi convergono.

Contengono inoltre una cabinetta locale con telefono anti-induttivo e delle lampade di sicurezza ad accumulatori Malaguti munite di apparecchio automatico di carica.

Gli isolatori.

Dato così uno sguardo all'argomento dei sostegni, tocchiamo quello più scottante degli isolatori.

Già il Direttore della Società il cav. ing. Silvio Silva, ebbe ad esporre in una precedente riunione annuale della Ass. Elett. Ital. vari dati statistici relativi all'esercizio delle linee a 70 mila volt.

Da allora l'esperienza è andata arricchendosi di nuovi elementi, ed altri se ne ricaveranno ora che la rete della Soc. Elett. Sarda è aumentata di più di 200 Km.

Di interesse speriamo di poter portare in futuro i risultati delle ispezioni coi fioretti acustici Venturini, anche qui introdotti con buone speranze.

Nel 1920, in cui a 70.000 era in esercizio il solo tronco Portovesme-Monteponi, venne deciso di provare la sostituzione degli isolatori a perno a quelli a catena, specie nei pali d'angolo, per ridurre il numero degli isolatori presenti e quindi la possibilità, troppo spesso verificatasi, di incidenti nell'esercizio.

Per disporre i nuovi isolatori sui pali costruiti per le catene venne ideata la disposizione illustrata in figura 10.

Considerando più tardi il comportamento del cerchio di ferro attorno al filo sorse la speranza che esso potesse esercitare un effetto protettivo all'atto delle scariche superficiali.

Varie osservazioni infatti, avvenute accidentalmente in campagna, confermarono la tendenza della scarica a correre dalla base del perno alla sommità del cerchio, a guisa di ventaglio, allontanandosi rapidamente dalla superficie dell'isolatore.

Di questi dispositivi a cerchio ne furono messi in opera parecchi ed è certo che se anche si dovesse tornare gradualmente ad un tipo a catena, che si riveli particolarmente buono, negli angoli gli isolatori a perno così disposti verrebbero lasciati.

I fautori degli isolatori a catena, portano gran peso alla possibilità di sostituire gli elementi guasti nelle catene parzialmente danneggiate.

Dal nostro esercizio però si è potuto trarre la convinzione

che non sia possibile trovare catene parzialmente guaste se non attraverso l'ispezione metodica con mezzi idonei a saggiare il gradiente del potenziale durante l'esercizio (fioretti Venturini).

Il martellamento elettrico delle scariche non rispetta tanto facilmente elementi isolati nelle catene, specie quando grandi siano le masse d'energia in gioco.

Elementi difettosi potranno cadere isolatamente nell'esercizio normale quando non sopraggiungano violenti perturbazioni e sia la sollecitazione continua (di tempo) quella che li stanca ed allora è innegabile come l'ispezione metodica possa metterli in rilievo per la sostituzione.

Comunque non sarà inutile ricordare che la sorveglianza metodica durante il servizio può presentare il vantaggio del ricambio frazionato anche per gli isolatori a perno, specie col tipo di nuova fabbricazione che una Società svedese, tormentata particolarmente dalla salsedine, ha fatto costruire dalla Schomburg.

Tale tipo di isolatore ha le campane avvitate l'una sull'altra, con l'interposizione di canapa imbevuta.

Elementi segati secondo piani meridiani hanno dimostrato come sia possibile ogni eliminazione di tasche d'aria, ed il raggiungimento di grande solidità meccanica.

Sarebbe interessante sapere se l'azione elettrica, con lo andar del tempo non riesca a carbonizzare questo spessore di materiale, cosa che potrebbe anche accadere, dato il rilevante gradiente di potenziale, al quale si trova esposto verso il filo.

Con tutti i sistemi l'elemento più temibile permane sempre quello della salsedine.

In Sardegna i venti caldi ed umidi autunnali, agendo sui depositi di salsedine portati dai venti freddi ed asciutti, causano il tormento maggiore delle linee.

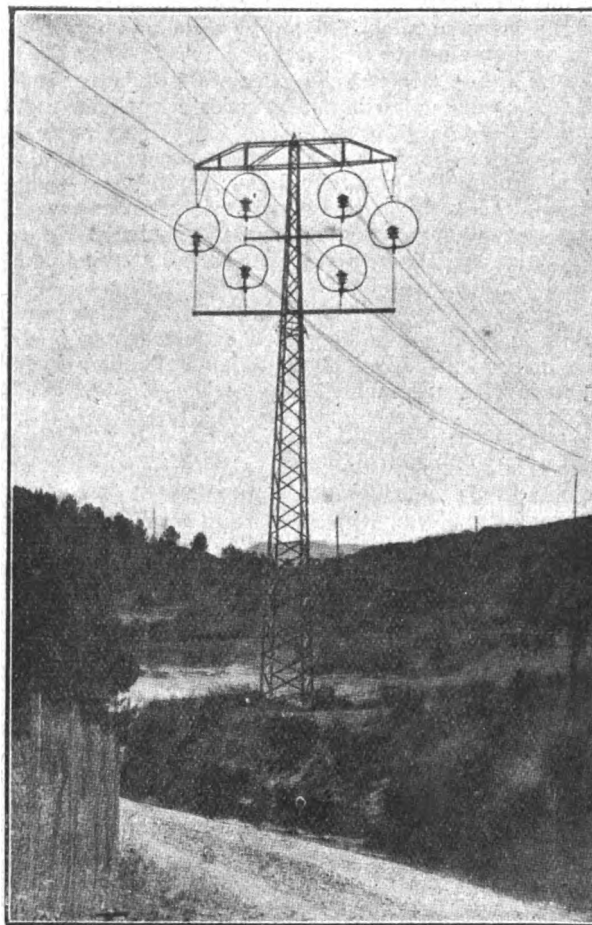


Fig. 10.

Di qui necessità di manutenzione continua per pulizia, manutenzione che molte volte non giunge in tempo, riuscendo l'azione deleteria dei venti combinati a svilupparsi nel suo ciclo completo anche nel termine di pochi giorni.

Il sale penetra nelle parti più riposte dell'isolatore, dove senz'altro s'iniziano piccole scariche continue, che a lungo andare non possono che riuscire di danno alla porcellana per la loro azione ossidante energica, unita a quella termica.

La maggior parte degli isolatori a perno, che vengono

messi fuori servizio senza rottura, presentano le picchiettature della scarica sotto l'ultima campana, che riceve lo spinotto.

Questo per tutti i tipi di isolatori finora provati: siano essi montati con capsula, siano essi fissati con carta o corda catramata.

Nessun difetto di fabbricazione è dato rilevare nella porcellana, per lo più uniforme, ben cotta ed a grana finissima e compatta.

Si è rilevato che vecchi isolatori a catena a pasta giallognola, meno fine delle paste degli attuali isolatori europei, hanno tenuto bene l'esercizio, per quanto alla frattura mostrino frequenti bolle d'aria e soddisfino poco l'occhio.

Il caso di campane incrinata per effetto di cattiva cementazione è stato rilevato, come pure si sono manifestate delle rotture nette di isolatori per le dilatazioni del cemento.

La causa prima però delle perturbazioni rimane sempre a carico del fenomeno elettrico conseguente alla diminuita resistività superficiale.

Buona prova sta dando su questo punto l'ultimo tipo di Hewlett per amarraggio, che si mantiene silenzioso anche quando maggiormente friggono gli altri isolatori.

Si può dire che in tema di disegno gli isolatori sono ancora lungi dalla perfezione, essendo sempre aperta la porta ad uno dei maggiori nemici: quello dell'azione dell'aria marina, che non si limita alle zone costiere, perchè giunge a farsi sentire oltre catene di montagne, a moltissimi chilometri di distanza.

In questi ultimi tempi è stato possibile raccogliere qualche dato sul modo di uscire di servizio delle linee, sì da permettere di coordinare le idee secondo le seguenti direttive.

Escludendo i guasti provenienti da lancio di pietre, si rileva che gli isolatori che cadono più frequentemente sono quelli:

- a cementazione difettosa;
- quelli che « si stancano »;
- quelli che vengono spaccati da successive scariche superficiali.

Per la prima categoria si può notare che le Case costruttrici hanno introdotto, fra campana a campana un cuscinetto di carta, esteso però alle sole teste, in modo da lasciare il cemento libero di serrare le parti laterali, per lo più filettate o rigate.

Tale metodo di accoppiamento sembra che non comprometta la sicurezza contro sfilamenti di campane.

Un elemento così guarnito è uscito ultimamente di servizio presentando le seguenti caratteristiche:

la campana superiore è come aperta dalla spinta della massa cementizia disposta attorno, nella zona libera dalla guarnitura.

Successivamente la scarica ha perforato le campane sottostanti giungendo al perno. La campana inferiore nella parte rivolta allo spinotto presenta le solite picchiettature nerastre.

Lo « stancarsi » degli isolatori credo sia la causa più frequente e prima degli incidenti di servizio.

Questo « stancarsi » va inteso come un aumento di porosità della porcellana, prodotto sia dalle sollecitazioni interne, sia dall'effetto termico e chimico delle piccole scariche (Glimmlight) continue facilitate dal sale, dal pulviscolo e dall'umidità dei venti sciroccali.

E' impossibile che lo smalto non debba soffrirne, quando l'effetto si manifesti nella misura con la quale è dato rilevare in Sardegna.

Sotto il continuo tormento di tale azione degradante la porcellana finisce con l'assorbire qualche po' d'umidità con le impurità locali possibili (vapori nitrosi, salsedine, sali prodotti dalle armature metalliche perdendo gradatamente la sua proprietà isolante).

L'effetto in oggetto sembra si manifesti per lo più nella campana inferiore attorno allo spinotto, dove di notte più frequentemente si rilevano delle luci e dove coll'andar del tempo si formano le aureole nerastre già nominate.

Col fioretto acustico è stato possibile rilevare isolatori che, pur non avendo causato scatti di linea, presentavano forti dispersioni sulla mensola ed avevano all'interno le formazioni nerastre di cui sopra.

Probabilmente la scelta di porcellana particolarmente compatta, con rigorose prove di penetrazione, allevierà questo malanno.

L'esame solo della frattura dei cocci senza prova di penetrazione però non basta, perchè il fatto di cui sopra venne rilevato proprio e con maggior intensità sopra porcellane finissime all'occhιο mentre altre porcellane a frattura apparentemente grossolana, hanno a lungo sostenuto l'esercizio.

Lo « stancarsi » inteso in questo senso trova appoggio anche in una relazioncina di collaudo apparsa recentemente nell'*Elettrotecnica*, nella quale il maggior peso era dato alle prove di penetrazione.

All'ultima categoria, quella degli isolatori « fatti saltare » dalle scariche superficiali, credo possano ascriversi gli elementi sani di costituzione ma soccombenti ad azioni d'esercizio soverchie.

Diversa è infatti la scarica superficiale che si può realizzare in laboratorio da quella che si manifesta sopra un isolatore in esercizio, sopra condutture capaci di rovesciare nel punto di scarica migliaia di kW.

All'atto della prima scarica sulla superficie di porcellana si condensano vapori metallici asportati sia dal conduttore, sia dal perno, con consecutiva facilitazione ad altre e più nutrite scariche.

Durante ripetuti incidenti del genere è stato osservato come raramente l'uscita di servizio di una linea sia avvenuta per colpa di un solo isolatore sopra di una sola fase.

La ragione sembra sia la seguente:

Quando un isolatore « si stanca » e cede la fase corrispondente scende al potenziale di terra, mentre le altre due fasi salgono rispetto a quest'ultima alla tensione concatenata.

Ecco allora che elementi sani sulle due fasi soggette alla sopraelevazione subiscono il maggior cimento, cedendo a scariche superficiali, se le condizioni atmosferiche le facilitano.

Ed allora, mentre la prima fase che cade ha un solo elemento difettoso, per lo più per perforazione, le altre due presentano vari elementi scaricati superficialmente e più o meno capaci di tenere ancora l'esercizio, se le scariche non sono state sufficienti a spaccarli.

Il rimedio che a prima vista appare come il più logico è quello della messa a terra del neutro « franca ».

Senonchè, trascurando la questione delle armoniche, la messa a terra franca del neutro dà luogo a scariche così nutrite da fondere il conduttore, provocandone la caduta.

La bobina di Petersen potrebbe giovare, se più certo fosse il suo comportamento, ma anche per essa sono note le divergenze di vedute che ogni giorno più si accentuano.

Contro ogni sistema protettivo poi pare si erga la seguente considerazione:

La scarica elettrica si manifesta in tempi dell'ordine di 10^{-6} a 10^{-7} secondi, mentre l'onda di tensione cammina all'incirca colla velocità di 300 mila km/secondo.

Attivata quindi la scarica sopra di un isolatore essa ha anche tempo di formarsi sopra quelli delle altre fasi prima che il fenomeno elettrico si trasferisca alle stazioni, richiamando l'entrata in azione dei sistemi protettivi.

Vorrei riprodurre qui un interessante rapporto di riparazione di linea, per mostrare come risaltino chiaramente i fatti di cui sopra.

Ma ormai ho abusato troppo e chiudo, speranzoso di poter tornare altra volta sull'argomento degli isolatori in quanto essi oggi costituiscono la maggior preoccupazione degli esercenti di impianti elettrici nei climi salini, esercenti che hanno dovuto rassegnarsi all'unico rimedio che ancor resti: quello di tenere in servizio continuo squadre di « lavatori », almeno durante tutte le stagioni più critiche.

Publicazioni dell'A. E. I.

| | |
|--|--------------|
| L'ELETTROTECNICA — Ogni annata | L. 60,— |
| più per postali | 9,— |
| Abbonamento (nel Regno) | 60,— |
| « (estero) | Fr. oro 70,— |
| Un numero separato (nel Regno) | 2,50 |
| « (estero) | Fr. oro 3,— |
| più per postali | 1,— |
| STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA: | |
| Vol. I. - II° Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Provincie redente | 20,— |
| più per postali | 2,— |
| Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia | 20,— |
| più per postali | 3,— |
| Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione). | |
| L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - suo avvenire (broch.) | 2,50 |
| più per postali | 0,80 |
| CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia | 1,— |
| più per postali | 0,50 |
| NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici | 3,— |
| più per postali | 1,— |
| NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche | 4,— |
| più per postali | 1,— |

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sulla elettrificazione delle ferrovie e delle tramvie.

Riceviamo:

Richiamo l'attenzione di cotesta Spett. Redazione e dei lettori della «Elettrotecnica» sul nuovo Decreto⁽¹⁾ concernente provvedimenti per l'elettrificazione delle ferrovie in regime di concessione e delle tramvie extra urbane (23 Maggio 1924, N. 998, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale del Regno N. 152 del 30 Giugno 1924). Questo Decreto che era già stato elaborato dalla II^a Sezione del Consiglio Superiore delle Acque è particolarmente importante, oltre che per le notevoli facilitazioni che accorda per la elettrificazione delle Ferrovie e tramvie a vapore, per alcuni principi che diversificano questo decreto dai precedenti, e che sia in linea tecnica che finanziaria sono da segnalare anche in considerazione della loro estensione ad altre categorie di sovvenzioni statali.

Facendo parte della II^a Sezione del Consiglio Superiore delle Acque, avevo proposto e sostenuto vivamente cotesti principi che hanno avuto applicazione quasi integrale nel nuovo provvedimento legislativo, e perciò compiacendomi che la IV^a Sezione del Consiglio Superiore dei LL. PP. ed il Ministro abbiano disposto cotesto decreto, ritengo interessante di segnalarne i punti più rimarchevoli.

Cotesto decreto viene a sostituire ed integrare quello del 23 febbraio 1919 N. 303 per il quale erano concesse sovvenzioni per le costruzioni di nuove Ferrovie e tramvie extraurbane concesse entro due anni dalla data del decreto e per la elettrificazione di ferrovie e tramvie a vapore, i cui lavori fossero compiuti nel sessennio.

Il nuovo decreto a differenza del precedente che accordava per la elettrificazione una modesta sovvenzione fissa, parte dal principio di accollare interamente allo Stato la spesa per gli impianti fissi di elettrificazione, e all'art. 1 stabilisce:

«Potrà essere accordata una sovvenzione o supplemento di sovvenzione corrispondente alla quota annua di ammortamento ed interessi del capitale occorrente all'impianto del nuovo mezzo di trazione, quale risulta dal progetto esecutivo, non tenendo però conto delle spese di acquisto del nuovo materiale rotabile e di esercizio che dovranno essere a carico del concessionario».

E' però imposto un limite massimo a tale sovvenzione ed è stabilito che non potrà eccedere la misura di L. 10.000 per chilometro di binario elettrificato per anni cinquanta, corrispondente al tasso del 6% ad un capitale presente di circa L. 160.000. E' da notare che è stata pure accolta la proposta che la sovvenzione si estendesse alla vera lunghezza di binario elettrificato, compresi gli scambi, raccordi, ecc. e non già alla sola lunghezza della linea, come nelle precedenti disposizioni legislative.

La sovvenzione è riferita unicamente alla installazione fissa escluso il materiale mobile.

Una lacuna importante che è stata colmata in confronto delle precedenti leggi è stata quella di comprendere i sistemi di trazione che si servono della energia elettrica senza uso di impianti fissi, che in base alla suddetta norma di sovvenzione sarebbero stati esclusi con grave danno particolarmente per la trazione ad accumulatori.

Il nuovo decreto, accogliendo in parte la proposta della Commissione relatrice, e da me caldamente patrocinata, dispone che «ove per l'elettrificazione di una ferrovia venga adottato un sistema che non richieda l'uso di impianti fissi, potrà essere accordata una sovvenzione corrispondente alla quota annuale di ammortamento e di interessi del capitale occorrente all'acquisto della prima dotazione degli apparecchi mobili generatori della forza motrice».

Veramente la proposta era di comprendere anche gli impianti fissi di trasformazione e di immagazzinamento della energia, come mi parrebbe equo, ma tuttavia anche nella forma attuale questa è una grande facilitazione, che potrebbe essere decisiva per lo sviluppo della trazione ad accumulatori. Gli esercenti tramvie a vapore che adottino questo sistema avranno forniti dallo Stato sotto forma di sovvenzione, i locomotori per la trazione elettrica ad accumulatori.

In questa disposizione cadono tutti i sistemi di utilizzazione differita dell'energia elettrica, tali ad esempio i locomotori a fluidi compressi. E' probabile che vi si possano pure comprendere i sistemi benzina elettrici, Dieselelettrici a comando multiplo.

Tali apparecchi (locomotori) dovranno però essere consegnati allo Stato senza diritto di rivalsa nel caso di riscatto o di decadenza della concessione. Questa clausola si può solo comprendere ove lo Stato paghi all'atto del riscatto al concessionario l'ammontare delle sovvenzioni ancora da versare, perchè altrimenti lo Stato lucrerebbe su di un anticipato riscatto o decadenza.

⁽¹⁾ Vedasi più avanti (pag. 727) in questo stesso fascicolo.

Incidentalmente è da osservare che la dizione del Decreto al penultimo comma dell'art. 1 relativo a queste sovvenzioni contempla «la elettrificazione di una ferrovia» e escludendo perciò le tramvie, ove ciò non sia una omissione di compilazione o di stampa ne riesce poco comprensibile il motivo.

Le disposizioni dell'art. 2 sono pure rimarchevoli in quanto che consentono che ove il costo delle opere sia risultato maggiore o minore di quello previsto per fissare la sovvenzione, oltre l'alea del 15 per cento, abbia luogo una revisione della sovvenzione accordata.

L'art. 4 è da segnalare soprattutto per avere accolto nella legge la proposta della Commissione che i nuovi impianti ed il materiale mobile necessario alla elettrificazione possono essere direttamente provveduti, con riserva di proprietà, da Ente o persona diversa da quella del concessionario.

La disposizione è importante particolarmente nei riguardi degli esercenti imprese elettriche, perchè ove per la elettrificazione di una ferrovia o tramvia a vapore difetti la iniziativa del concessionario, ovvero gli manchino i mezzi, può sopprimere un'altra Società a costituire il piano del rame, per fornire la energia elettrica al trolley del locomotore.

La legge regola opportunamente i rapporti tra i vari enti, e stabilisce pure che ove avvenga la elettrificazione la concessione possa essere trasferita ad altro titolare.

Coteste nuove facilitazioni per la elettrificazione sono estese alle Ferrovie e Tramvie extraurbane di nuova concessione con un supplemento di sovvenzione nel limite massimo di L. 8000 al chilometro per anni 50.

La presente legge a differenza di quella che sostituisce del 23 Febbraio 1919 N. 303, non pone limite di tempo per le domande di concessione ed esecuzione degli impianti.

Ho ritenuto pregio dell'opera di segnalare e di commentare questo nuovo decreto che viene a porre su base stabile le norme legislative al riguardo delle sovvenzioni per la elettrificazione delle Ferrovie e tramvie, ed eleva il sussidio dello Stato fino a costituire il capitale necessario agli impianti fissi per la elettrificazione.

E' da ritenere che in seguito a cotesto decreto ed ove lo Stato dia la fiducia di essere solvibile nei riguardi dei sussidi e sovvenzioni accordate alla industria elettrica, la elettrificazione delle Ferrovie e tramvie per opera della iniziativa privata possa avere un notevole impulso.

Torino, 12 Settembre 1924.

Ing. ELVIO SOLERI.

:: SUNTI E SOMMARI ::

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

W. E. FORSYTHE — La temperatura e luminosità delle lampade a tungsteno. (G. E. R., dicembre 1923, pag. 830).⁽¹⁾

Le lampade a tungsteno che si fabbricano oggi sono di dimensioni e di tipi svariatissimi ed a seconda delle dimensioni e dei tipi varia in corrispondenza la temperatura alla quale i filamenti funzionano; tale temperatura è inoltre strettamente dipendente dal consumo specifico che si è realizzato.

Il filamento di tungsteno di una lampada nel cui interno sia praticato il vuoto può ritenersi tutto ad una medesima temperatura e la sua luminosità può quindi, in quelle condizioni, considerarsi praticamente uniforme; in realtà, la temperatura di quelle parti dei filamenti, che sono prossime ai supporti è leggermente inferiore a quella del resto del filamento. In una lampada ordinaria, tale differenza si aggira intorno ai nove gradi sopra una temperatura di 2500 gradi K. (2230 gradi centigradi), corrispondente ad un flusso luminoso di circa 10 lumen per watt. Non è così invece in una lampada tipo miniatura ovvero in una lampada in cui sia stato introdotto un gas. Si ha, in questo secondo caso, una perdita d'energia dovuta al riscaldamento dell'atmosfera gassosa e l'esperienza dimostra come tale perdita di energia essenzialmente dal diametro del filo, riducendosi relativamente coll'impiego di fili di sezione grande. Per ottenere l'effetto che corrisponderebbe ad un grande diametro, pure coll'impiego di un filo sottile, il filamento di una lampada ripiena di gas si suole avvolgere a spire serrate: è provato dall'esperienza che in queste condizioni, la perdita dovuta alla presenza del gas si riduce quasi allo stesso modo che se si fosse adottato un filamento dello stesso diametro della spira.

Le lampade a gas inerte di notevole potenza luminosa hanno, di fronte alle lampade più piccole dello stesso tipo, un consumo specifico inferiore e questo per due ragioni: in primo luogo i filamenti di maggiori dimensioni possono essere avvolti in spire più ampie; in

⁽¹⁾ Per il significato preciso dei termini fotometrici impiegati in questo articolo, si veda il «Vocabolario della Illuminazione» (Questo giornale, quest'anno, fascicolo del 15 luglio).

secondo luogo, essi possono essere portati a temperature più elevate senza che la piccola evaporazione che si verifica dalla superficie influisca sensibilmente sulla loro resistenza. I dati che qui si riportano sulle temperature delle lampade corrispondono alle temperature massime dei filamenti. I valori costituiscono, in generale, il risultato di un certo numero di misure eseguite su lampade differenti.

Quando si porta ad una temperatura sufficientemente elevata una sostanza solida, questa manda dapprima una luce intensamente rossa; coll'alzarsi della temperatura, la intensità luminosa cresce con grande rapidità e nello stesso tempo la luce diventa aranciata, con tendenza al bianco per elevatissime temperature. La luminosità dei corpi riscaldati dipende quindi essenzialmente dalla loro temperatura; tuttavia le sostanze, in genere, non sono ad una stessa temperatura egualmente luminose.

I corpi neri, i quali, quando son freddi, assorbono praticamente tutte le radiazioni da cui sono investiti, portati ad alta temperatura, diventano più luminosi di altri oggetti di colore diverso, che a temperatura ordinaria riflettono invece parte della luce che li colpisce.

Il termine di paragone a cui si riferisce tutto lo studio dell'emissione dei corpi è il «corpo nero» il quale assorbe teoricamente tutte le radiazioni da cui è investito. Il «corpo nero» si realizza in pratica mediante un recipiente le cui pareti, mantenute a temperatura costante ed uniforme, siano munite di un unico forellino. La emissione specifica del corpo nero (il forellino) è espressa dalla relazione seguente:

$$E_{\lambda} = c_1 \cdot \lambda^{-5} \cdot e^{-\frac{c_2}{T \lambda}} \quad (1)$$

nella quale λ è la lunghezza d'onda, espressa in micron, T è la temperatura, in gradi assoluti e c_1 , c_2 rappresentano due costanti; la (1) è sufficientemente valida per valori di λT interiori a 3000 e può quindi applicarsi per valori anche elevati di T a tutta la zona dello spettro visibile, in corrispondenza della quale λ può assumere al massimo il valore 0,8.

Tutti gli altri corpi, quando l'irradiazione sia provocata unicamente dal calore, sono, a parità di temperatura, meno luminosi del corpo nero. L'emissione specifica E' di un corpo qualunque, solido o liquido, ad una certa temperatura e lunghezza d'onda, si ottiene moltiplicando il corrispondente valore E per il corpo nero dato dalla relazione (1), per un coefficiente di emissione, ϵ , il quale è sempre minore dell'unità, pure variando con la natura della sostanza che si studia, con la lunghezza d'onda e con la temperatura.

Il Worthing riesci a determinare il potere specifico di emissione del tungsteno per vari valori di λ e di T , servendosi di un «corpo nero» particolare, costituito di un tubo di tungsteno, munito di un sottile foro radiale. E' chiaro come la misura in altre circostanze della emissione specifica del tungsteno, possa permettere (noto il coeff. di emissione) la determinazione della temperatura del corpo.

Nel presente studio, le temperature dei filamenti delle varie lampade sono state misurate facendo uso di un pirometro ottico, munito di una lastra di vetro rosso (schermo monocromatico).

I pirometri ottici permettono di misurare le temperature dei corpi in base alla loro luminosità paragonata colla luminosità del «corpo nero»; essi determinano quindi quelle che prendono il nome di «temperature di luminosità» o «temperature vere». Se, per una certa sostanza, la «temperatura di luminosità» è data per es., da 1500° K. essendo $\lambda = 0.665 \mu$, questo significa che quella sostanza, nelle condizioni in cui fu studiata, presenta una luminosità pari a quella del «corpo nero» a 1500° K., per $\lambda = 0.665 \mu$. La temperatura di luminosità e la temperatura vera del corpo sono poi legate dalla seguente relazione:

$$\left[\frac{1}{T} - \frac{1}{S} = \frac{\lambda \cdot \log \epsilon_{\lambda}}{C_{\lambda} \log_{10} e} \right]$$

in cui T è la temperatura vera, S la «temperatura di luminosità» ed ϵ_{λ} il coefficiente di emissione corrispondente alla lunghezza d'onda λ . Le «temperature di luminosità» del tungsteno furono così dal Worthing ridotte a temperature vere.

Nota la temperatura del filamento di tungsteno è possibile dedurre la sua luminosità, in lumen per cm², oppure lo splendore intrinseco, in candele per cm²; intendendosi qui in generale per splendore di una qualunque sorgente di luce il massimo valore che lo splendore assume nelle varie direzioni; conviene, a questo punto, considerare che la parte interna della spira di una lampada, in un'atmosfera di gas, è più luminosa della parte esterna; questo si deve al fatto che la luminosità della parte interna di una spira qualsiasi, risulta dell'irradiazione regolare che essa stessa determina e dalla riflessione dell'irradiazione emesso dalle altre spire. Ciò premesso, per la misura della luminosità dei filamenti, si sono seguiti tre metodi diversi: Il primo consiste nel dedurre direttamente la luminosità di un filamento, conoscendo la sua lunghezza e la sua sezione, quando se ne sia misurata la intensità sferica; il secondo, permette la misura della luminosità delle diverse sorgenti di luce, coll'impiego di un pirometro ottico il quale funzioni da fotometro di luminosità; circa il terzo metodo, è opportuno premettere che per «temperatura di colore» di una sorgente determinata di luce s'intende la temperatura a cui occorre portare il «corpo nero» perchè esso emetta una luce che sia, nel complesso, dello stesso colore della luce della sorgente studiata; ciò posto, il terzo metodo, il quale è solo applicabile

a filamenti a temperatura uniforme, consiste appunto nel misurare dapprima la «temperatura di colore» e la «temperatura di luminosità del filamento» per dedurre quindi la luminosità stessa in base a quella, nota, del «corpo nero». Indicando con B_{λ} la luminosità della sorgente studiata e con B_{BB} la luminosità del corpo nero presso alla «temperatura di colore» del corpo studiata, sussiste tra queste due grandezze la relazione

$$B_{\lambda} = \frac{B_{BB}}{K}$$

essendo K espresso dalla formula

$$\log K = \frac{C_2 \log e}{\lambda} \left(\frac{1}{T_c} - \frac{1}{S} \right)$$

in cui T_c rappresenta la «temperatura» di colore della sorgente studiata ed S la «temperatura di luminosità» relativa al valore λ della lunghezza d'onda. Si è così eseguita, in base a questi metodi, la misura dello splendore del tungsteno (candele per cm²) e del consumo specifico (lumen per watt) in funzione della temperatura (v. Tabella n. 2).

TABELLA I.

Temperatura e luminosità di filamenti lampade nel vuoto.

| Lampada | Lumen per watt | Temperatura K (assoluta) | Splendore in candele per cm ² |
|---------------------------|----------------|--------------------------|--|
| 50-watt carbone | 3.3 | 2115 | 55 |
| 50-watt Gem | 4. — | 2180 | 78 |
| 50-watt tantalio | 4.9 | 2160 | 53 |
| 10-watt tungsteno | 7.7 | 2355 | 128 |
| 25-watt tungsteno | 9.8 | 2450 | 191 |
| 40-watt tungsteno | 10.3 | 2475 | 212 |
| 60-watt tungsteno | 10.3 | 2475 | 212 |

TABELLA II.

Luminosità del tungsteno in funzione della temperatura.

| Temperatura (assoluta) | Lumen per watt | Luminosità |
|------------------------|----------------|------------|
| 1800 | 1.2 | 5.2 |
| 1900 | 1.9 | 10.4 |
| 2000 | 2.7 | 20.2 |
| 2100 | 3.8 | 35.8 |
| 2200 | 5.3 | 61.7 |
| 2300 | 6.9 | 105. — |
| 2400 | 8.9 | 155. — |
| 2500 | 11.2 | 234. — |
| 2600 | 13.6 | 343. — |
| 2700 | 16.9 | 482. — |
| 2800 | 19.8 | 679. — |

La Tabella I mostra invece quali relazioni corrano fra il consumo specifico, lo splendore e la temperatura di varie lampade a filamento nel vuoto; essa ci dice che ad una temperatura di 2450° K la lampada a filamento di tungsteno ha una «efficienza» di 10 lumen per watt, circa, cioè un consumo specifico di circa $\frac{1}{10} \times 4 \pi = 1,26$ watt per cand. media sferica; in queste condizioni, la vita della lampada è di

TABELLA III.

Temperatura e luminosità di varie lampade a tungsteno.

| Lampada | Lumen per watt | Temperatura (assoluta) | Temperatura di colore (assoluta) | Splendore del filamento in candele per cm ² |
|---|----------------|------------------------|----------------------------------|--|
| Lampade ordinarie a gas inerte, ampolla trasparente incolore: | | | | |
| 50 watt | 10 | 2685 | 2670 | 462 |
| 75 | 11.8 | 2735 | 2705 | 546 |
| 100 | 12.9 | 2760 | 2740 | 597 |
| 200 | 15.2 | 2840 | 2810 | 778 |
| 300 | 16.3 | 2855 | 2830 | 802 |
| 500 | 18.1 | 2930 | 2920 | 1000 |
| 1000 | 20. — | 2990 | 2980 | 1195 |
| 2000 | 21.2 | 3020 | 3000 | 1295 |
| Lampade speciali: | | | | |
| 1000 watt (proiezione) . | 24.2 | 3185 | 3175 | 2018 |
| 10 Kw | 31. — | 3350 | 3300 | 3034 |
| 30 | 31. — | 3350 | 3300 | 3034 |
| Lampade «Daylight»: | | | | |
| 200 watt | 10. — | 2860 | — | — |
| 500 | 11.2 | 2960 | — | — |
| Lampade fotografiche: | | | | |
| 750 watt | — | 3065 | — | — |
| 1500 | — | 3105 | — | — |

circa mille ore; coll'aumentare della temperatura, questa vita decresce però assai rapidamente, tanto che a 2800° K essa è ridotta intorno a sole 70 ore; la Tabella I comprende inoltre, a scopo di confronto, alcuni dati relativi a lampade a filamento di carbone ed a filamento di tantalio. La lampada 60-watt, a filamento di tungsteno nel vuoto, che venne introdotta alcuni anni fa, veniva allora tarata per una efficienza di 7,8 lumen per watt; dalla Tavola I si rileva che oggi vien fatta funzionare a circa 10,3 lumen per watt, profittando della fabbricazione più accurata e meglio controllata delle lampade stesse.

Nella Tabella III sono riportati alcuni valori della efficienza (lumen per watt), della temperatura di colore e dello splendore di lampade a filamento di tungsteno a gas inerte. Le lampade considerate nella prima parte della tabella sono tipi comuni di lampade a vetro trasparente. Confrontando la Tabella III con la Tabella II si rileva di quanto sia stato possibile aumentare la efficienza delle lampade; elevando la temperatura, senza influire tuttavia sulla durata delle lampade stesse, mediante la introduzione del gas inerte.

TABELLA IV.

Splendore dei filamenti e dei bulbi di alcune lampade e di alcune altre sorgenti di luce.

| Lampada | Splendore dello: | Splendore in candele per cm ² |
|---|-------------------------|--|
| Lampada a petrolio. | Stoppino piatto | 1.2 |
| » a filamento di carbone, 4-watt per c. | Filamento | 55. — |
| Lampada vacuum a tungsteno 40-watt | Filamento | 212. — |
| Lampada vacuum a tungsteno 40-watt | Bulbo smerigliato | 2.5 |
| Mazda bianca 50-watt white | Filamento | 408 |
| Mazda bianca 50-watt. | Bulbo | 1.3 |
| Mazda bianca 75-watt a colore applicato | Filamento | 546 |
| Mazda bianca 75-watt a colore applicato | Bulbo | 2.1 |
| Mazda 2000-watt a gas inerte | Filamento | 1295 |
| Mazda 2000-watt a gas inerte | Interno spirale di filo | 3000 |
| Mazda 2000-watt a gas inerte | Bulbo smerigliato | 130 |
| Sole, osservato alla superficie terrestre | — | 165.000 |
| Cielo sereno, valor medio. | — | 0.4 |

Le lampade speciali, di cui nella Tabella III non hanno una vita lunga come quella delle lampade ordinarie; le lampade 10 kW e 30 kW constano ciascuna di quattro spire compiane; nella lampada 10 kW il piano occupato dalle spire è di circa 4 x 5 cm, mentre nella lampada 30 kW le sue dimensioni sono di 7 x 10 cm; è interessante osservare, inoltre, che la lampada 10 kW ha un'intensità di 40.000 candele nella direzione normale alle spire, mentre la lampada 30 kW presenta nella stessa direzione un'intensità di 100.000 candele; questo, in altri termini, vuol dire che la lampada 10 kW è capace di produrre alla distanza di 60 cm dal piano delle spire la stessa illuminazione determinata dal sole, in piena estate (circa 100.000 lux); la lampada 30 kW realizza questa medesima illuminazione alla distanza di circa un metro piano delle spire; tenendo presente, d'altra parte, che, pur essendo la temperatura di ciascuna di queste lampade molto inferiore alla temperatura del sole, la quantità totale di calore che esse irradiano alle distanze riportate sopra, supera di gran lunga quella irradiata dal sole.

Nella terza parte della tavola, figurano ancora le temperature di alcune lampade speciali a bulbi bleu (daylight) e delle lampade impiegate in fotografia. Le prime funzionano ad una temperatura più elevata, rispetto alle lampade a bulbi trasparenti di eguali dimensioni e durano perciò di meno (750 ore) (la minore efficienza è dovuta all'azione del vetro colorato); le lampade fotografiche funzionano ad una temperatura ancora leggermente più alta e questo allo scopo di aumentare la intensità nella zona bleu dello spettro.

La Tabella IV comprende alcuni dati sullo splendore dei bulbi e dei filamenti di alcune lampade a tungsteno ed in essa sono riportati gli splendori di altre sorgenti di luce, a scopo di confronto. I dati mostrano come il massimo splendore dei diversi tipi di lampade, sia ridotto notevolmente dall'impiego di bulbi smerigliati o colorati.

I. p.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

H. H. ADAMS — *Vetture tramviarie leggere a due carrelli.* (E. R. J., 5 aprile 1924, pag. 543).

Questo nuovo tipo di vettura è stato studiato dalle tramvie di Chicago. Si tratta di vetture a due carrelli ed a due motori, equipaggiate per funzionare singolarmente od in trazione multipla con treni di due o più vetture.

Le vetture sono provviste di porte automatiche, con comando pneumatico, su entrambi i lati di ciascuna piattaforma così che, funzionando in trazione multipla, si viene ad avere il carico dei passeggeri al centro del treno ciò che ne rende più uniforme la distribu-

zione nell'interno. Nella costruzione della vettura si è cercato di realizzare la massima leggerezza pur senza sacrificare nulla alla robustezza dell'insieme ed alla comodità dei passeggeri. La relazione dà tutti i dettagli costruttivi dell'intelaiatura, dell'arredamento interno e della copertura.

L'equipaggiamento elettrico è costituito da due motori da 60 HP a 600 volt con 725 ÷ 770 giri che l'autore giudica preferibile a quello tipico di quattro motori da 35 HP perchè consente:

- minore peso a parità di potenza, o quasi;
- minore costo;
- minore velocità di rotazione del motore;
- minori spese di manutenzione.

Dove però si abbiano linee con pendenze superiori al 50 per mille, l'equipaggiamento a quattro motori appare ancora il meglio adatto.

I carrelli sono più leggeri di quelli per quattro motori ed hanno una coppia di ruote motrici del diametro di mm 710, ed una coppia di ruotini di guida del diametro di mm 530.

Le vetture sono provviste di stufe di riscaldamento tanto nell'interno (22 stufe da 400 watt) quanto sulle piattaforme (2 stufe da 1200 watt). Le prime sono provviste di regolazione automatica, mentre queste ultime hanno un comando indipendente. I sedili sono trasversali, affacciati a distanza di 75 cm fra le mezzarie e con cuscini elastici; la vettura è a corridoio centrale. I giunti di accoppiamento sono automatici anche per le tubazioni dell'aria compressa.

Le dimensioni principali della vettura sono le seguenti:

| | | |
|---|---|--------|
| Lunghezza massima | m. | 14,90 |
| » della cassa (escluse le piattaforme) | » | 10,— |
| » delle piattaforme | » | 2,45 |
| Larghezza della cassa | » | 2,60 |
| Altezza sul piano del ferro | » | 3,50 |
| Distanza fra i perni dei carrelli | » | 6,70 |
| Numero dei posti a sedere | } nell'interno della vettura sulle piattaforme complessivamente | 48 |
| | | 6 |
| | | 54 |
| Peso previsto per la vettura completamente attrezzata | kg. | 17,120 |
| Peso aderente | » | 11,000 |

La ripartizione dei pesi è la seguente:

| | Peso complessivo | Percentuale |
|---|--|-------------|
| Cassa | kg. 6500 | 38,27 |
| Carrelli e ruote | » 4600 | 26,85 |
| Equipaggiamento elettrico | <div> <div>motori . . . Kg. 2260</div> <div>controller e accessori > 720</div> </div> | 17,33 |
| Freno ad aria e tubazioni | | |
| Freno a mano, arredamento interno e accessori | » 800 | 4,63 |
| Apparecchi automatici di accoppiamento | » 1800 | 10,41 |
| | » 440 | 2,51 |
| | kg. 17,120 | 100,— |

g. a. r.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

Il Congresso dell'Associazione Nazionale Ingegneri e l'interconnessione degli impianti elettrici.

L'A.N.I.A.I. in occasione del suo Congresso Generale tenutosi a Firenze in questi giorni ha discusso a mezzo della Sezione seconda il tema:

« Coordinamento e collegamento degli impianti elettrici e delle grandi linee di trasmissione di energia (con le subordinate questioni dei limiti da assegnare alla servitù di elettrodotto e ad eventuali interventi dello Stato per la ripartizione fra diverse regioni della energia da ritenersi pertinente a sorgenti di riserva nazionale) ».

La Presidenza Generale dell'A. N.I.A.I. aveva incaricato il Chiarissimo Ing. Comm. Piazzoli, Direttore dell'Azienda Elettrica Municipale di Milano, di estendere una Relazione anche per prendere in considerazione i voti che sull'importantissimo tema erano stati emessi da parecchie Sezioni dell'A.N.I.A.I. delle quali la maggioranza si era esternata solo sul lato tecnico della questione concernente i collegamenti e le interconnessioni, mentre poche soltanto avevano preso in esame, fra le subordinate questioni, anche il delicato argomento relativo alla ingerenza dei Comuni nelle controversie fra distributori e privati consumatori.

La dotta ed elaboratissima relazione del Comm. Piazzoli fu nella sua quasi totale integrità favorevolmente commentata nella lunga e animata discussione cui essa diede luogo ed alla quale presero parte moltissimi ingegneri presenti e molti nostri colleghi dell'A.E.I. fra cui il nostro Presidente Generale Prof. Sartori. Più volte interloquirono l'Ing. Civita, Direttore della A.E.I.E. e l'Ing. Bonomi, Direttore dell'A.N.I.E.L., mentre il Presidente della Sezione, Ing. Santarelli condusse i lavori con quel tatto che tutti gli riconoscono guadagnandosi il plauso generale. Furono sempre presenti i vari membri della Presidenza dell'A.N.I.A.I. fra cui il Presidente generale, on. Mauro, che più volte intervenne con la sua consueta incisività di discorso e forbitezza di eloquio.

Riservandoci di dare in un prossimo numero il testo esatto delle deliberazioni prese dalla Assemblea generale possiamo intanto comunicare che la Sezione fu unanime nel riconoscere che allo stato attuale della tecnica la interconnessione degli impianti per effettuare scambi di energia è soltanto possibile per via di accordi, che la legislazione vigente benissimo permette, mentre pericoloso potrebbe riuscire, per il rapido sviluppo ed incremento degli impianti elettrici, uno speciale disciplinamento di questa delicatissima materia da parte dello Stato.

Ad unanimità fu pure affermato il concetto che la legge sull'elettricità del 1894, con i temperamenti e decreti integrativi venuti di poi, possa ancor oggi perfettamente corrispondere ai bisogni della industria, e che pertanto non si ravvisa la opportunità di modificarla, anche per non svisarne — eventualmente — lo spirito informativo, che consenti il mirabile sviluppo dei nostri impianti.

Più lunga ed animata fu la discussione sul punto concernente la codificazione dell'intervento dei Comuni per dirimere eventuali controversie di rapporti economici fra enti distributori e privati consumatori.

Il voto emesso su questo punto speciale, che ebbe consenziente anche l'Ufficio di Presidenza Generale della A.N.I.A.I. e che alla fine raccolse la unanimità — nella seduta plenaria del Congresso a sezioni riunite, — premesso il riconoscimento del carattere di necessità pubblica ormai assunto dalla distribuzione di energia elettrica, intende che sia continuato lo studio dell'interessante problema, e dà mandato alla Presidenza Generale dell'A.N.I.A.I. di presentare proposte concrete circa il modo con cui potranno dirimersi eventuali controversie, autorizzandola a prendere contatto, per espletare il suo mandato, con altre Associazioni particolarmente competenti.

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

Istituti, Scuole, ecc. — Si riaprono in questi giorni le Scuole Radiotecniche Italiane annesse al R. Istituto Tecnico « C. Cattaneo » di Milano.

Per tutti gli schiarimenti rivolgersi alla Segreteria della Scuola, in via Cappuccio, 2.

DECRETI, LEGGI E REGOLAMENTI

Provvedimenti per l'elettrificazione delle ferrovie in regime di concessione e delle tramvie extra-urbane.

Regio Decreto-legge 23 maggio 1924, n. 998, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale del Regno del 30 giugno 1924.

Art. 1. — Per la elettrificazione delle ferrovie e delle tramvie extra-urbane a vapore esistenti, concesse all'industria privata, oltre le proroghe consentite dalle lettere a) e b) dell'art. 5 del decreto Luogotenenziale 23 febbraio 1919, n. 303, potrà essere accordata una sovvenzione o supplemento di sovvenzione corrispondente alla quota annua di ammortamento ed interessi del capitale occorrente all'impianto del nuovo mezzo di trazione, quale risulta dal progetto esecutivo, non tenendo conto delle spese di acquisto del nuovo materiale rotabile e di esercizio che dovranno essere a carico del concessionario.

Detta sovvenzione non potrà eccedere la misura di L. 10.000 a chilometro di binario elettrificato per anni cinquanta; e verrà corrisposta con decorrenza dalla data di attivazione del nuovo mezzo di trazione e per il tempo da stabilirsi nel nuovo atto di concessione.

Ove per l'elettrificazione di una ferrovia venga adottato un sistema che non richieda l'uso di impianti fissi, potrà essere accordata una sovvenzione corrispondente alla quota annuale di ammortamento e di interessi del capitale occorrente all'acquisto della prima dotazione degli apparecchi mobili generatori della forza motrice.

In caso di riscatto o di decadenza della concessione, il concessionario dovrà consegnare allo Stato tali apparecchi in piena efficienza senza diritto di rivalsa.

Art. 2. — Quando le mutate condizioni del costo della mano d'opera e delle materie prime sono tali da portare, rispetto alla stima allegata al progetto esecutivo, e fermi peraltro restando i quantitativi di opere in questo previsti, un aumento o una diminuzione di spesa eccedenti l'alea di costruzione nella misura del 15 per cento, potrà farsi luogo alla revisione della sovvenzione accordata per la parte eccedente il detto 15 per cento.

Il mantenimento delle suddette condizioni deve essere denunciato dal concessionario al concedente nel tempo stesso in cui è legittimamente da presumersi che egli dovesse averne conoscenza, pena la decadenza del diritto di richiedere la revisione suaccennata. Il concedente potrà nel caso in cui l'aumento di spesa si verifichi prima dell'inizio dei lavori, revocare o sospendere l'autorizzazione e la sovvenzione accordata.

Il concessionario non potrà avvalersi della suddetta facoltà quando siano intervenute delle proroghe ai termini fissati per l'inizio o per il compimento dei lavori, non dovute a causa di forza maggiore e dipendenti dalla volontà di lui.

Art. 3. — L'autorizzazione ad elettrificare sarà accordata in base ad un piano finanziario da cui ne risulti la convenienza anche in riguardo alla situazione di bilancio dell'azienda.

A tale scopo l'Amministrazione potrà esperire sui documenti con-

tabili delle aziende le indagini che riterrà opportune al fine di accertare tale situazione.

Tenute presenti le condizioni dell'azienda e le finalità da raggiungersi con l'elettrificazione è in facoltà dell'Amministrazione di sostituire la sovvenzione suindicata con la rinuncia totale o parziale nella misura e nel tempo, alla compartecipazione dei super-prodotti che si verificassero per effetto del mutamento del sistema di trazione.

Tale rinuncia potrà, d'altra parte, essere accordata anche in aggiunta alla sovvenzione, ove ciò risulti necessario.

Art. 4. — Ai fini dell'elettrificazione l'Amministrazione governativa potrà consentire al concessionario di una ferrovia o tramvia a vapore, già esistente, di trasferire la concessione ad altro titolare, anche se tale facoltà non sia espressamente prevista nella convenzione originaria.

Potrà anche essere ammessa la modificazione o trasformazione dell'Ente concessionario quando si tratti di Società commerciali.

Potrà inoltre essere permesso che i nuovi impianti e il materiale mobile necessario alla elettrificazione siano direttamente provveduti, con riserva di proprietà, da Ente o persona diversa da quella del concessionario, purchè siano rese note al Governo e da questo approvate le pattuizioni all'uopo stabilite tra elettrificatore e concessionario e le eventuali loro successive modificazioni. In tali patti dovranno essere determinati per categorie, e, ove occorra, singolarmente, gli immobili e il materiale mobile di appartenenza del primo.

Alla scadenza della concessione, gli immobili di proprietà dell'elettrificatore dovranno, insieme a quelli appartenenti al concessionario, essere consegnati:

a) per le ferrovie al Governo;

b) per le tramvie agli Enti locali proprietari delle strade nello stato e nei modi di cui — rispettivamente — agli articoli 186 e 260 del testo unico 9 maggio 1912, n. 1447.

Gli oggetti mobili saranno, e nei modi che gli atti di concessione avranno stabilito, acquistati, per le ferrovie, dallo Stato, e per le tramvie, dagli Enti proprietari delle strade che verseranno direttamente al proprietario il prezzo dovuto.

In caso di riscatto della ferrovia lo Stato verserà direttamente all'elettrificatore il prezzo delle sue proprietà mobili da stabilirsi, secondo le norme dell'art. 188 del citato testo unico, nonchè l'annualità prevista nella stessa disposizione di legge o in quella del successivo art. 190, per la parte che tra concessionario ed elettrificatore fosse stato convenuto come spettante a quest'ultimo, fatta salvezza di quanto è stabilito nell'ultimo capoverso dell'art. 1.

In caso di decadenza della concessione della ferrovia o tramvia sarà riconosciuto all'elettrificatore un diritto preferenziale di subingresso nella concessione alle stesse condizioni del concessionario decaduto, ove peraltro la decadenza non sia dipesa dal fatto di lui. Quando esso rinunci ad avvalersi di tale diritto, gli sarà riconosciuto in caso di ferrovia, e per la parte dell'impianto elettrico non ancora ammortizzato, un credito privilegiato, dopo quelli dello Stato, per il valore di stima della sua proprietà, sul prezzo d'asta della ferrovia. Trattandosi di tramvia, gli enti locali proprietari delle strade avranno per i mobili gli stessi diritti ad essi riconosciuti come sopra in caso di scadenza della concessione, e, per gli immobili, avranno il diritto di rilevarli per la parte non ancora ammortizzata, se e nei modi che gli atti di concessione avranno stabilito per il caso di decadenza.

Tanto per ferrovie che per tramvie, un privilegio conforme a quelli stabiliti dall'art. 1958 del Codice civile sarà dato, su quanto il concessionario potrà vantare verso lo Stato nei casi suesposti, a chi lo abbia sovvenuto di capitali o materiali ai fini dell'elettrificazione, per le somme ad esso dovute per tale causa.

Art. 5. — L'autorizzazione all'elettrificazione sarà concessa per decreto Reale su proposta dei Ministri per i lavori pubblici e per le finanze, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici.

Art. 6. — I decreti di cui all'art. 5 avranno valore di dichiarazione di pubblica utilità agli effetti della legge 25 giugno 1865, numero 2359.

Art. 7. — Per le ferrovie e le tramvie extra-urbane di nuova concessione che si intenda impiantare a trazione elettrica, potrà essere accordato:

a) per le ferrovie, in deroga all'ultimo comma dell'art. 1 del decreto Luogotenenziale 23 febbraio 1919, n. 303, un supplemento di sovvenzione fino al limite massimo di L. 8000 al chilometro per anni 50. Tale supplemento, in caso di scissione del piano finanziario a norma dell'art. 4 del R. decreto-legge 8 luglio 1919, n. 1327, sarà conglobato con la seconda quota di sussidio da attribuire, secondo detta disposizione di legge, all'armamento, completamento ed esercizio della linea;

b) per le tramvie extra-urbane, in deroga all'ultimo comma dell'art. 3 del citato decreto Luogotenenziale 23 febbraio 1919, n. 303, un supplemento di sovvenzione nella stessa misura massima di L. 8000 al chilometro per anni 50.

Art. 8. — Le disposizioni di cui agli articoli 156 del testo unico 9 maggio 1912, n. 1447, e 10 del decreto Luogotenenziale 23 febbraio 1919, n. 303, sono estese a tutti gli atti riguardanti l'elettrificazione delle ferrovie e delle tramvie a norma del presente decreto, compresi gli atti riguardanti le provviste di materiali, nonchè gli appalti per l'impianto elettrico, esclusi gli atti riguardanti la provvista dell'energia elettrica.

Art. 9. — Con decreto del Ministro per le finanze sarà provveduto ad iscrivere nella parte ordinaria del bilancio del Ministero dei lavori pubblici il fondo occorrente per far fronte alle sovvenzioni

o supplementi di sovvenzioni da concedersi in base alle norme del presente decreto.

Art. 10. — Il presente decreto sarà presentato al Parlamento per la conversione in legge.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserito nella raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e farlo osservare.

Dato a Roma, addì 23 maggio 1924.

VITTORIO EMANUELE

MUSSOLINI — CARNAZZA — A. DE' STEFANI.

Visto, il Guardasigilli: OVIGLIO.

Registrato alla Corte dei conti, con riserva, addì 27 giugno 1924. Atti del Governo, registro 225, foglio 170. — GRANATA.

:: Note Politiche, Economiche e Finanziarie ::

Movimento delle Società Elettriche nel mese di Agosto e Settembre.

BILANCI E DIVIDENDI.

Soc. Italiana per Conduttori Elettrici Isolati — Livorno. — Capitale L. 4.500.000.

Il bilancio dell'esercizio 1923-24 presenta un utile di L. 453.104 sul quale viene distribuito agli azionisti un dividendo di L. 5 per azione.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Società Friulana di Elettricità — Udine.

In Assemblea straordinaria è stato deciso di aumentare il capitale sociale da L. 3.500.000 a L. 4.200.000 elevando il valore nominale delle azioni da L. 250 a L. 300 mediante il passaggio a capitale di L. 700.000 dalla riserva straordinaria. Successivamente il capitale viene portato a L. 7.500.000 mediante emissione di 11.000 azioni da L. 300. Delle nuove azioni, 3760 costituiscono l'apporto della Società Elettrica del Barman e della Società Idroelettrica del Friuli Centrale, che vengono assorbite dalla Soc. Friulana di Elettricità.

Società Bergamasca — Bergamo.

Venne aumentato il capitale sociale portandolo da L. 20.000.000 a L. 30.000.000 mediante emissione di 10.000 nuove azioni da L. 100.

Società Forze Idrauliche dell'Appennino — Roma.

E' stata revocata la già deliberata riduzione del capitale sociale il quale rimane perciò di L. 1.300.000.

L'Unione Consumatori Energia Elettrica LUCE — Milano.

E' stato deliberato l'aumento del capitale da L. 20.000 a L. 300.000 mediante emissione di 2800 azioni da L. 100.

COSTITUZIONI E SCIoglimenti di Società.

Officina Elettrotecnica Ferdinando Larghi e C. — Milano.

Si è costituita in Milano questa Anonima per la costruzione di apparecchi elettrici.

Fabbrica di Apparecchi Radiotelefonici F.A.R. — Livorno.

Si è costituita questa Soc. Anonima per la produzione di materiale radiotelefonico. Il capitale di L. 275.000 è diviso in 2750 azioni da L. 100.

Compagnia Radio-Telefonica Italiana — Roma.

Si è costituita con capitale di L. 300.000 in 600 azioni da L. 500.

Soc. An. Gestione Officine Elettriche — Torino.

Si è costituita questa Soc. An. per la costruzione e l'esercizio di impianti idroelettrici. Il capitale è di L. 500.000, distribuito in 1000 azioni da L. 500.

Società Prodotti Elettrolitici — Torino.

Con capitale di L. 350.000 diviso in 3500 azioni da L. 100 si è costituita questa Anonima per l'esecuzione e l'esercizio di impianti elettrolizzatori.

* *

Vento di bonaccia sulla stanca Europa. La Conferenza di Londra ha superato gli ultimi scogli e la navicella della pace sembra entrata in mare più tranquillo.

Accennavamo nelle ultime Note come l'ostacolo più grave fosse costituito dalla reciproca diffidenza della Francia verso la Germania e dei banchieri verso la Francia. Per la fortuna d'Europa si trovò modo di girare l'ostacolo con una formula riconosciuta soddisfacente da tutti i contendenti. Tale formula consiste in un progetto di origine francese, per un arbitrato generale sulle inadempienze, i trasferimenti di capitale, e le forniture in natura da parte della Germania. Risolta così la questione di dare sicurezza alla Francia di fronte alle eventuali inadempienze tedesche, era rimossa la difficoltà maggiore, fonte di tutte le altre complicazioni, e incubo dominante di tutta la politica francese. Lode incondizionata va data al Ministro francese Herriot per avere coraggiosamente superato la mentalità

dei suoi predecessori e per avere arditamente affrontato l'opinione pubblica di una gran parte del suo Paese.

Ricostituita così l'unità interalleata con una cordialità, non più turbata da diffidenze e sottintesi, fu possibile affrontare alla Conferenza di Londra l'aperta discussione coi Delegati Germanici. Per la prima volta la Germania era chiamata ad un consesso internazionale da pari a pari, per discutere e non per ricevere ordini. Un'atmosfera nuova avvolgeva la Conferenza, ed i tedeschi dimostrarono questa volta di saperla sentire e di sapersi adattare alla lealtà degli avversari.

La discussione fu ampia e laboriosa e si attraversarono crisi angosciose e momenti di dubbio sconcertanti. Da parte tedesca si insisteva specialmente per ottenere un immediato sgombero dei territori occupati dai Francesi e parve per qualche giorno che intorno a questo punto dovesse naufragare tutto il lavoro della Conferenza. L'importanza del momento era così ben compresa dalle delegazioni francese e tedesca che Herriot credette necessario interrompere la sua permanenza a Londra con una rapida corsa a Parigi per consultarsi coll'intero Gabinetto francese, mentre i delegati tedeschi erano, si può dire, in collegamento telegrafico permanente con Berlino.

Alla fine, la buona volontà di tutti trionfò delle ultime difficoltà e l'accordo venne raggiunto con soddisfazione generale su tutti i punti. Venne stabilito che la Ruhr sarebbe stata sgombrata dalle truppe francesi entro il limite massimo di un anno: i territori occupati fuori dalla Ruhr saranno sgombrati subito. I ferrovieri francesi e belgi saranno ritirati. Verrà promulgata una amnistia generale pei delitti commessi durante la occupazione. D'altra parte la Germania si piega ad accettare tutte le condizioni, senza dubbio onerose, necessarie alla realizzazione del piano Dawes, che abbiamo altra volta esposto, comprese quelle relative alla azienda ferroviaria sulle quali si erano appuntate le ultime resistenze tedesche. La Germania accetta pure di continuare tutti i versamenti in natura per conto riparazioni, cosa questa del più alto interesse specialmente per l'Italia.

Le conclusioni di Londra vennero portate in discussione davanti ai Parlamenti di Parigi e di Berlino. Nonostante la opposizione, vivace ma forse non interamente sincera, dei gruppi nazionalisti di entrambi i Paesi, gli accordi di Londra vennero approvati a grande maggioranza. Il patto di Londra poté quindi essere firmato dalle Potenze il 31 agosto, data che resterà certamente memorabile, segnando, a detta dello stesso ministro Herriot, «il principio della pace, della vera pace».

E' superfluo insistere sulla importanza che gli accordi di Londra, se lealmente osservati e tradotti in atto, indubbiamente avranno sulla economia europea. E' invece importante notare altre indirette conseguenze a riflesso economico degli accordi stessi. Alla questione delle riparazioni tedesche è infatti indissolubilmente legato l'altro assillante problema dei debiti interalleati.

Le due questioni sono così connesse per natura loro che, acrobazie logiche di finanzieri naurosi né accorgimenti formali di uomini politici, possono disgiungerle. Ed infatti nella stessa Conferenza di Londra la sistemazione dei debiti interalleati, per quanto a priori e formalmente esclusa dalla trattazione, affiorò spontaneamente più volte. I Delegati italiani e francesi non lasciarono naturalmente sfuggire nessuna occasione per mettere in evidenza la necessaria interdipendenza delle due questioni, riuscendo anche a far inserire un'allusione al futuro regolamento dei debiti interalleati nel discorso di chiusura della Conferenza, pronunciato da Mac Donald. E' certo che coloro i quali tanto hanno fatto per ottenere dalla Francia che venisse alleggerito il gravame delle riparazioni al nemico vinto, non possono pretendere di addossare agli alleati vincitori un gravame maggiore, come si verificherebbe se l'importo dei debiti francesi e italiani non venisse diminuito. A Londra venne seriamente ventilata la proposta di una nuova Conferenza da convocarsi nel prossimo novembre, appunto per discutere la sistemazione dei debiti interalleati.

La pace d'Europa è ora affidata alla lealtà Germanica; il prossimo futuro dirà se la fiducia che gli Alleati hanno dimostrato nel Governo tedesco fu ben riposta. Certo non mancano i dubbi ed i timori. La fronda nazionalista non disarma in Germania e ne è sintomo lo stesso vigore delle discussioni avvenute al Reichstag sulle conclusioni di Londra: la necessaria maggioranza fu raggiunta soltanto perchè una quarantina di deputati nazionalisti votarono a favore. Subito dopo si apprese che il Governo tedesco, per dar soddisfazione alla destra, si apprestava a pubblicare un documento ufficiale di protesta contro l'accusa lanciata alla Germania e ribadita dal Trattato di Versailles, circa la responsabilità della guerra. Solo l'energico intervento alleato e l'insurrezione violenta della pubblica opinione francese riuscì a far fallire la mossa del Governo tedesco, la quale rimane tuttavia un sintomatico avvertimento sui veri sentimenti della Germania pseudoconcostrita e un nuovo documento della incomprendenza e della mancanza di senso d'opportunità caratteristiche di quella Nazione. Tuttavia bisogna riconoscere che non appena ottenuta dal Reichstag l'approvazione degli accordi di Londra, il Governo tedesco ha proceduto con lodevole sollecitudine ad innanziare la attuazione.

La Commissione delle Riparazioni ha infatti dovuto riconoscere come realmente avvenuta la promulgazione delle leggi tedesche necessarie a realizzare il piano Dawes. Il nuovo commissario delle Potenze, designato come Agente generale dei pagamenti alle riparazioni, ha iniziato il suo delicato lavoro.

La Germania ha anche effettuato alla Reichsbank in conto dell'Agente generale, il primo versamento di 20 milioni di marchi oro,

secondo quanto era stato stabilito a Londra, e due nuovi versamenti saranno effettuati fra breve tempo. Da parte francese si è dato inizio alla soppressione delle misure fiscali e militari nelle zone occupate.

Può così dirsi veramente che l'accordo di Londra è ormai entrato in una fase di felice attuazione.

Il buon successo della Conferenza di Londra ha fatto sorgere l'idea di una nuova Conferenza per il disarmo terrestre, sull'esempio di quella, coronata da un relativo successo, sul disarmo navale. Il progetto pare debba essere attuato con una certa sollecitudine; ma, se anche la Conferenza per il disarmo si riunirà non è lecito nutrire troppe illusioni sulla possibilità di giungere ad accordi concreti e realizzabili su un tema così scottante, destinato purtroppo, per lunghi anni ancora, indubbiamente a restare un bel sogno irrealizzabile.

Le Conferenze internazionali sono evidentemente la gran moda del momento. Dopo quella interalleata di Londra, e quella pure di Londra fra Alleati e Tedeschi, mentre matura il progetto di quelle per i debiti e per il disarmo, si è aperta a Ginevra una nuova sessione della Società delle Nazioni. L'augusto consesso continua ad occuparsi delle più ardue e più vaste questioni mondiali, sulle quali tuttavia la sua voce non sembra riesca troppo efficace presso le Potenze quando si tratti di passare all'atto pratico. Ad ogni modo dopo avere esaminato il problema della repressione della schiavitù, il Consiglio della Società affrontò la questione del controllo militare nei paesi ex nemici e l'altra anche più ardua e scottante dell'arbitrato e del disarmo.

La profonda diversità di opinioni che regna su questo argomento presso i Governi si è subito manifestata vivacemente, compromettendo il successo dei lavori del Consiglio. Se tutti auspicano al disarmo e all'arbitrato non tutti sono d'accordo sui mezzi per realizzarlo. Mentre la Francia insiste specialmente sugli accordi per la mutua garanzia che dovrebbero precedere il disarmo, da altri e specialmente da parte inglese si ritiene che la sicurezza non possa essere garantita da soli accordi militari ma debba basarsi su uno spirito generale di conciliazione a preparare il quale si ritiene necessario un generale disarmo. Fra queste due discordanti concezioni si è inserita una esposizione del Delegato italiano Schanzer il quale ha specialmente messo in rilievo la importanza della sovranità dei singoli Stati che non può essere intaccata opponendosi recisamente al concetto di permettere accordi particolari di garanzia fra gruppi di Stati considerati come mezzo per attuare la garanzia generale. I concetti dell'on. Schanzer hanno riscossa l'approvazione della grande maggioranza dei Delegati ed hanno costituito la linea direttiva delle successive discussioni. Tuttavia il Consiglio ha affrontato il tema dell'arbitrato obbligatorio e delle sanzioni agli Stati che si sottraggano ad esso. Un completo protocollo sull'argomento sta per essere approvato e costituisce il maggiore sforzo, fino ad ora attuato, per la repressione delle guerre. E' stata anche regolata la questione della sorveglianza sul disarmo della Germania, che sarà d'ora in poi effettuata non più dagli Alleati, ma dalla stessa Società delle Nazioni.

Mentre si vanno diradando le nubi sul settore franco-tedesco, nuove preoccupazioni si destano per la situazione balcanica. L'irrequietudine continua in tutti i Paesi della bellicosa penisola e avvenimenti gravi vanno indubbiamente maturando. In Grecia lo stato di rivolta militare è ormai divenuto cronico. Il Governo Bulgaro si regge a fatica contro il fermento comunista sostenuto dalla attiva propaganda russa: già si parla di un probabile intervento armato in sostegno del Governo attuale da parte degli Stati confinanti; l'ipotesi apre il campo alle più gravi eventualità.

Anche nella Spagna la situazione non è rassicurante mentre perdura il malcontento interno, e la situazione al Marocco va sempre più aggravandosi. L'insurrezione dei mori ha anzi guadagnato terreno anche sulla zona francese che da anni di manteneva tranquilla.

Agitazioni anti-inglesi si sono verificate nel Sudan; in India perdura la propaganda nazionalista e lo stato di grande tensione. Nel quadro politico generale va ricordata la grave insurrezione avvenuta nel Brasile, nello Stato di San Paolo, che causò danni economici rilevanti anche a molte Piste Italiane. Nella Cina si svolge una nuova guerra civile su larghissima scala che minaccia gravemente gli ingentissimi interessi stranieri.

*

Mentre a Londra fervevano le discussioni per la Conferenza interalleata altri fatti importanti, specialmente dal punto di vista economico e finanziario, andavano maturando.

E' noto come le trattative per giungere ad un accordo commerciale anglo-russo si trascinassero da mesi senza avanzare di un passo. La convinzione della inutilità delle discussioni era così radicata ormai negli stessi delegati, che ad un certo momento venne annunciata la definitiva rottura delle trattative. Si capisce quindi come sia stato accolto colla più grande sorpresa l'annuncio, giunto immediatamente dopo, che tutte le difficoltà erano state superate di colpo e che il trattato era stato concluso.

La spiegazione dello strano fenomeno si ebbe quando fu noto il contenuto del trattato stesso. Si riconobbe infatti come esso costituisca in realtà una vera formalità, senza nessun contenuto reale ed efficace. La stipulazione di tale trattato fu dovuta al diretto intervento di Mac Donald il quale non poteva in nessun modo permettere che l'iniziativa labourista per un accordo coi Soviet finisse in un insuccesso. Colla stessa precipitazione colla quale appena giunto al potere aveva provveduto al riconoscimento formale del Governo di

Mosca, lasciando sospese tutte le questioni pratiche di indole commerciale, economica e finanziaria, ora il primo Ministro inglese esige la stipulazione di un trattato che quelle stesse questioni lascia più che mai aperte ed insolute.

L'unica stipulazione che può avere una portata pratica è quella colla quale la Russia accorda il trattamento della Nazione più favorita alla Inghilterra, mentre questa estende alle sue esportazioni in Russia le agevolazioni vigenti per le esportazioni nell'Oriente. Per tutte le altre ben più importanti questioni il trattato si pasce di parole. La Russia infatti ammette in linea di principio la responsabilità dei danni subiti dai sudditi inglesi, ma ogni determinazione di compensi è rimandata ad una futura Commissione mista. Per i titoli del debito pubblico del precedente Governo, correranno trattative dirette fra Governo dei Soviet e portatori dei titoli. Circa il prestito così insistentemente richiesto dai Russi, il Governo inglese si limita alla promessa di presentare al Parlamento una proposta per la garanzia; l'esito della proposta non può essere dubbio per chi ricordi le travolgenti vicende e le già innumerevoli sconfitte subite dal Gabinetto labourista. L'inconsistenza del Trattato è del resto rilevata chiaramente dalla stampa inglese, mentre a Mosca ci si limita ufficiosamente a dichiarare che esso si avvicina alla conclusione di un accordo che riconosce i Soviet come una nuova forma di regime politico!

Nè i dispiaceri di Mac Donald si limitano a quelli russi. Non aveva ancora avuto il tempo di rallegrarsi del successo della Conferenza di Londra, che un mezzo scandalo scoppiava nell'ambiente politico inglese per le aperte critiche avanzate alle stipulazioni da parte del Cancelliere dello scacchiere Snowden. Il disaccordo in seno al Gabinetto labourista fu celato alla meglio, ma l'impressione ne fu grande e valse a rafforzare la voce già circolante di nuove prossime elezioni inglesi. D'altra parte i minatori si sono apertamente scagliati contro il piano Dawes nel quale vedono, in causa del mantenimento delle riparazioni in natura, minaccia di grave danno agli interessi della loro classe. Come è noto, Mac Donald cercò inutilmente durante le discussioni di Londra di far sospendere le forniture di carbone tedesco. I sonni del primo Ministro labourista non devono essere certo molto tranquilli!

A proposito di riparazioni, riportiamo i dati pubblicati dalla Commissione delle Riparazioni sui versamenti effettuati dalla Germania dall'armistizio fino al 30 giugno 1924. Si tratta di un totale di circa 8.406 milioni di marchi-oro, dei quali 2904 in divise, 3298 in natura, 378 in beni ceduti, e 2826 circa di conti in sospeso (provento vendita materiale bellico, consegne di navi, cavi, ecc.). Le somme ricevute dalle diverse Nazioni alleate, al netto dalle spese sopportate per i prestiti fatti alla Germania nel carbone e dalle spese per truppe di occupazione, sono le seguenti: Francia 1101 milioni; Belgio 1428 milioni; Italia 354 milioni; Inghilterra 217 milioni.

La situazione finanziaria austriaca continua a richiamare l'attenzione degli economisti. Il Commissario Zimmermann ha presentato il proprio rapporto alla Società delle Nazioni, davanti alla quale ha pure riferito il Ministro austriaco delle Finanze. Come è noto negli ultimi tempi si è andato delineando un certo contrasto fra il Governo di Vienna e l'Alto Commissario della Società delle Nazioni. Questa a mezzo del proprio Comitato finanziario ha deciso di procedere ad una minuta inchiesta sulla situazione generale del Paese; per poi studiare nuovi provvedimenti atti ad aiutare ulteriormente il risanamento finanziario austriaco, specialmente favorendo l'afflusso di capitali stranieri a favore non dello Stato ma della economia privata.

Per ora le notizie sulla situazione finanziaria austriaca sono ancora alquanto confuse e contraddittorie, contrapponendosi al pessimismo del Commissario Zimmermann il roseo ottimismo del Ministro delle Finanze. Certo è ad ogni modo che l'industria austriaca si dibatte in gravi difficoltà specialmente per la mancanza di capitali, e la crisi del mercato interno dei crediti; come rimedio si prospetta appunto l'intervento del capitale estero sotto forma di obbligazioni industriali a lunga scadenza.

Mentre in Europa si lamenta dovunque più o meno la carenza di capitali, continua l'assorbimento dell'oro da parte dell'America. Infatti mentre nell'anno finanziario 1° luglio 1922-30 giugno 1923 la eccedenza delle esportazioni sulle importazioni negli Stati Uniti era stata di 235 milioni di dollari, nell'anno finanziario 1923-1924 tale eccedenza è salita a 407 milioni di dollari, con un aumento quindi del 73 % rispetto all'esercizio precedente. Tuttavia questo afflusso d'oro non ha impedito che continui il ribasso interno nei prezzi; infatti il numero indice secondo il Federal Reserve Board è passato da 163 nel gennaio del corrente anno, a 154 nel giugno. E' questo un altro degli aspetti dello squilibrio finanziario generale conseguente al dopo guerra.

Con tutto ciò l'opinione pubblica negli Stati Uniti non sembra orientarsi ancora verso il condono dei debiti alleati. Sull'argomento così scottante la Bankers Trust Co. di New York pubblica dei dati che meritano di essere conosciuti, pur con tutte le riserve sulla loro esattezza. Fra le diverse Nazioni già alleate in guerra, corrono partite di debiti e di crediti per un complessivo importo di circa 28 miliardi di dollari. I crediti vantati sono i seguenti: Stati Uniti per circa 12 miliardi; Inghilterra per 11 miliardi; Francia per 3500 milioni; Russia per 1500 milioni; Italia per 400 milioni di dollari. I debiti sarebbero invece distribuiti come segue: Inghilterra per 7 miliardi di dollari; Francia per 7 miliardi; Russia per 6 miliardi; Italia per 4500 milioni; Belgio per 1000 milioni; gli altri tre miliardi sono distribuiti fra 16 Nazioni diverse.

La posizione dell'Italia viene dalla Bankers Trust Co. precisata come segue. Crediti: 134 milioni di dollari verso l'Inghilterra; 97 milioni colla Francia; 63 milioni verso l'Austria; 35 milioni verso la Ceco-Slovacchia; 33 milioni colla Romania; 14 milioni colla Polonia; 7 milioni colla Russia; 3 milioni colla Jugoslavia; 3 milioni cogli Stati Uniti; 2 milioni colla Francia e Polonia insieme. Debiti: 2569 milioni di dollari verso l'Inghilterra; 2015 milioni verso gli Stati Uniti, e 164 milioni verso altri Paesi.

La semplice enunciazione di tali cifre vale più di ogni commento a mettere in evidenza l'enorme importanza degli interessi in gioco la considerazione dei quali grava come un incubo pauroso su tutto il sistema economico d'Europa.

*

L'azione particolare dell'Italia nella politica estera ha continuato a svolgersi con quel ritmo di vita più poderoso e più accelerato che costituisce indubbiamente una delle caratteristiche del nostro momento attuale e uno dei sintomi confortanti della accresciuta valorizzazione del nostro Paese nell'ambito dei problemi mondiali.

La partecipazione italiana alla Conferenza di Londra fu ampia ed efficace e venne universalmente riconosciuta come uno degli elementi attivi di successo. Specialmente durante la crisi prodotta dalla discussione dello sgombero della Ruhr, si deve specialmente al senso realistico dei nostri Delegati se venne girata e superata la delicata e scottante questione della legalità o meno della occupazione, e venne invece con successo affrontata direttamente la questione dello sgombero effettivo. Il Consiglio dei Ministri tenuto a Roma il 22 agosto e nel quale riferì sulla Conferenza di Londra, il ministro De Stefani, meritatamente votò un elogia alla Delegazione ed agli Esperti italiani.

L'Italia può infatti guardare alle conclusioni di Londra con sincera soddisfazione, non solo per l'accordo raggiunto che promette il ristabilirsi di una seconda condizione di pace e di tranquillità, ma anche per i particolari degli accordi stipulati.

Interessava in modo particolare a noi che venissero continuate le consegne di materiali in natura e specialmente del carbone. Risulta da dichiarazioni del ministro Nava, che l'Italia oltre i vantaggi generali derivanti dal progetto Dawes, si è assicurata una certa quantità di forniture, oltre i limiti stabiliti dal Trattato di Versailles; e ciò specialmente pel carbone, il coke e, in una certa misura, anche per i sottoprodotti del carbone ed i coloranti.

Alla riunione della Società delle Nazioni a Ginevra, l'Italia venne rappresentata dagli On. Salandra, Scialoja e Schanzer; oltre i delegati supplenti e gli esperti. Fin dai primi giorni la delegazione italiana ebbe modo di intervenire con autorevolezza in questioni importanti.

Mentre i rappresentanti di tutto il mondo si affannavano a Ginevra nella ricerca di una formula di arbitrato fra gli Stati, l'Italia procedeva sicura su quella via, mettendosi alla testa del movimento con un esempio concreto e persuasivo. Il 21 settembre veniva infatti firmato a Roma il Trattato di arbitrato obbligatorio fra l'Italia e Svizzera; esso costituisce l'esempio più largo ed assoluto di un trattato d'arbitrato che possa stipularsi fra due Nazioni.

Una altra Conferenza internazionale sarà convocata a Roma. Tale Conferenza sarà limitata agli Stati successori dell'Austria-Ungheria e costituirà la continuazione della precedente Conferenza di Roma dell'aprile 1922. La nuova Conferenza ha principalmente lo scopo di trattare le questioni attinenti ai beni delle collettività, come fondazioni, fondi religiosi, ecc. Tuttavia altri problemi verranno discussi specialmente di carattere economico, come ad esempio quello della Cassa di Risparmio di Vienna.

Questa nuova iniziativa italiana prosegue l'opera iniziata da tempo dall'Italia per riprendere nei territori danubiani quella influenza che le ragioni storiche e geografiche le consentono, o quasi direi, le impongono. L'opera di penetrazione è facilitata dalla lealtà degli intenti perseguiti e dalla mancanza di mene imperialiste che pone l'azione dell'Italia in singolare contrasto con quella di altre Potenze europee, anche davanti allo sguardo dei Paesi interessati.

E' notevole e confortante rilevare come l'opera dell'Italia sia osservata benevolmente dalle Nazioni balcaniche le quali pongono sempre maggiore fiducia nel nostro Paese. Così la stampa jugoslava mettendo in rilievo certi sintomi di miglioramento nella situazione balcanica chiaramente attribuisce tale successo all'opera pacificatrice dell'Italia opportunamente ed efficacemente intervenuta presso i diversi Governi della penisola onde scongiurare un nuovo flagello. Vero è che purtroppo la situazione balcanica si mantiene sempre assai fosca; specialmente in Bulgaria e nella Macedonia si nota un rincrudimento di delitti politici.

Il nuovo Governo jugoslavo continua nelle sue manifestazioni di lealismo e di cordialità verso l'Italia. Questi atti di amicizia vengono accolti fra noi con soddisfazione, perchè dimostrano quanto sia stata rispondente alla realtà delle cose ed ai veri interessi dei due popoli la politica seguita dal nostro Governo nei riguardi dei vicini d'oltre Adriatico, e quanto la convinzione di tale mutuo interesse sia penetrata nelle stesse file degli antichi avversari di Pasie. Il nuovo ministro degli Esteri a Belgrado ha riaffermato alla Scupcina l'amicizia della Jugoslavia verso l'Italia, e si parla anche di un prossimo incontro fra l'on. Mussolini ed il primo ministro jugoslavo.

L'iniziativa italiana in Austria non si è limitata all'interessamento delle energie idroelettriche nella Stiria, di cui altra volta abbiamo fatto parola. Si ha ora notizia della formazione di un gruppo di industrie nelle valli di Feistritz e della Murz, pure nella Stiria, per

l'esercizio di miniere di carbone, vetrerie, e segherie di legnami. L'iniziativa riscosse il plauso caloroso di tutte le autorità austriache, con alla testa il Presidente Hainisch.

Continuano i tentativi di avviare una regolare corrente di traffico colla Repubblica russa, per quanto tutte le iniziative urtino nelle molteplici e ben note difficoltà pratiche. Si ha ora notizia di trattative intercorse fra i due Governi, di Roma e di Mosca, per addivenire ad una importazione di carbone russo in Italia per uso delle ferrovie dello Stato; le pratiche sarebbero anzi a buon punto e starebbero per essere concluse. Nel campo agricolo viene annunciato che un gruppo italiano della Venezia Giulia avrebbe ottenuto una vasta concessione, nella regione del nord del Caucaso, di terreni adatti all'agricoltura, e all'allevamento del bestiame.

I giornali di Mosca rilevano con compiacenza il graduale incremento della esportazione russa verso l'Italia: essa avrebbe raggiunto nel mese di maggio u. s., il 9 per cento dell'intero commercio d'esportazione russo. I materiali esportati in maggior quantità sono: grano, burro, sementi, minerali di manganese e prodotti petroliferi. Specialmente in quest'ultimo campo si prevede un rapido incremento. Nel prossimo anno saranno invece ancora minori che per il passato le disponibilità di frumento.

Colla Finlandia sono in corso trattative per la stipulazione di un accordo commerciale; pare che le difficoltà doganali che vennero incontrate durante le discussioni siano ormai superate. L'Italia potrebbe importare dalla Finlandia specialmente derivati del legno, cellulosa, pasta da carta, ecc., dei quali vi è una disponibilità enorme. D'altra parte la Finlandia potrebbe essere uno sbocco non indifferente per la nostra industria solifera; nonché per quelle degli automobili e dei tessuti, e dei prodotti agricoli.

Colla Germania si inizieranno pure fra poco trattative per giungere ad un vero trattato di Commercio. Nel frattempo venne prorogata fino al 31 maggio 1925 la convenzione firmata il 28 agosto 1921 e che avrebbe dovuto scadere il 31 agosto u. s.

*

L'avvenire d'Italia si edifica col sacrificio e col sangue. Nel marasma delle contese politiche e tra l'offuscarsi delle menti e delle coscienze, una nuova tomba si è aperta ed una nuova luce si è fatta. Luce che snebbia le menti eccitate, e penetrando nei cuori ridesta l'eco, che pareva sopita, di quell'istinto di civile equità che forma della nostra stirpe il patrimonio migliore. Presso quella tomba aperta molte voci di minaccia si sono spente, molte passioni eccitate si sono arrestate, fatte improvvisamente pensose.

Dall'on. Matteotti all'on. Casalini! Nomi che resteranno ammonto ai nepoti, termini che racchiudono un periodo di doloroso ma fecondo travaglio della vita intima della nostra Patria. L'uccisione dell'on. Matteotti dava violento sbocco a quel movimento di revisione e di chiarificazione generale, che era venuto lentamente maturando dopo i primi mesi dell'avvento del Governo fascista. Il processo evolutivo pervadeva come un parossismo di febbre tutto il Paese e andava, per fatalità di cose e insufficienza di uomini, verso una situazione sempre più tesa e sempre più pericolosa. Fra questa tensione di spiriti, l'uccisione dell'on. Casalini gettava un monito tremendo, additava l'imprevedibile via della doverosa soluzione. Così, se ulteriore malvagità di uomini non verrà ancora a ferire il cuore della Patria, la morte dei due parlamentari, dagli opposti campi affrattellati nel sacrificio, sarà stata contributo solenne ed efficace alla prosperità vera del Paese.

Che l'ambiente sia profondamente mutato, e mutato in meglio, dopo il secondo luttuoso avvenimento, nessuno può disconoscere. Il grido di riprovazione e di sgomento «Basta colla violenza e col sangue» fu unanime e sincero. I pochi sconsigliati, che furono incapaci di comprendere la tragica solennità del momento, furono, più che da ogni altra cosa, puniti dall'isolamento generale ed assoluto nel quale furono dal Paese lasciati.

L'azione del Governo nel mantenere l'ordine pubblico nei primi giorni dopo il delitto, fu pronta, inflessibile, efficace. Le stesse opposizioni lo riconobbero lealmente, e si astennero dal sopravvalutare i pochi incidenti sporadicamente avvenuti. La disciplina nel Paese fu veramente soddisfacente, e, considerata nell'asprezza del momento, può essere considerata sintomo confortante di un senso di responsabilità che pareva diminuito.

Il tono delle polemiche si è improvvisamente abbassato; la contesa verbale fra opposizioni e partigiani dell'attuale Governo, molto ha perduto della sua asprezza.

Da parte fascista, e specialmente dagli esponenti del Governo, si svolge inenarrabilmente una più intensa azione diretta non soltanto a frenare tutti gli estremismi, e a ricondurre il Paese alla normale tranquillità, ma anche a facilitare il ritorno dei deputati d'opposizione ai lavori della Camera, di cui si annuncia prossima l'apertura. Di questa attività si sono avuti sintomi innegabili.

Ricordiamo anzitutto l'intervento dell'on. Mussolini nella compilazione delle conclusioni del Gran Consiglio Fascista dell'agosto.

Queste conclusioni, annunciate da prima sotto una veste ardita e rivoluzionaria, apparvero in forma ufficiale essenzialmente cambiate di tono e ricondotte sul binario costituzionale. La nomina della famosa Commissione dei quindici incaricati della revisione dello Statuto, che aveva fatto sorgere tanti allarmi, si è in sostanza ridotta ad una nuova manifestazione conciliatrice; vennero infatti chiamati a far parte di essa studiosi di alto valore e di diverse parti politiche, con esclusione di ogni tendenza estremista. Nello stesso senso va

interpretata la proibizione delle adunate fasciste indette pel 21 settembre, come pure la nuova infornata di senatori chiaramente ispirata a sensi di conciliazione. I numerosi discorsi che l'on. Mussolini va pronunciando, con la sua caratteristica facilità, in tutte le parti di Italia, pur non smettendo il tono forte, sono però intessuti di concetti e di frasi che tendono a gettare dei ponti verso le opposizioni. E' a deplorarsi tuttavia che troppo frequentemente l'eloquenza fascista soffra di infortuni verbali per esuberanza di energiche espressioni che si prestano al facile gioco degli oppositori.

A questa intensificata attività normalizzatrice del Governo, non sono probabilmente estranei due fattori importanti. Primo, l'intervento della Corona, vigile custode dei destini della Nazione, la quale ebbe con l'on. Mussolini un improvviso e lungo colloquio che non può non essere significativo. Secondo, l'approssimarsi della riapertura della Camera, riapertura che esige pure che si trovi uno sbocco qualunque all'inverosimile situazione parlamentare creatasi.

Questo bisogno di uscire dall'imbarazzo attuale, traspare chiaramente anche dal contegno delle opposizioni che si dibattono fra la volontà di non rinunciare alle rivendicazioni che dicono di esigere in nome del Paese, e la ricerca di una dignitosa giustificazione per rientrare nella sfera dell'attività parlamentare. A questo proposito si dà la maggiore importanza al prossimo Congresso del Partito Liberale, il quale dovrà segnare l'indirizzo di una così gran parte della vita politica del Paese.

Comunque è certo che la situazione è prossima ad una soluzione che riaprirà la via a tante nuove possibilità di lavoro.

Il periodo estivo ha rallentato naturalmente l'attività del Gabinetto, il quale però si è radunato parecchie volte ed ha anche enunciato provvedimenti di notevole importanza economica e finanziaria.

In vista del meno soddisfacente risultato del raccolto granario in Italia, il Ministero ha deciso di proibire l'esportazione del frumento, e di limitare l'esportazione delle farine a 100.000 quintali mensili; venne poi ridotto il dazio di importazione delle farine da L. 1,50 oro a L. 0,65 oro. Altro provvedimento importante in materia di agricoltura, fu quello dell'abolizione dell'imposta sul vino; a compenso del mancato introito venne aumentata nella misura di L. 200 fino a L. 300 la tassa di importazione del caffè, e nella misura di L. 100 al quintale la tassa d'importazione dello zucchero.

Numerosi stanziamenti vennero effettuati per opere pubbliche.

Allo scopo di risolvere definitivamente il problema delle zone colpite dal terremoto-calabro-siculo del 1908, venne autorizzata una spesa di 450 milioni da ripartire in quindici esercizi. Cento milioni vennero stanziati per la continuazione dei lavori della ferrovia Firenze-Bologna. Il Ministro delle Finanze ha poi autorizzato la Cassa Depositi e Prestiti a concedere mutui per un importo complessivo di 60 milioni, ripartiti in un triennio, ai Consorzi per le Bonifiche. Altri provvedimenti vennero presi per le strade della Calabria, per il porto di Napoli, ecc.

Venne riformato il Consiglio dei Lavori Pubblici; a Presidente di esso, in sostituzione dell'on. Corbino dimissionario, venne chiamato il sen. Sanjust di Teulada.

*

Il travaglio politico ed il contrasto delle fazioni che da parecchi mesi imperversa, non ha per fortuna ritardato il ritmo della nostra attività industriale e commerciale, la quale ha dato anzi proprio in questa occasione una prova novella della sua robusta struttura e della sua sana organizzazione.

Registriamo con compiacenza il confortante andamento del nostro movimento di esportazione nei primi mesi dell'anno.

Si distingue specialmente come merce di esportazione la seta naturale la quale tiene il primo posto con un valore complessivo di 1040 milioni di lire; vengono subito dopo i tessuti di cotone che rappresentano un valore di 740 milioni di lire. La seta e i tessuti di cotone costituiscono da soli, in valore, un quarto della nostra esportazione complessiva. Pure in quantità notevole vennero esportati: filati di cotone per 206 milioni, formaggi per 190 milioni, automobili per 170 milioni, canape, uova e seta artificiale per circa 165 milioni ciascuna. Per oltre 100 milioni vennero esportate ciascuna delle seguenti merci: riso, aranci e mandarini, vino, olio di oliva, tessuti di lana, cascami di seta, tessuti di seta, pelli, pneumatici.

Per le importazioni si hanno pure dati del primo semestre. Tengono il primo posto il cotone greggio, di cui se ne importò per circa 1650 milioni di lire, e il frumento per 1130 milioni. Queste due merci insieme rappresentano il 30 per cento delle nostre importazioni. Nelle importazioni del frumento ricompare per la prima volta la Russia dalla quale abbiamo ricevuto 30.000 tonnellate di grano dal gennaio al 31 maggio. Segue il carbone per 800 milioni (3 milioni e mezzo di tonnellate, ai quali bisognerebbe ancora aggiungere un milione e mezzo di tonnellate ricevute in conto riparazioni); le lane per 400 milioni; i semi oleosi e il legno, per 240 milioni ciascuno; il caffè, le carni, e il rame per 170 milioni, ogni merce; le pelli, crude, quelle conciate e la benzina per 150 milioni, ciascuna merce.

Può essere di qualche interesse dare uno sguardo sommario alla situazione della nostra bilancia commerciale nei primi cinque mesi dell'anno in corso nei rispetti dei principali Paesi.

Coll'Austria la bilancia è a nostro favore con 272 milioni di lire di merci esportate contro 157 milioni di importazioni; fra le esportazioni predominano le farine, la seta naturale e artificiale, i tessuti di lana e di cotone e gli agrumi; fra le importazioni tengono il primo

posto il legno, la pasta da carta e la carta; seguono il macchinario e prodotti dell'industria metallurgica.

Colla Svizzera abbiamo pure una bilancia commerciale in favore; nei cinque primi mesi abbiamo esportato merci per 655 milioni di lire e ne abbiamo importato solo per 134 milioni. Nelle esportazioni si sono distinti: seta (per 303 milioni), automobili, pelli, seta artificiale, cascami, e tessuti; nelle importazioni nessuna merce si può dire predominante.

Anche verso la Germania le esportazioni superano le importazioni con 645 milioni contro 544, non comprendendo nel calcolo le merci in conto riparazione. Predominano fra le esportazioni la seta e i cascami, gli agrumi, le uova, le pelli, la canapa, i filati di cotone, ecc.; fra le importazioni si distinguono il carbon fossile, le macchine, le pelli lavorate, i prodotti chimici e gli strumenti scientifici.

Verso la Ceco-Slovacchia abbiamo invece esportato solo 58 milioni di lire di merci, mentre ne abbiamo importato 85, ebbimo cioè uno squilibrio commerciale di 27 milioni a sfavore nostro.

Anche la Jugoslavia ci ha mandato più merci di quante ne abbia acquistato da noi; si registrano infatti, sempre nei primi cinque mesi dell'anno, 190 milioni di importazioni in Italia contro 148 milioni di esportazioni in Jugoslavia. Lo squilibrio è specialmente dovuto alla importazione del legname che ha rappresentato un valore di 83 milioni di lire, e del bestiame per 43 milioni; noi mandammo invece in Jugoslavia specialmente manufatti di cotone e di lana, riso e farine.

Un più grave squilibrio a nostro danno segna la bilancia commerciale italo-britannica, la quale ha presentato 838 milioni di lire di merci inglesi importanti in Italia contro 547 milioni di merci nostre in Inghilterra. Come è facile pensare predomina fra le prime il carbone per quasi 500 milioni (2.300.000 tonnellate); seguono a grande distanza le lane e i manufatti di cotone e di lana, le macchine e gli apparecchi, e i prodotti dell'industria siderurgica. Noi abbiamo mandato in Inghilterra specialmente manufatti di seta (103 milioni), seta artificiale (41 milioni), formaggi (30 milioni) guanti di pelle (26 milioni), uova, cappelli, ecc.

Questo attivo movimento di merci, trova naturalmente la sua rispondenza in una intensificazione del traffico dei nostri porti. Ad esempio nel porto di Genova il tonnellaggio sbarcato nel primo semestre dell'anno in corso è salito a 3.205.223 tonnellate registrando così 305.624 tonnellate in più che nel corrispondente periodo del 1923 (2.899.599 tonnellate). Anche gli altri porti segnano un confortante incremento ad eccezione di quello di Savona, per ragioni affatto locali.

Anche il traffico ferroviario è in continuo aumento, e ciò che più produce compiacenza, in progressivo miglioramento di efficienza tecnica. Nel mese di luglio si giunse a 5.209.496 tonnellate di merci spedite per le quali occorsero 546.899 carri; mentre quindi l'aumento delle merci in confronto col luglio 1923 fu del 33,51 %, quello dei carri occorrenti fu solo del 21,01 %. Il carico medio per giorno lavorativo fu di 20.255 carri nel luglio 1924 contro 16.436 nel luglio 1923. Nella decade dal 25 luglio al 5 agosto, la media per giorno lavorativo giunse a 21.471 carri, con un ciclo medio per 5 giorni e 21 ore; si raggiunsero cioè nuovamente le condizioni del 1913, anno in cui il progresso tecnico delle nostre ferrovie era al suo massimo.

Nel mese di agosto, le merci crebbero a 5.370.976 tonnellate con un aumento del 3,1 % sul mese precedente e del 21,2 % sull'agosto 1923; la media dei carri caricati salì a 22.236, valore mai raggiunto per l'innanzi. Il carico medio per carro fu di tonnellate 15,53 rispetto a 10,40 del mese precedente e a 8,74 dell'agosto 1923; il ciclo medio dei carri si mantenne a 5 giorni e 23 ore ossia sui valori minimi dell'anteguerra.

L'incremento del traffico ferroviario fu specialmente sensibile nei porti. Infatti gli aumenti nelle merci caricate in ferrovia nel mese di agosto 1924 in confronto all'agosto 1923, furono del 24,54 % a Genova (con 470.735 tonnellate); del 26,93 % a Venezia (con 142.825 tonnellate); del 76,75 % a Trieste (con 111.150 tonnellate), del 50,72 per cento a Livorno (con 100.828 tonnellate); del 16,90 % a Napoli (con 65.476 tonnellate, ecc.).

L'andamento del gettito delle imposte è pure sempre ben sostenuto. Nel mese di agosto le entrate principali dello Stato ammontarono a 1487 milioni (87 più che nell'agosto 1923), ciò che porta il totale del primo bimestre dell'esercizio 1924-25 a 2346 milioni con un aumento di 243 milioni sul primo bimestre 1923-24. Occorre tenere presente che il preventivo dell'intero esercizio 1924-25 contempla invece una diminuzione di 800 milioni sui risultati del 1923-24.

Contribuiscono specialmente al miglioramento delle entrate del bimestre luglio-agosto, le imposte dirette per 134 milioni, quelle degli scambi per 53 milioni e quelle sui consumi per 77 milioni. I monopoli segnano invece una diminuzione di entrate di 22 milioni; questo fatto non deve però preoccupare essendo dovuto alla ricostituzione annuale delle dotazioni a fido dei magazzini attuata con provvedimento amministrativo che durante la guerra era stato praticamente sospeso.

Il risparmio è decisamente ridivenuto nuovamente una sana abitudine della nostra gente. Nel mese di giugno scorso, vennero depositati presso le Casse postali 257 milioni di lire e ne furono prelevati 220; si ebbe cioè un aumento effettivo di 36 milioni. Complessivamente nel primo semestre i depositi delle Casse postali aumentarono di 338 milioni di lire, con una media mensile di 56 milioni. Al 30 giugno il deposito totale era di 9420 milioni; prima

della guerra, al 31 dicembre 1914 esso era di 2021 milioni. Si è avuto quindi un aumento del 366 % e poichè l'aumento dell'oro nello stesso periodo è stato del 343 %, si vede che si è avuto un reale incremento del risparmio all'influri della considerazione del diverso valore della moneta.

*

Il mercato borsistico, poco movimentato nell'agosto per il ridotto volume degli affari nella calda stagione e per le ferie, ha ripreso con grande attività nel mese di settembre. Si nota tuttavia un certo disorientamento, un eccessivo nervosismo, ed una grande incertezza nelle quotazioni. Mentre perdura la benefica liquidazione della eccessiva situazione d'ottimismo creatosi nel giugno e nel luglio già si notano le manovre per una ripresa. Gli avvenimenti politici interni ed esterni di cui l'estate fu ricca vennero sfruttati per manovre ardite e non sempre corrette. Tuttavia nelle ultime settimane l'andamento è andato facendosi sempre più ponderato e sostenuto per quanto perduri un'intonazione di attesa.

I titoli di Stato furono molto movimentati. Bastò ad esempio l'annuncio di un furto di carta in una officina di carte valori per far precipitare di tre punti la Rendita. Vero è che non ebbe a faticare per riprendersi.

Nel complesso però, Consolidato e Rendita si sostengono vittoriosamente chiudendo rispettivamente fra 98 e 99 e oltre l'80.

In ottimo comportamento i titoli bancari, che pur tra oscillazioni frequenti e notevoli, progrediscono su tutta la quota. Le Banca d'Italia, da 1650 passano a 1760, le Commerciali da 1350 giungono a oltre 1500, le Credito da 850 chiudono a 930.

Sempre favoriti i titoli tessili, che ebbero però anch'essi a subire i capricci del mercato con variazioni ampie e contraddittorie. Nel complesso però si nota un miglioramento generale. Le Cantoni da 3400 si spingono fino a 4050 e segnano in chiusura una ripresa oltre i 4100; le Cascami progrediscono pure da 1490 a 1770; gli altri titoli segnano un andamento analogo.

Calmo in generale, e non esente da qualche perdita, il comparto dei titoli minerari e metallurgici che non registra variazioni notevoli. Fanno eccezione le Fiat che proseguono la loro marcia da 540 a 700, toccando anche 710.

Inerti e non molto mossi i titoli alimentari e dei trasporti. I titoli elettrici, di cui riportiamo il solito specchietto, non si sottraggono al nervosismo prevalente del mercato dal quale seguono il diagramma generale.

RENATO SAN NICOLÒ.

Variazioni dei Titoli Elettrici nei mesi di agosto e settembre.

| | Valore nominali | Agosto | | | Settembre | | |
|----------------------------|--------------------|----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|
| | | I decade | II decade | III decade | I decade | II decade | III decade |
| Edison | 300 | 738 | 740 | 773 | 717 | 745 | 796 |
| Conti | 250 | 454 | 455 | 470 | 463 | 459 | 473 |
| Vizzola | 500 | 1400 | 1400 | 1450 | 1400 | 1400 | 1390 |
| Bresciana | 100 | 229 | 225 | 249 | 235 | 248 | 259 |
| Adamello | 200 | 270 | 266 | 281,50 | 261 | 268,50 | 270 |
| Unione Esercizi Elettrici | 50 | 114 | 119 | 127 | 120,50 | 122 | 126 |
| Elettrica Alta Italia . . | 250 | 285 | 285 | 296 | 293 | 294 | 304 |
| Officine Elettr. Genovesi | 250 | 381 | 381 | 391 | 380 | 384 | 384 |
| Adriatica | 100 | 200 | 200 | 208 | 201 | 216 | 229 |
| Negri | 100 | 166 | 166 | 170 | 166 | 165 | 171 |
| Ligure Toscana | 200 | 342 | 342 | 349 | 340,50 | 345 | 348 |
| Gen. Elettr. della Sicilia | 100 | 135 | 135 | 135 | 132 | 134 | 135 |
| Elettrica Brioschi . . . | 250 | 364 | 364 | 380 | 380 | 380 | 380 |
| Emiliana Esercizi Elettr. | 35 | 51 | 51 | 54 | 50,50 | 51 | 53 |
| Idroelettrica Trezzo . . | 250 | 420 | 420 | 440 | 440 | 440 | 445 |
| Elettrica Valdarno . . . | 100 | 134 | 142 | 144 | 140 | 140 | 145 |
| Tecnomasio | 100 | 140 | 135 | 144 | 138 | 144 | 143 |
| Terni | 400 | 650 | 650 | 690 | 641 | 659 | 676 |



Associazione Elettrotecnica Italiana

Erretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Echi della XXIX Riunione Annuale dell'A. E. I.

Guglielmo Marconi ha inviato al nostro Presidente Generale, da Napoli, il 1° ottobre 1924, il seguente telegramma:

Prof. Sartori, Presidente Associazione Elettrotecnica Italiana, Congresso Associazione Elettrotecnica,

SPEZIA.

«Marchese Solari informami a bordo Elettra Suo gentilissimo telegramma giuntomi oltremodo gradito. Ringraziandola molto sentitamente per tanto cortesi lusinghiere espressioni usate mio riguardo. Associazione da Lei presieduta comprende tante illustrazioni della Elettrotecnica Italiana da farmi ambire allo loro collaborazione che riuscirà preziosa allo sviluppo del nuovo mezzo di comunicazione.

«Porgo a Lei ed ai Colleghi della Associazione il mio più cordiale saluto.
Guglielmo Marconi».

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI GENOVA

Verbale della seduta del 3 maggio 1924.

Il Presidente, Prof. Omodei, dà la parola al Socio, Ing. Tullio Ortu Carboni, per la sua comunicazione sulla «Propulsione elettrica delle navi», di cui si riporta qui il testo.

In questi ultimi anni sulle riviste di ingegneria navale e di elettrotecnica si discute il problema della propulsione elettrica delle navi.

Primo in Italia ad occuparsi del problema è stato l'ing. Prof. Giuseppe Belluzzo.

Fra gli studi più recenti ricordo la memoria presentata dal generale Ernesto Serretti all'ultimo Congresso degli Ingegneri navali, memoria pubblicata da «La Marina» del dicembre 1922. Sull'argomento ha pubblicato un prezioso volume il comandante S. M. Robinson della Marina degli Stati Uniti (1).

Il problema venne presentato anche ai lettori dell'Elettrotecnica dall'ing. Rabbeno che si valse specialmente del fascicolo aprile 1919 della General Electric Review.

Nuovi studi e nuovi esperimenti sono stati fatti da allora e di essi credo interessante dare un cenno.

*

L'alto numero di giri di una turbina a vapore, necessario per un buon rendimento ed il numero di giri relativamente basso, che per la stessa ragione deve avere l'elica, obbliga all'adozione di un riduttore di velocità fra l'albero dell'elica e quello della turbina. Tale riduttore può essere un gruppo generatore-motore elettrico. Altro mezzo adottato è il riduttore ad ingranaggi.

La scelta del riduttore va fatta caso per caso, tenuto conto possibilmente del maggior numero di elementi che entrano nel problema (2).

Alcuni di questi elementi sono valutabili in moneta come il costo, la durata, il rendimento, dei due tipi di impianto (riduzione ad ingranaggi; gruppo generatore-motore elettrico).

Per altri tale valutazione non è possibile: così per la maggior flessibilità e sicurezza di manovra e di marcia presentate dalla propulsione elettrica.

Circa il rendimento si può dire che la riduzione ad ingranaggi ha raggiunto un notevole grado di perfezionamento cosicchè si è arrivati ad un rendimento del 98 per cento per la semplice riduzione e del 96 per cento per la riduzione doppia, mentre per la riduzione elettrica si può calcolare un rendimento dell'88-90 per cento (3).

Pero altre circostanze possono influire in modo tale, che in effetto il consumo di combustibile risulti minore con la propulsione turbo-elettrica.

Così la riduzione della velocità dell'elica a velocità inalterata della turbina; la possibilità di adozione di tipi di turbine di rendimento superiore, che male si adattano alla riduzione ad ingranaggi.

Mr. W. E. Thou dà però come consumo di combustibile per le turbine con riduzione elettrica 1,06 posto 1 quello per le turbine ad ingranaggi.

Riguardo al peso si deve tener conto che si evitano con la propulsione elettrica le turbine per la marcia indietro.

Per i criteri di scelta del primo tipo la discussione viene oggi basata sull'attribuzione alla propulsione elettrica del vantaggio del minor consumo di combustibile e minor costo di manutenzione e alla riduzione ad ingranaggi del minor spazio occupato e minor peso dell'apparato motore.

Le macchine elettriche permettono però maggior libertà nella disposizione di tutto l'apparato motore; si può sopprimere il tunnel per l'albero dell'elica collocando i motori all'estrema poppa. Il per-

(1) Commander S. M. ROBINSON, Electric Ship Propulsion Simmons Boardman Publishing Company, New York.

(2) Si può vedere per i criteri di scelta:

The electrification of Merchant ships di E. D. DICKINSON General Electric Review, dicembre 1921.

Electrical Propulsion of Merchant ships di A. REGNAULT - The Electrical Review, 4 agosto 1922.

Electric Ship, Propulsion di W. L. R. EMMET - Engineering 30 marzo 1923.

La discussione che segue la lettura di questa memoria in «The Institution of Naval Architects» è riassunta nello stesso numero della rivista e in «The Electrician» 6 aprile 1923. Chi volesse sentire anche la voce di un avversario della propulsione elettrica può vedere la lettera di Mr. J. F. Metten sull'Engineering 31 agosto 1923; deve però tener presente che anche la statistica può diventare una scienza soggettiva.

S. O. GAODALL American Warship Practice - Engineering 17 marzo 1922.

(3) Mr. R. S. JOHNSON in una memoria letta alla «Liverpool Engineering Society» è più pessimista circa il rendimento delle coppie d'ingranaggi, rendimento che egli valuta del 91,7 % per la semplice riduzione e ritiene raggiunto da un gruppo generatore-motore elettrico; e stima dell'88 % quello della doppia riduzione.

sonale necessario è circa lo stesso nei due casi; deve avere naturalmente la competenza necessaria.

Con i generatori elettrici si ha inoltre la possibilità di mantenere in rotazione tutte le eliche, sia pure a velocità ridotta, nel caso di guasto a tutte le turbine (eccetto una). La potenza fornita nella marcia indietro rimane inalterata, mentre con le turbine ed ingranaggi, con gli elementi di marcia indietro si può avere solo il 40-60 per cento della potenza massima.

Nella scelta entra in giuoco la destinazione della nave (da guerra o mercantile) la velocità, il dislocamento, ecc.; nelle navi da guerra ad esempio si richiede anzitutto sicurezza di funzionamento e facilità e prontezza di manovra, requisiti ai quali la propulsione turbo elettrica risponde ottimamente.

Precisi dati di valutazione potrà fornire la San Benito, gemella di altre tre navi costruite dalla Ditta Workman Clark di Beltras (*). Le caldaie delle quattro navi sono pure simili, nelle navi gemelle si hanno macchine alternative a triplice espansione e mancano i surriscaldatori; qui si ha invece una turbina tipo Curtiss.

La propulsione elettrica è stata proposta ed adottata anche per le navi condotte da motori Diesel; anzi la prima nave a propulsione elettrica pare sia stata una nave cisterna a motore Diesel.

Si evitano così i dispositivi per l'inversione di marcia del motore. E se pure il numero di giri di un motore Diesel permette il calettamento sullo stesso albero dell'elica con l'interposizione di un generatore motore elettrico si ha maggior libertà nel fissare i giri del motore e dell'elica, e nella suddivisione della potenza da sviluppare, tenuto conto che l'adozione di motori Diesel di notevole potenza non è ancora consigliabile (si può arrivare sino a 3000 kW con quattro o sei cilindri per i due tempi e sei ad otto per quattro tempi (**)).

Inoltre la suddivisione della potenza fra più motori porta entro certi limiti ad una riduzione del peso. Gli apparecchi di controllo adottati per le macchine elettriche permettono anche di verificare il carico del motore, mentre che si sono verificati inconvenienti per motori Diesel sovraccaricati senza che il macchinista abbia potuto accorgersene a cagione della deficienza degli apparecchi di controllo del motore.

*

Le cure dei costruttori si diressero specialmente ad ottenere che le macchine elettriche rispondano alle esigenze della navigazione durante la manovra e nell'inversione di marcia e ad ottenere le marcie indietro od avanti a varie velocità, con alti rendimenti, necessarie specialmente nelle navi da guerra.

L'inversione del senso di rotazione dell'elica viene fatto non solo nella manovra di inversione di moto, ma anche nella manovra di arresto, che è ottenuto così in tempo e spazio minore.

I valori della coppia motrice necessaria per l'inversione di moto vennero, in casi particolari, dai costruttori americani accuratamente studiati in prove su navi ed in vasca su modelli di navi.

Nella fig. 1 ho tracciato la curva che dà la coppia motrice richiesta dall'elica, quando viene eseguita la inversione del senso di rotazione della stessa, in funzione del numero di giri; i valori coppia di propulsione e numero di giri riportati nel diagramma sono valori percentuali dei valori normali; la velocità della nave è mantenuta inalterata avanti durante tutta la prova.

Questa figura ed altre fra le seguenti è riportata dal volume del Robinson. La prova è stata eseguita sulla nave « Jupiter » (†).

In base a tale curva e ad altre analoghe ottenute con altre navi o modelli si può ritenere che:

(*) Vedi *Engineering*, 16 giugno 1922.

La S. Benito è adibita al trasporto di frutta. Lunghezza della nave fra le perpendicolari m. 99.10; larghezza fuori ossatura m. 14. La nave ed il macchinario (comprese le installazioni elettriche) sono stati classificati B. S. ed M. B. S. dalla British Corporation.

L'impianto di propulsione turboelettrica può sviluppare 2500 cavalli asse con 100 giri dell'elica essendo la velocità di 12,5 nodi. È fornito dalla British Thomson Houston Company.

È frattanto accertato che la S. Benito dopo 14 mesi di navigazione con una percorrenza di 76.000 miglia non aveva avuto alcun guasto alle macchine elettriche.

(†) Ricordo tuttavia che nella nave per passeggeri M. S. Gripsholm della marina Svedese per il servizio sulla linea Gøthenburg-New York. Vi saranno due motori Diesel a doppio effetto ognuno dei quali deve sviluppare 6000 cavalli al freno.

(‡) La Jupiter è la prima nave di notevoli dimensioni sulla quale la propulsione elettrica è stata applicata (anno 1913). La Jupiter è una nave da carico a doppia elica con un dislocamento di 19230 tonnellate. L'impianto di propulsione tubo-elettrico sviluppa 5500 cavalli asse per una velocità di 14 nodi.

Si ha un alternatore trifase bipolare da 5500 KVA a 2000 giri e due motori ad induzione a 36 poli.

La parte elettrica dell'apparato di propulsione fu progettata da Mr. W. L. R. Emmet. È stata recentemente trasformata in nave porta-aeroplani.

I punti 1 e 2 della fig. 1 indicano i valori della coppia necessaria per l'avviamento dell'elica rispettivamente per la rotazione di marcia avanti ed indietro.

Quando viene soppresso lo sforzo motore sull'asse dell'elica, i giri del propulsore si riducono subito al 70 per cento del valore normale e, rimanendo inalterata la velocità della nave (per effetto di rimorchio), l'elica continuerebbe così a ruotare condotta dall'acqua come una turbina. Per diminuire ulteriormente tale numero di giri è necessario, sempre a velocità avanti costante della nave, applicare una coppia che tenda ad invertire il senso di rotazione dell'elica; e questa coppia, che dapprima funziona come coppia frenante, raggiunge il valore della coppia applicata normalmente e di senso contrario quando i giri dell'elica sono il 40 per cento del normale. Quindi il valore della coppia frenante necessaria va diminuendo finché l'elica si ferma ed inverte il senso di rotazione.

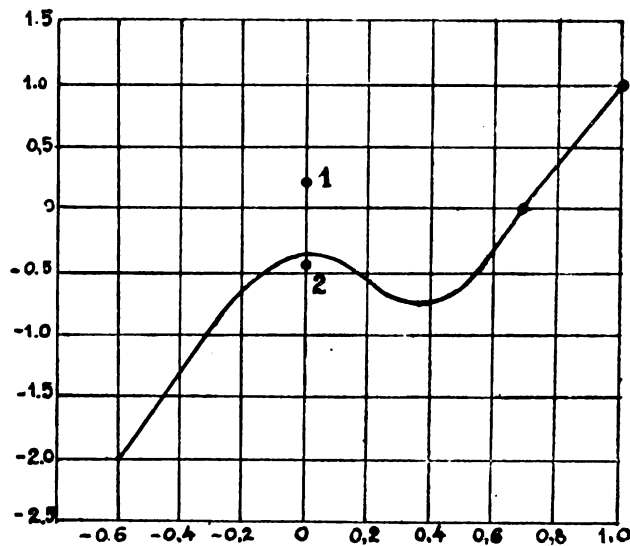


Fig. 1. — Caratteristica del propulsore della Jupiter a velocità costante di 10 nodi.

E la coppia aumentando nuovamente avrà raggiunto il valore normale quando i giri del propulsore in senso contrario sono circa il 35 per cento del valore normale e funziona ora come coppia motrice di senso opposto. Ed essa raggiunge valori sempre più elevati con l'aumento dei giri.

Vennero studiati inoltre i valori della coppia motrice necessaria nei cambiamenti di rotta a determinate velocità.

*

Date le particolari condizioni di funzionamento delle macchine elettriche a bordo va ripresa ab ovo la discussione sulla convenienza del sistema di corrente da adottarsi. Qui non si richiede alcuna trasformazione di voltaggio e perciò uno dei principali vantaggi della corrente alternata per gli impianti di terra non viene qui apprezzato.

Rimane invece a sfavore della corrente continua la difficoltà della commutazione, che impedisce l'adozione di alte velocità (necessarie date le velocità delle turbine) ed alti voltaggi, anche a cagione delle notevoli potenze richieste che non possono essere frazionate fra varie macchine.

La preferenza fu perciò per la corrente alternata.

La corrente continua passa invece al primo posto se il motore primo è un motore Diesel.

Qui la potenza da sviluppare è preferibilmente frazionata fra due o più motori. È necessario perciò (se il numero dei generatori elettrici è superiore al numero delle eliche) il funzionamento in parallelo dei generatori; funzionamento che nel caso di alternatori presenta non poche difficoltà a causa delle variazioni di velocità richieste ai generatori. E perciò preferibile la corrente continua che permette l'inserzione in serie dei generatori. La riduzione della velocità e del carico si può ottenere variando la tensione della dinamo agendo sul reostato di campo ed anche escludendo della linea uno o più generatori mentre la velocità ed il carico degli altri rimangono inalterati.

Mr. Hobart (†) propone per la propulsione turbo-elettrica l'adozione di generatori a corrente alternata e di motori a corrente continua ottenuta con raddrizzatori a mercurio.

Mr. A. Mavor propone per i motori Diesel l'adozione di generatori a corrente alternata; la difficoltà del parallelo verrebbe evitata con l'adozione di un motore asincrono multiplo, che cioè ha diversi avvolgimenti statorici ognuno dei quali può essere alimentato con la corrente di un generatore, senza che vi sieno vincoli fra le frequenze delle correnti inviate negli avvolgimenti stessi.

Stabilito il tipo di corrente da adottarsi deve essere fissata per la corrente alternata la frequenza.

Nella nave, unità indipendente, all'opposto di quanto avviene per

(†) H. HOBART *Electricity in the propulsion of ships - Electrical Review* 17 novembre 1922.

gli impianti elettrici di terra la frequenza viene fissata dal costruttore: può ritenersi invece fissato il numero di giri dalle necessità di rendimento della turbina.

Fissare la frequenza vuol dire fissare il numero di poli del generatore ed anche del motore (il numero di giri di questo si può ritenere infatti fissato dal costruttore dell'elica). Si vede così come i poli delle macchine elettriche corrispondano in certo modo ai denti del riduttore ad ingranaggi.

La frequenza non è però mantenuta costante per un impianto elettrico navale poichè talvolta è necessaria una variazione di velocità della turbina.

A bordo il carico totale del generatore è costituito da uno o due motori; ne consegue che ad una variazione del carico di un motore corrisponde una variazione del carico del generatore dello stesso ordine di grandezza. Il costruttore utilizzò questa condizione di funzionamento disegnando generatore e motore come un'unità, tenuto conto cioè delle caratteristiche dell'uno nel progetto dell'altro. Ad ogni modo l'adattamento del disegno degli alternatori già progettati per le installazioni di terra alle necessità del servizio sulle navi non presentò relativamente gravi difficoltà (*). Il costruttore si preoccupò anzitutto di assicurare la continuità del servizio da parte dell'alternatore essendo questo specialmente necessario se vi è a bordo un solo generatore.

Per l'aumento della coppia motrice è necessario l'incremento della corrente di eccitazione, incremento che viene però limitato dal riscaldamento dell'induttore. E' questo che viene quindi a limitare la potenza dell'apparato motore della nave.

Nella New Mexico (9) i generatori con un fattore di potenza 0,79 hanno un margine di potenza del 24 per cento senza variazione della corrente di eccitazione; questo sovraccarico può essere sopportato per quattro ore.

Per ottenere la coppia elevata necessaria all'inversione di moto dell'elica la corrente di eccitazione può essere per breve tempo (la durata dell'osservazione è di circa 20 secondi) aumentata del 60 per cento.

Nel «Cuba» (10) con l'eccitazione normale la coppia motrice può essere aumentata di un terzo, con l'aumento del 12 per cento dell'eccitazione si può aumentare la coppia motrice di quasi il 70 per cento; sul motore l'eccitazione deve essere convenientemente regolata in modo da mantenere il fattore di potenza uno.

L'alto numero di giri richiesto ai generatori per bordo impongono diametri piccoli e lunghezze notevoli (la lunghezza è spesso una volta e mezzo il diametro).

La lanterna dello statore per le unità di notevole potenza è spesso costituita da travi anulari ad I tenute assieme esternamente da lamiere ed internamente da barrette rettangolari di acciaio laminato formanti delle nervature assiali.

L'albero, la corona ed i poli del rotore (induttore) costituiscono spesso un solo pezzo di acciaio forgiato. Si ottiene così una notevole diminuzione del peso ed una notevole rigidità nella macchina.

I generatori sono provvisti di indicatori di temperatura sia sullo statore che sul rotore; di estintori di incendio costituiti da tubi che attraversano le piastre laterali dell'alternatore; per mezzo di questi tubi viene iniettato del vapore sugli avvolgimenti; si provvede inoltre al riscaldamento degli avvolgimenti quando la macchina è ferma affinché l'umidità non danneggi gli avvolgimenti stessi. La ventilazione è naturalmente forzata; non presenta niente di notevole rispetto agli

impianti di terra; anche per non aumentare il numero delle trombe d'aria (il che è necessario sulle navi da guerra) l'aria calda uscente dalle macchine viene utilizzata per la combustione migliorando così il rendimento delle caldaie.

L'eccitazione per i generatori e per i motori sincroni è sempre separata a causa delle variazioni di velocità richieste al generatore ed al motore che con l'eccitazione accoppiata si ripercuoterebbero dannosamente sulla tensione della corrente di eccitazione.

*

Per la propulsione sono stati adottati motori asincroni ad induzione e motori sincroni (11).

(Accenno anche alla proposta avanzata da un autore francese di generatori asincroni e di motori sincroni).

Il motore asincrono è stato il primo e il più largamente adottato; recentemente però vennero esaminati i vantaggi che poteva presentare il motore sincrono che è stato pure adottato.

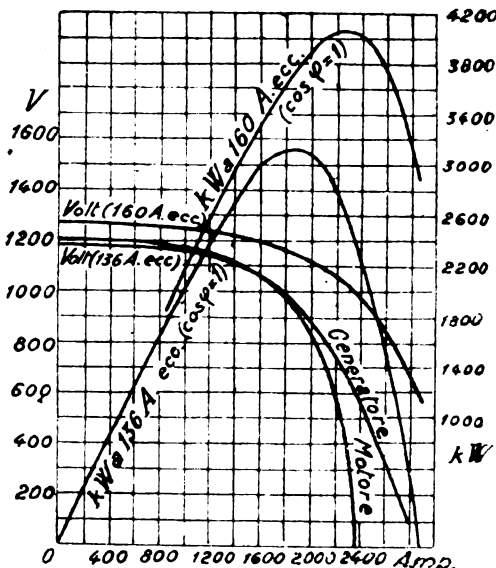


Fig. 2. — Caratteristiche del generatore e del motore del «Cuba».

Data la forte riduzione di giri necessaria i generatori hanno piccolo numero di poli (sono generalmente bipolari) e i motori alto numero di poli. L'aumento del numero dei poli peggiora il fattore di potenza dei motori asincroni; si cerca di avviare a ciò con la massima riduzione del traferro con pericolo di scontramenti; la diminuzione del fattore di potenza porta naturalmente ad una diminuzione del rendimento.

Col motore sincrono si può invece mantenere unitario il fattore di potenza. Il gruppo generatore motore per il migliore fattore di potenza sarà di minori dimensioni.

Il motore sincrono è inoltre una macchina di più facile riparazione e con parti più facilmente rinnovabili. Esso è però meno flessibile di un motore ad induzione e non può fornire coppia elevata per la contromarcia a notevole velocità.

Fra le navi, sulle quali è stato adottato il motore sincrono, ricordo la nave da carico della Marina Imperiale Giapponese «Kamoi» (12) la «San Benito» e la «Cuba» delle quali ultime già dissi.

La «Kamoi» ha un dislocamento di 20.000 tonnellate, sviluppa 8000 cavalli-asse e 15 nodi; ha doppia elica.

Vi è un generatore da 6250 kVA, 2 poli 2400 giri, trifase 40 periodi, 2300 volt; due motori sincroni da 4000 cavalli, 40 poli, 120 giri.

Due turbo-dinamo da 400 kW 110-220 volt, forniscono la corrente per l'eccitazione e per i servizi ausiliari.

Un alternatore di 625 kVA bipolare trifase 1100 giri, 750 volt accoppiato ad una turbo-dinamo può servire in caso di emergenza a condurre la nave a 7 nodi circa.

Sulla «San Benito» si ha un unico elettro-generatore da 2040 kVA a 1100 volt, 50 periodi.

Vi sono tre generatori a corrente continua di 90 kW (uno di riserva) per l'eccitazione ed i servizi ausiliari. Il motore di propulsione di 1960 kVA ha 60 poli e fa 100 giri; l'intraferro è di un quarto di pollice.

Nel motore ad induzione la coppia massima necessaria per la partenza e nell'inversione di marcia si ottiene spesso come nei motori di terra con l'inserzione di una resistenza sul circuito del rotore.

(11) Nuove vie, per questi motori, traccia Mr. L. S. HUNT nel suo articolo «Motors for ship propulsion» — The Electrician 25 luglio 1924, ed in altre pubblicazioni precedenti.

(12) Sulla Kamoi danno notizie i fascicoli novembre e dicembre 1922 della General Electric Review.

(*) Dettagliate notizie sugli alternatori per la propulsione delle navi potrà trovare il lettore sulla General Electric Review del febbraio 1921 in un articolo di Mr. E. H. Freiburghouse.

(9) La New Mexico è una corazzata degli Stati Uniti avente un dislocamento di 32000 tonnellate. Ad una velocità di 21,31 nodi sviluppa 31300 cavalli asse, a 170 giri dell'elica e 2070 giri delle turbine.

Vi sono due generatori; ognuno di essi è disegnato per sviluppare 10500 Kw ad un fattore di potenza 0,78. Sono ad avvolgimento bifase con connessioni a doppia stella in parallelo (3000 volts) o a quadrato (4240 volt). La nave ha 4 motori ad induzione ognuno dei quali comanda un'elica; hanno doppia velocità con avvolgimenti statorici per 24 e 36 poli. La variazione delle velocità dei generatori per i valori estremi di velocità della nave ($10 \div 21$ nodi) e di 1440-2100 giri al minuto; questo interessa per vedere entro quali limiti si richiede una variazione di velocità di marcia delle turbine. Per le velocità sino a 15 nodi un generatore è usato per condurre 4 motori con avvolgimento a 36 poli; da 15 a 17 nodi un generatore conduce pure i 4 motori con avvolgimento a 24 poli, per le velocità superiori si usano due generatori.

Notizie dettagliate sulla New Mexico troverà il lettore oltretutto nel volume citato del Robinson, nell'articolo dell'ing. Rabbeno e nel fascicolo aprile 1919 della G. E. R. a cui accennai e che è, a tale nave, specialmente dedicato.

(10) Il Cuba è una nave da costa di 3000 tonnellate di dislocamento; ha un generatore bipolare di 2350 KVA 3000 giri 1150 volts. Il motore è sincrono. Col carico normale l'eccitazione è di 136 amp. sul generatore e 208 sul motore; il fattore di potenza è allora uno. Nel Cuba la turbina e le macchine elettriche sostituiscono una macchina alternativa a vapore.

La fig. 2 dà alcune caratteristiche del motore e del generatore (dalla General Electric Review, febbraio 1921).

Questa resistenza può essere unica oppure frazionata in modo da poter essere gradualmente inserita e disinserita.

La resistenza unica è stata adottata sull'«Jupiter» mentre sulla corazzata «Tennessee»⁽¹³⁾ la resistenza è frazionabile. Se la resistenza, a marcia normale, non viene lasciata inserita, per l'avviamento è necessario ridurre la velocità della turbina; la disinserizione della resistenza dal circuito è molto più agevole con una resistenza frazionata. La velocità della turbina deve essere ridotta anche nella inversione di marcia.

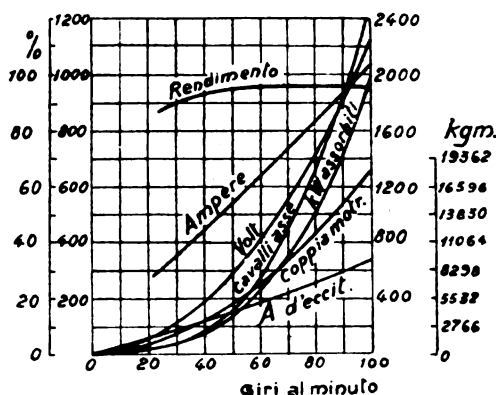


Fig. 3. — Caratteristiche del motore del «S. Benito» a velocità variabile. — Il carico varia col cubo della velocità (fattore di potenza 1).

La General Electric Company ha sostituito la resistenza con un altro dispositivo.

Nella New Mexico il rotore ha due avvolgimenti a gabbia di scoiattolo indipendenti uno dall'altro, posti in due distinte serie di canali.

Uno è a sbarre di argentane di alta resistenza, l'altro di sbarre di rame di piccola resistenza.

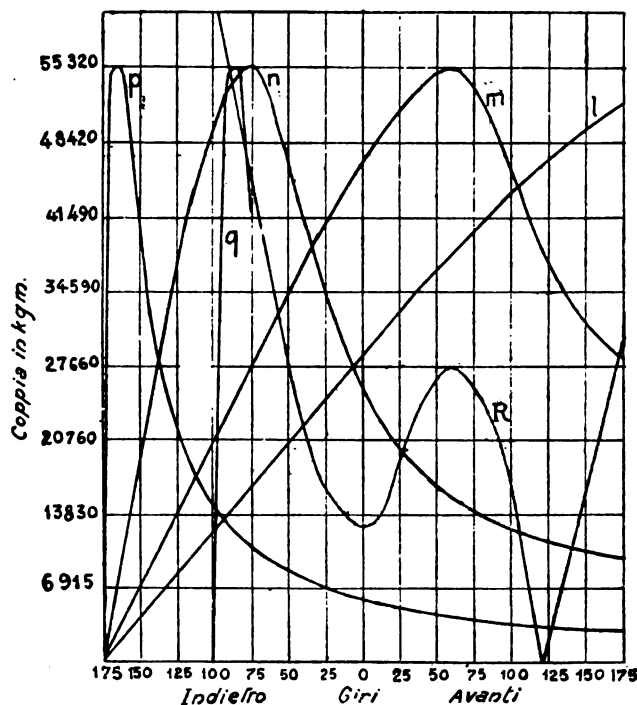


Fig. 4. — Motori del Tennessee, avvolgimento a 24 poli

All'avviamento si ha una forza elettromotrice generata negli avvolgimenti del rotore di alta frequenza (inizialmente uguale a quella della tensione agente nello statore); la reattanza dell'avvolgimento di rame è pure elevata e l'avvolgimento di piccola resistenza è percorso da una debole corrente, mentre la corrente percorre il circuito

⁽¹³⁾ Le corazzate Tennessee, Colorado, Washington sono gemelle sia per le macchine di propulsione che per le caratteristiche dello scafo; e per queste sono pure gemelle delle corazzate «California», «Maryland» «West Virginia» alle quali accenno in seguito; tutte hanno le stesse dimensioni della New Mexico. La potenza sviluppata e la suddivisione di essa rispetto ai generatori ed ai motori è la stessa in tutte le navi.

⁽¹⁴⁾ Per altri dispositivi adottati per l'avviamento dei motori asincroni si veda lo studio dell'ing. G. SARTORI nell'«Elettrotecnica» del 15-25 agosto 1923 e gli articoli ivi citati (oltre ai trattati generali del LOMBARDI, GRASSI, ecc).

di alta resistenza, il quale avvia così il motore; ad avviamento ultimato la frequenza delle correnti degli avvolgimenti del rotore è molto bassa; la reattanza dell'avvolgimento di rame diventa trascurabile; questo viene facilmente percorso dalla corrente indotta.

Deve essere rilevata una differenza notevole fra il funzionamento nell'inversione di marcia di un motore con la resistenza inserita sul rotore e di altro con il doppio avvolgimento a gabbia di scoiattolo.

Infatti, mentre col primo sistema la resistenza può essere di valore tale che il motore lavora sempre nel tratto di curva, dove il funzionamento è stabile, lo stesso non accade col secondo sistema.

Il funzionamento nell'inversione di marcia di un motore del primo tipo si rileva dalla fig. 4 dove l , m , n sono le curve che danno il valore della coppia⁽¹⁵⁾ del motore della «Tennessee» (dotato come dissi, di resistenza graduabile), in funzione del numero di giri, nell'inversione di rotazione dell'elica; R rappresenta la coppia richiesta dall'elica. Si vede che se la resistenza fosse completamente tolta, la curva della coppia diventerebbe P ; la coppia sarebbe cioè insufficiente; è perciò necessario mantenere entro limiti minori la velocità dell'elica, ossia si deve ridurre la velocità della turbina. La coppia fornita dal motore quando vengono tolte le resistenze diventa allora q ; ed il motore lavora così nel tratto di stabilità.

Consideriamo ora la fig. 5 che ci dà la stessa curva⁽¹⁶⁾ u per un motore⁽¹²⁾ con doppio avvolgimento a gabbia di scoiattolo. Fin-

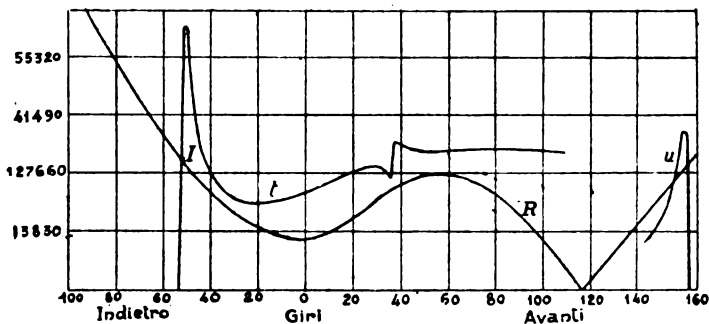


Fig. 5. — Motore del New Mexico (avvolgimento a 36 poli).

chè non si è raggiunta la velocità di sincronismo il funzionamento del motore avviene nel tratto di instabilità; R rappresenta la coppia richiesta dall'elica nell'inversione di rotazione.

Si vede che la curva t è superiore ad R ; la velocità quindi aumenta sino a raggiungere il punto I . Vi sono però due punti dove la curva t è molto prossima ad R ; il primo è a 55 giri a rotazione avanti dall'elica, ed il secondo a 35 giri, a rotazione indietro. Se la velocità della turbina non fosse sufficientemente ridotta potrebbe accadere che il propulsore fosse invertito, ma la velocità di esso non potrebbe essere aumentata ed il funzionamento del motore sarebbe instabile.

Quando il funzionamento del motore è arrivato nel tratto di stabilità, la velocità della turbina può essere aumentata.

Uno strumento che indica appunto quando i motori ed i generatori sono al sincronismo (se di sincronismo si può parlare per un motore asincrono) è stato ideato da Mr. Alexanderson.

Nella «California» e gemelle abbiamo pure i due avvolgimenti di alta e bassa resistenza sul rotore; essi sono collocati in uno stesso canale e separati da lamelle di mica. L'avvolgimento di piccola resistenza viene però aperto per l'avviamento e per l'inversione di marcia.

Anche qui lo statore ha 24 e 36 poli; per l'avviamento e per l'inversione di marcia si usa l'avvolgimento a 36 poli, che non può essere variato nella marcia indietro.

La velocità della turbina deve essere ridotta nell'inversione di marcia.

Per la propulsione è stato anche adottato, come disse, il motore sincro.

Il motore sincro è stato largamente applicato con successo in America. Lo troviamo nei compressori d'aria, d'ammoniaca, nelle pompe centrifughe, nei ventilatori, nei mulini per farina, per cemento, nei laminatoi per acciaio e per rame oltrechè come condensatore sincro.

Il motore funziona come asincrono durante l'avviamento fino a raggiungere la velocità di sincronismo; nel disegno del motore si

⁽¹⁵⁾ Per economia di spazio in questa e nella figura seguente, si sono portati dalla stessa parte dell'asse delle ascisse i valori della coppia motrice per entrambi i sensi di rotazione.

⁽¹⁶⁾ La curva è stata rilevata per un motore della New Mexico (due motori per alternatore). L'inversione di rotazione è fatta con avvolgimento dei motori a 36 poli, con eccitazione 150% del valore normale e velocità 50% della normale.

La curva u della stessa figura rappresenta la coppia motrice nel funzionamento normale di marcia avanti con avvolgimento dello statore a 24 poli ed eccitazione dell'alternatore a valore normale.

deve tenere conto di tale circostanza e soddisfare perciò a condizioni non sempre coincidenti con quelle proprie dei motori sincroni.

Così mentre un piccolo intraferro è necessario in un motore ad induzione, nel motore sincrónico esso porta ad una diminuzione del sovraccarico che il motore può sopportare.

Per l'avviamento vennero adottati sul rotore (induttore) avvolgimenti in corto circuito che durante la marcia servono da smorzatori.

Il sovraccarico, per il quale si calcola il motore è tre quarti del valore normale; ad esso si arriva con l'aumento dell'eccitazione del generatore e del motore.

Durante la contromarcia non si possono raggiungere le velocità che il motore asincrono ottiene, anche per le minori dimensioni, a pari potenza, date dal generatore che si suppone lavori a fattore di potenza unitario.

Nella inversione di marcia la velocità del generatore viene ridotta a circa un quarto della normale, l'eccitazione del motore viene raddoppiata e si sopprime quella dell'alternatore; si invertono le connessioni che collegano questo al motore in modo che la corrente, che fornirà l'alternatore a manovra avvenuta tenda ad invertire la direzione del motore.

L'elica funzionante ora come una turbina conduce il motore che funziona da generatore e la coppia da esso prodotta tende ad invertire il moto del generatore; il senso e il numero di giri di questo rimangono però invariati a cagione della turbina che lo conduce, cosicché la potenza sviluppata dall'elica si trasforma in calore, che aumenta la temperatura dell'alternatore.

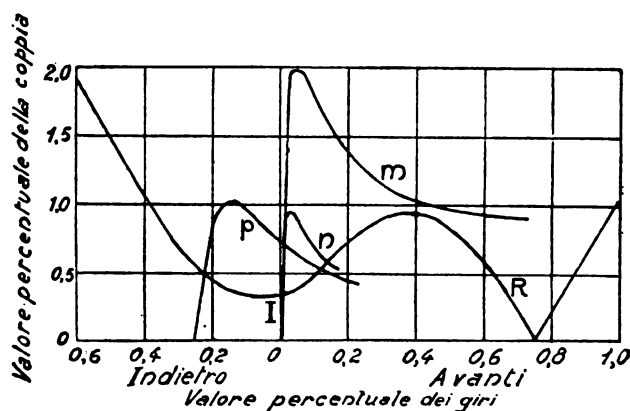


Fig. 6.

La curva *R* della fig. 6 rappresenta al solito la caratteristica dell'elica nell'inversione del senso di rotazione; la curva *m* rappresenta invece la coppia necessaria per condurre il motore sincrónico (ora generatore) e l'alternatore; questa coppia è maggiore di quella fornita dall'elica cosicché la velocità diminuisce sinché si arriva al punto *I*; allora l'eccitazione del motore sincrónico è ridotta e la curva *n* rappresenta la coppia richiesta allora dal sistema motore-alternatore. Quindi viene applicata l'eccitazione all'alternatore e tolto al motore. Questo funziona così come un motore ad induzione poiché il rotore di esso costituisce un avvolgimento in corto circuito. La curva *p* rappresenta la coppia fornita allora dal motore. Per sincronizzare questo viene applicata l'eccitazione normale al motore e doppia eccitazione all'alternatore.

*

La fiducia ispirata dal sistema di propulsione elettrica fu tale da indurre gli Stati Uniti ad adottare tale sistema in sei incrociatori da 180.000 HP ordinati prima della Conferenza di Washington. Le installazioni elettriche di alcuni dovevano essere fornite dalla Westinghouse Co., di altri dalla General Electric Co.

La costruzione di tali navi venne però sospesa dopo le deliberazioni della Conferenza di Washington.

Alcuni motori vennero utilizzati in navi porta-aeroplani.

Una nuova applicazione dei motori elettrici nel campo della propulsione navale si ebbe invece recentemente nei ferry-boats.

Essi vennero costituiti sia con apparato di propulsione Diesel elettrico a corrente continua, sia con turbo elettrico a corrente continua che con turbo elettrico a corrente alternata.

Del primo tipo è il Golden Gate che fa servizio fra S. Francisco e Sausalito (U. S. A.); esso ha due motori Diesel di 500 HP ognuno; connessi con generatori di 360 kW 250 volt; comandano le eliche due motori da 750 HP. 500 volt.

Si evita così nei ferry-boats che hanno un'elica a prua ed una a poppa il lungo asse che comanda le due eliche, che possano inoltre avere diverse velocità.

Altri due ferry-boats l'«Hayward» ed il «San Leandro» che fanno servizio fra S. Francisco e Oakland, hanno come apparato motore una turbina a 3600 giri che comanda con interposta una riduzione ad ingranaggi un generatore a corrente continua da 1000 kW, 500 volt, 900 giri. Le eliche, di prua e di poppa, sono condotte da due

motori che possono sviluppare sino a 1200 HP ognuno. In condizioni normali l'elica di poppa ruota a 125 giri e quella di prua a 100 giri.

Altri tre ferry-boats vennero equipaggiati con un turboalternatore trifase da 2200 HP, 3240 giri, 2300 volt e due motori 2100 ÷ 100 HP, 176 ÷ 122 giri, 36-52 poli, 2300 volt.

Altre installazioni notevoli vennero fatte recentemente col sistema Diesel elettrico.

Accenno a tre navi costruite per l'United Fruit Co. ed adibite al trasporto delle frutta. Le installazioni elettriche vennero fatte dalla Thomson Houston Co.

Ogni nave ha quattro motori Fullagar Diesel da 850 HP. Ogni motore è accoppiato direttamente con un generatore elettrico per la propulsione, da 500 kW 220 volt ed uno da 200 kW 220 volt per i servizi ausiliari, giri 250.

I generatori per la propulsione sono in serie. Il motore unico che comanda l'elica può sviluppare 2500 HP, giri 95; esso ha una doppia armatura. Le due armature sono connesse in serie. Il motore ed i generatori di propulsione sono eccitati separatamente da uno dei generatori per i servizi ausiliari.

La velocità del motore è variata agendo sulla tensione ad esso applicata. Si varia perciò il campo dei generatori agendo sui reostati di campo con speciale dispositivo a servomotore ⁽¹⁾.

*

Nella propulsione elettrica delle navi si dovettero studiare accuratamente nuovi tipi di regolatori di velocità per le turbine atti a funzionare ottimamente a varie velocità, poiché mentre negli impianti di terra la velocità delle turbine è costante, qui si hanno diverse velocità di marcia per lunghi periodi di tempo.

Non accenno agli strumenti ed ai dispositivi per il controllo ed il comando delle macchine. Questo interessante capitolo della propulsione elettrica potrebbe essere oggetto di un intero articolo.

I conduttori che portano l'energia dai generatori ai motori sono rivestiti; essi sono sostenuti da isolatori generalmente di bakelite. La porcellana viene infatti bandita da bordo perché facile a rompersi in seguito ai contraccolpi che può subire la nave (ad es. tiro delle artiglierie nelle navi da guerra). Ai sostegni dei conduttori, dato il rivestimento di questi, si richiede più la rigidità e la resistenza meccanica che ottime proprietà isolanti. Sono stati usati cavi monofasi e multifasi. Il cavo monofase permette un migliore isolamento fra fase e fase; l'attacco ai morsetti interruttori e alle macchine riesce più facile.

Il cavo multifase d'altra parte non dà luogo a correnti parassite all'esterno quando viene in contatto con pareti metalliche attraverso le quali può passare senza la necessità di particolari dispositivi di protezione. Si può usare un rivestimento in piombo senza pericolo che esso venga percorso da correnti.

Per i conduttori monofasi si deve invece osservare che nessun circuito magnetico sia chiuso intorno ad essi; il riscaldamento del metallo, che forma il circuito magnetico avvisa se tale prescrizione non è stata osservata.

I tratti del cavo (capo di cavo) denudati per fare l'attacco alle macchine ed agli interruttori devono essere protetti dagli spruzzi d'acqua. Se queste connessioni sono in un compartimento, dove si abbia notevole umidità devono essere racchiuse in custodie, entro le quali si fa arrivare aria calda sotto pressione, utilizzando ad esempio l'aria che ha servito per il riscaldamento delle macchine elettriche.

Specialmente sul rotore del generatore a cagione delle alte temperature, che si possono raggiungere si usa l'amianto come isolante. Esso però è molto igroscopico e l'assorbimento dell'umidità ne diminuisce le proprietà isolanti. Va perciò opportunamente trattato.

*

Chiudo queste note con l'augurio che il problema della propulsione elettrica delle navi venga studiato accuratamente dai costruttori navali ed elettrotecnici italiani e che le macchine elettriche ormai indispensabili in tanti impianti, siano utilizzate sulle navi italiane da guerra e mercantili non solo per i servizi ausiliari, ma anche come motrici dell'elica.

*

L'oratore è salutato con vivi applausi.

⁽¹⁾ Per maggiori notizie su queste navi si veda la relazione di Mr. W. J. Besley riassunta sull'Engineering, 13 aprile 1923, oppure The Electrician, 27 luglio 1923.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRATA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La definizione e la portata pratica dello squilibrio nei sistemi trifasi.

Molti fra i soci della Sezione di Milano, che non hanno più la fortuna di essere giovanissimi, ricorderanno senza dubbio le appassionate discussioni svoltesi in alcune riunioni della Sezione stessa, una quindicina d'anni or sono, a proposito della definizione del fattore di potenza nei circuiti trifasi squilibrati. Le discussioni, nate in seguito ad una comunicazione dell'Ing. Campos, furono così vivaci che ad un certo punto pareva fossero di fronte due moderni partiti politici: i fautori del *cos φ grande* ($\cos \phi$) e quelli del *cos φ piccolo* ($\cos \phi$)! Come poi sempre accade da noi in simili casi, la discussione si esaurì rapidamente senza che si giungesse ad alcuna pratica conclusione. Il problema non fu anzi mai più ripreso in esame ufficialmente dalla nostra Associazione e fu peccato, perchè in quelle discussioni era realmente il germe di molte utili e pratiche conclusioni. Tanto che quando, molti anni dopo, altre Associazioni Elettrotecniche e specialmente l'*Institution* nord-americana, ebbero ad occuparsi della questione, non poterono che giungere a quelle conclusioni che già erano in embrione nelle discussioni nostre. Tra l'altro ricordiamo come in un contributo dell'Ing. Norsa a tali discussioni già si accennasse alla convenienza di definire un « fattore di squilibrio » oltre che un « fattore di potenza »; convenienza, per non dire necessità che appare indiscutibile oggi al lume delle più precise conoscenze in materia.

A tale necessità, al fatto cioè che in circuito trifase notevolmente squilibrato, il solo fattore di potenza non sia sufficiente a definirlo, abbiamo in questi ultimi tempi più volte accennato in queste note, ripromettendoci di ritornare più ampiamente sull'argomento. Siamo lieti di poterlo fare oggi con una ampia monografia dell'Ing. E. BOTTANI della quale iniziamo la pubblicazione. Il titolo di essa: « *La moderna matematica dei circuiti trifasi* » può forse sorprendere, destando anche qualche prevenzione in tutti quei lettori che non hanno particolare simpatia per le matematiche, e merita qualche chiarimento. In realtà quando il collega Bottani consentì a prepararci uno scritto sull'argomento, il lavoro pareva dovesse limitarsi al significato ed all'importanza relativa dei fattori di potenza e di squilibrio — importanza pratica veramente notevole nei riguardi dell'economia e della razionalità degli impianti; ma poi, a poco a poco, i limiti del lavoro andarono necessariamente ampliandosi non essendo facile e forse neppure possibile prescindere da molte nozioni permettenti una più precisa definizione della materia trattata.

Chiunque si sia una volta trovato nella necessità di calcolare la distribuzione delle correnti e delle tensioni in un circuito trifase dissimetrico un po' complesso, sa quanto sia laborioso il lavoro, per la impossibilità di prestabilire delle formule generali, almeno coi metodi ordinari di calcolo. La cosa riesce un po' più facile adottando gli immaginari; ma ancora si incappa in sistemi complessi di equazioni che richiedono il faticoso sviluppo di determinanti d'ordine elevato. Ora è merito del Fortescue di aver creato, per lo studio dei sistemi trifasi dissimetrici, una nuova matematica coll'introduzione delle *Sequenze*, prendendo le mosse dall'artificio fondamentale, noto da tempo, per cui un sistema trifase squilibrato può immaginarsi come la risultante di due opportuni sistemi equilibrati ruotanti ciclicamente in senso inverso (almeno finchè si tratta per es., di un sistema a tre fili perfettamente isolato). Sono essenzialmente appunto i lavori del Fortescue — per riconoscimento dello stesso autore, spesso molto aridi e concisi e, senza far torto a nessuno, non molto conosciuti fra noi, — che hanno fornito la materia alla monografia dell'Ing. Bottani; il quale

ha voluto fare opera completa, premettendo tutti i necessari richiami e le necessarie convenzioni di carattere matematico in modo da consentire al lettore del tutto ignaro dell'argomento, di impossessarsi completamente dei nuovi artifici analitici.

« Artifici analitici »: ecco due parole che assumono spesso sulla bocca dei tecnici ed anche di molti ingegneri, un senso leggermente sprezzante, del tutto ingiustificato. Come giustamente osserva il Bottani, l'introduzione delle sequenze proposta dal Fortescue, ha molte analogie con l'introduzione dei numeri complessi nei calcoli elettrotecnici dovuta allo Steinmetz.

Anche i numeri complessi hanno avuto ed hanno ancora molti oppositori, e indubbiamente essi, come quasi tutti gli « artifici analitici », hanno il grave difetto di far perdere completamente di vista, durante lo sviluppo dei calcoli, il significato fisico delle formule che si vanno scrivendo; indubbiamente per questo è preferibile — almeno secondo il nostro modesto avviso. — di farne a meno finchè è possibile; ma è altrettanto vero che vi sono dei casi in cui l'uso degli immaginari conduce rapidamente a dei risultati che quasi non si saprebbe come raggiungere diversamente. Lo stesso può dirsi della nuova matematica dei sistemi trifasi; ed i lettori che, superando l'iniziale ritrosia, seguiranno il lavoro del Bottani, vedranno a quali interessanti e per molti, inattese, conclusioni essa può condurre nelle più svariate parti di un impianto trifase.

La protezione contro le sovracorrenti nelle moderne centrali.

Potrebbe essere questo il titolo di una importante relazione alla « prossima » XXX^a Riunione annuale dell'A. E. I.; ma, pel momento, esso ci è suggerito solo dalla descrizione dell'impianto di Temù, di cui oggi pubblichiamo la fine. La « tecnica dei relais » — per dirla in breve — ha fatto grandi progressi in questi ultimi anni, anche se le condizioni al riguardo della maggior parte dei nostri impianti non sembrano confermarlo. Non si deve mai dimenticare quanto abbiano pensato le particolari condizioni create dalla guerra e dall'immediato dopo guerra sullo sviluppo delle nostre centrali e delle nostre reti. Ma in questi ultimi anni moltissimo si è fatto anche da noi, sia seguendo le direttive già affermatesi all'estero, sia seguendo nuove vie e nuovi criteri: e indubbiamente, anche sotto il punto di vista di questo confronto di direttive, la futura riunione riuscirà molto istruttiva. Oggi intanto lo schema del quadro di Temù ci mostra un interessante complesso di disposizioni e di apparecchi di protezione il quale potrà fornire abbondante materia a questo futuro confronto.

LA REDAZIONE.

L'indiscutibile utilità di un

INDICE BIBLIOGRAFICO

come quello pubblicato dall'A. E. I. è tale che riteniamo opportuno richiamare l'attenzione di tutti coloro che non lo hanno ancora prenotato perchè vogliano assicurarsi le pubblicazioni che seguiranno nell'anno prossimo.

È sufficiente l'invio della propria adesione alla Sede Centrale.

LA MODERNA MATEMATICA DEI CIRCUITI TRIFASI

ERCOLE BOTTANI

È noto che in pratica i comuni sistemi trifasi di correnti alternate sono sempre più o meno squilibrati.

Nella gran maggioranza dei casi, però, si può e si suole, con sufficiente approssimazione per i fini ultimi delle ricerche, ritenere il sistema come perfettamente equilibrato, soprattutto quando gli squilibri non appaiono eccessivi. Con questa semplificazione le relazioni intercorrenti fra le varie grandezze del sistema sono relativamente semplici e perciò i calcoli, in ispecial modo introducendo il concetto di circuito monofase equivalente, risultano normalmente rapidi e relativamente intuitivi.

Ma, quando gli squilibri sono forti, non è più possibile prescindere da essi sotto pena di giungere a risultati privi di ogni valore.

Ora è noto a chiunque abbia avuto occasione di imbattersi in questi casi, come gli usuali criteri non permettano una facile figurazione dei sistemi squilibrati e del loro grado di squilibrio, nè una loro trattazione generale relativamente semplice ed intuitiva.

In quest'ultimi anni però specialmente per merito dell'americano C. L. Fortescue ⁽¹⁾, furono compiuti notevoli progressi in tale campo, progressi che trovarono finora scarso eco da noi nonostante che carichi fortemente squilibrati si presentino oggi con una certa frequenza. Basta ad esempio pensare alle ferrovie monofasi (o in generale ai motori monofasi) alimentate da reti trifasi; ai forni siderurgici sia monofasi che trifasi, al diffusissimo carico luce per ben comprendere come l'argomento, indipendentemente da ogni speculazione teorica, abbia una grande importanza pratica.

Riteniamo, perciò, fatica non del tutto vana esporre in queste colonne il risultato dei predetti studi del Fortescue, cogliendo contemporaneamente l'occasione per raccogliere, e sviluppare in forma, per quanto ci è possibile piana ed organica, le più moderne cognizioni sui circuiti trifasi qualunque.

A quei tecnici che trovassero piuttosto difficili od artificiosi i nuovi concetti ed i nuovi procedimenti di calcolo che esporremo, dobbiamo rammentare che l'argomento stesso a cui essi si applicano è nella sua generalità tutt'altro che semplice, e che nessuna elocubrazione potrà mai ridurre il numero delle variabili indipendenti di un problema. Solo una più razionale scelta di dette variabili può talvolta permettere di ricondurre un sistema fisico complesso a schemi più elementari e come tali più noti e fisicamente più intuitivi.

Questo è proprio il caso dei circuiti trifasi e noi siamo convinti che, come oggi è ormai entrato nell'uso comune il concetto di corrente wattata e swattata e l'impiego degli immaginari per i circuiti monofasi, così domani potranno divenire comuni i concetti di correnti dirette e inverse e l'impiego delle sequenze per i circuiti trifasi.

I. - Convenzioni, richiami ed ipotesi.

Riteniamo opportuno richiamare qui brevemente, per maggior chiarezza del seguito, alcune convenzioni e definizioni, che saranno senza dubbio note alla generalità dei lettori.

1. — Supporremo sempre che le curve delle grandezze alternative (tensioni e correnti) siano rigorosamente sinusoidali.

2. — In tal caso tali grandezze si rappresentano graficamente mediante dei vettori, poichè è noto che la somma algebrica di più grandezze sinusoidali omogenee e isofrequenziali si traduce in una somma vettoriale fra i segmenti che le rappresentano in grandezza e fase.

Colla lunghezza del vettore (modulo) si rappresenta indifferentemente sia il valor massimo, sia il valore efficace della grandezza alternata, perchè detti valori sono fra loro proporzionali.

È noto che simbolicamente, un vettore viene rappresentato sopralineando la lettera che lo indica ⁽²⁾. Colla stessa,

senza alcun segno particolare, si rappresenta invece il valore efficace (valore numerico) della grandezza rappresentata, cioè la lunghezza del vettore.

Ricordiamo che poichè per definire un vettore nel piano occorrono due quantità scalari — ad esempio: due componenti, oppure la sua lunghezza (modulo) e un angolo (fase) — ogni espressione vettoriale fra vettori complanari equivale a due espressioni scalari.

3. — Sull'uso dei numeri complessi, che dobbiamo ritenere familiare al lettore richiamiamo solo quanto segue:

Per le questioni che ci occupano è utile considerare l'unità immaginaria j ($j^2 = -1$) e i numeri complessi che da essa derivano, come degli operatori vettoriali.

Cioè se V indica un particolare vettore; jV indicherà il vettore che si ottiene ruotando il primo di un angolo retto in un senso prefissato arbitrariamente.

Nei riguardi di questo senso (senso positivo degli angoli) è ormai universalmente invalsa la consuetudine di assumerlo opposto a quello delle lancette dell'orologio; con chè, per noi elettricisti, vengono ad essere considerati positivi gli angoli d'anticipo e negativi quelli di ritardo.

Con questa convenzione il vettore jV verrà dunque a trovarsi in anticipo di $\frac{\pi}{2}$ (90°) rispetto al vettore V (fig. 1) e corrispondentemente — jV in ritardo dello stesso angolo.

Notiamo che l'operatore j lascia inalterata la lunghezza (valore numerico) e la specie del vettore a cui è applicato; ciò dipende dall'aver esso il modulo uguale a 1 e dall'essere un ente astratto.

Analogamente e più in generale il numero complesso $e^{j\varphi}$ (e = base log. naturali), che come j ha modulo unitario, preposto ad un vettore ($e^{j\varphi} V$) indicherà di ruotarlo nel senso antiorario dell'angolo φ senza variarne il valore (fig. 1).

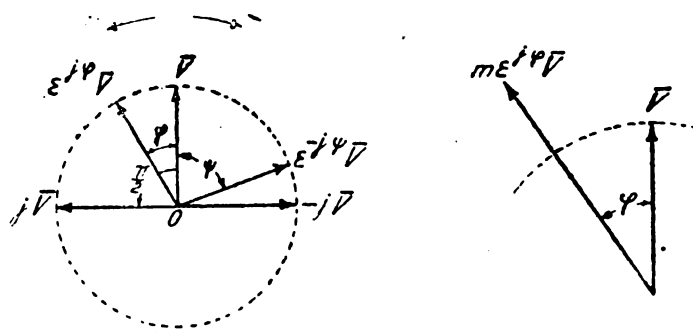


Fig. 1 e 2.

Infine l'espressione $m e^{j\varphi} V$ rappresenterà un vettore m volte più grande di V e ruotato rispetto a questo dell'angolo φ (nella fig. 2, $m = \frac{3}{2}$). Per note proprietà il coefficiente m si può considerare indifferentemente come fattore di V o di $e^{j\varphi}$. Nel primo caso è il vettore mV che va ruotato di φ , nel secondo m rappresenta il modulo del numero complesso $m e^{j\varphi}$. Quest'ultima espressione è la più generale di un operatore vettoriale ossia del rapporto fra due qualsiasi vettori omogenei.

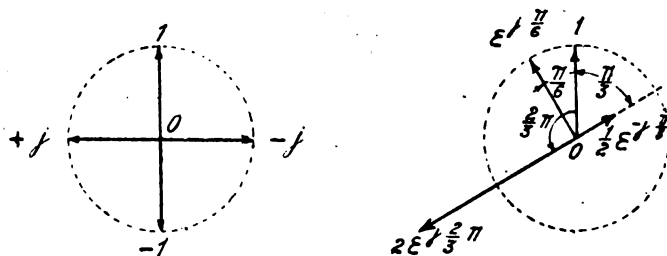


Fig. 3 e 4.

Pur considerando i numeri complessi come operatori vettoriali va tenuto presente ch'essi a loro volta si possono rappresentare geometricamente con dei vettori complanari.

Così i numeri 1 ; $+j$; -1 ; $-j$ vengono rappresentati dai diversi segmenti della figura 3 e analogamente $e^{j\pi/6}$; $2 e^{j\pi/3}$; $\frac{1}{2} e^{-j\pi/3}$ da quelli della fig. 4. Si osservi che il vet-

⁽¹⁾ Method of Symmetrical Co — Ordinates Applied to the Solution of Polyphase Networks. Transactions of the A.I.E.E. Vol. XXXVII, 1918, pag. 1027.

⁽²⁾ Fra i vari segni usati noi abbiamo adottato quello sopra indicato perchè meno degli altri si presta a creare confusioni, specialmente nella scrittura comune.

tore 1 rispetto al quale va inteso siano ruotati i precedenti vettori può essere orientato secondo una direzione qualunque.

Quando non sia necessario scrivere un operatore per esteso e non nascano ambiguità, è comodo indicarlo come un vettore, ossia con un'unica lettera sopralineata adottando generalmente quella che rappresenta il modulo: così $\bar{m} = m \epsilon^{j\varphi}$.

Ricordiamo le varie forme, oltre l'esponenziale fin qui usata, in cui si può scrivere un generico numero complesso.

Identicamente si ha:

$$\epsilon^{j\varphi} = \cos \varphi + j \sin \varphi \quad (1)$$

quindi:

$$\bar{m} = m \epsilon^{j\varphi} = m (\cos \varphi + j \sin \varphi) = a + jb$$

in cui è

$$a = m \cos \varphi \quad b = m \sin \varphi$$

Inversamente dati a e b risulta

$$\text{modulo } \bar{m} = m = \sqrt{a^2 + b^2}; \text{ argomento } \bar{m} = \varphi = \text{artg } \frac{b}{a}$$

La relazione (1) permette di verificare le seguenti identità di uso frequente:

$$\begin{aligned} \epsilon^{j\frac{\pi}{2}} &= +j & \epsilon^{-j\frac{\pi}{2}} &= -j & \epsilon^{j\frac{3}{2}\pi} &= \epsilon^{-j\frac{\pi}{2}} = -j \\ \epsilon^{j\frac{2}{3}\pi} &= -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} & \epsilon^{-j\frac{2}{3}\pi} &= \epsilon^{j\frac{4}{3}\pi} = -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} \end{aligned}$$

e altre analoghe.

4. — È noto che un'impedenza z costituita da una resistenza r e da una reattanza x viene utilmente considerata come un operatore vettoriale che applicato ad un vettore corrente \bar{I} determina un vettore tensione \bar{V} .

Infatti se \bar{I} (fig. 5) è il vettore corrente; $r\bar{I}$ è un vettore tensione in fase con \bar{I} mentre $x\bar{I}$ è bensì un altro vettore tensione ma deve essere aggiunto al precedente dopo averlo ruotato rispetto ad \bar{I} di $+\frac{\pi}{2}$ (90° in anticipo). La tensione \bar{V} risultante si potrà quindi scrivere:

$$\bar{V} = r\bar{I} + jx\bar{I} = (r + jx)\bar{I}$$

e indicando $r + jx$ con \bar{z} :

$$\bar{V} = \bar{z}\bar{I}$$

In questa espressione \bar{z} appare appunto come un operatore avente per modulo ($z = \sqrt{r^2 + x^2}$) il valore numerico dell'impedenza e per argomento l'angolo φ .

La stessa figura 5 mostra a destra la rappresentazione grafica dell'operatore \bar{z} . Occorre rilevare che poichè z determina una V (numero di volt) quando è applicato ad una I (numero di ampere) esso non è un operatore astratto (che lascia cioè inalterata la specie di grandezza fisica a cui è applicato) ma è invece a sua volta un'altra grandezza fisica, espressa infatti da un certo numero di ohm.

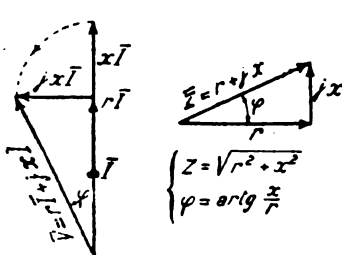


Fig. 5. — Diagramma di una impedenza.

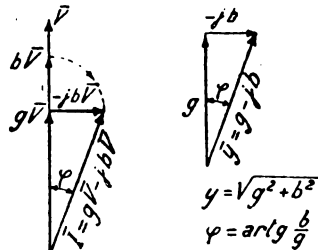


Fig. 6. — Diagramma di una ammettenza.

Come per le impedenze una ammettenza y costituita da una conduttanza g e da una suscettanza b , si può scrivere sotto la forma $y = g - jb$ e considerarla come un operatore concreto (certo numero di mho) che applicato ad un vettore tensione \bar{V} determina un vettore corrente \bar{I} (fig. 6):

$$\bar{I} = g\bar{V} - jb\bar{V} = (g - jb)\bar{V} = \bar{y}\bar{V}$$

Il valore numerico di y è naturalmente il suo modulo $y = \sqrt{g^2 + b^2}$.

Più in generale il rapporto fra un vettore tensione ed uno corrente, di ugual frequenza, qualunque siano i fenomeni fisici

che li legano, è sempre un operatore vettoriale necessariamente concreto, e sarà omogeneo con una impedenza se si pone $z = \frac{V}{I}$ o con una ammettenza se scriviamo $y = \frac{I}{V}$.

È noto che a questi rapporti vengono per analogia conservati i nomi di impedenza e di ammettenza aggiungendo, quando la chiarezza lo richieda uno degli aggettivi: *fittizia, apparente, complessiva, equivalente* od altri.

Così ad esempio si parla comunemente di « impedenza interna equivalente primaria o secondaria » di un trasformatore, di « impedenza complessiva » di un motore, di impedenza monofase nei circuiti trifasi, ecc., ecc.

Sempre per analogia, alla parte reale di questi operatori si mantiene il nome generico di resistenza o conduttanza, ed il nome di reattanza o di suscettanza alla parte immaginaria.

Il modulo degli operatori z e y esprime il rapporto fra i semplici valori numerici di \bar{V} ed \bar{I} ($z = \frac{V}{I}$; $y = \frac{I}{V}$), mentre il loro argomento, al quale in tal caso si dà il nome di *angolo caratteristico* dell'impedenza o dell'ammettenza, misura lo sfasamento (angolo) fra V ed I .

Le ordinarie impedenze ed ammettenze rientrano, evidentemente come casi particolari, nel concetto generale qui richiamato.

Ricordiamo che i rapporti qui considerati hanno significato solo se le due grandezze \bar{V} ed \bar{I} hanno la stessa frequenza, poichè solo in questo caso i vettori che le rappresentano hanno l'uno rispetto all'altro una determinata fase.

II. - Nozioni preliminari.

Le seguenti considerazioni sui sistemi di tre vettori hanno carattere prettamente geometrico e valgono quindi qualunque sia la grandezza da essi rappresentata. Nel caso nostro potranno cioè indifferentemente rappresentare sia delle grandezze sinusoidali (tensioni o correnti) sia dei numeri complessi (operatori vettoriali; impedenze, ammettenze).

Perciò riesce utile farne un capitolo a sè.

5. — Consideriamo, dunque, il complesso di tre vettori complanari qualsiasi ma omogenei fra loro, o come si suol dire: una terna od un sistema trifase di vettori.

Simbolicamente indicheremo i tre vettori con una stessa lettera distinguendoli mediante degli indici (fig. 7) come ad es., \bar{V}_a ; \bar{V}_b ; \bar{V}_c ; oppure \bar{V}_1 ; \bar{V}_2 ; \bar{V}_3 (*). Più compendiosamente adotteremo la semplice notazione $S(\bar{V})$ oppure $S(V_a)$ o $S(\bar{V}_1)$ qualora si voglia porre in evidenza qual'è il primo vettore della terna.

Nelle nostre questioni i vettori della terna si considerano di solito applicati ad un stesso punto (*centro della terna*) e inoltre risulta per essi generalmente determinato un certo ordine di successione (*senso ciclico*). Quando la scelta di quest'ultimo sia arbitraria si suole normalmente considerare come secondo vettore quello che si incontra, dopo il primo, ruotando nel verso negativo (*senso orario*) (fig. 7). Non deve meravigliare che si assuma quest'ultimo senso come senso ciclico *normale*. Il fatto deriva dalla consuetudine di numerare le grandezze elettriche (tensioni o correnti) nel senso dei ritardi (si veda § 16).

Inoltre una terna può essere considerata *orientata* o *no*, rispetto ad una certa direzione, in particolare rispetto ad una altra terna.

Come esempio ricordiamo che in un circuito trifase la terna delle correnti risulta orientata rispetto a quella delle tensioni.

È però naturale che finchè due terne non sono poste a confronto ciascuna di esse si può ritenere orientata comunque.

I tre vettori possono avere o no risultante nulla. Nel primo caso (figura 7), $\bar{V}_a + \bar{V}_b + \bar{V}_c = 0$, essi devono essere rispettivamente uguali e paralleli ai tre lati di un triangolo; nel secondo (fig. 8), $\bar{V}_a + \bar{V}_b + \bar{V}_c \neq 0$, la spezzata da essi formata rimane invece aperta.

Per distinguere i due casi noi chiameremo *sistema puro* un sistema come quello della figura 7 e *sistema spurio* quello della figura 8.

(*) L'uso più comune è per gli indici numerici, ma poichè in questo studio ad essi verrà assegnato un altro significato, noi adotteremo gli indici letterali.

Notiamo che le quantità scalari indipendenti che occorrono per definire una terna spuria sono sei, ne occorrono infatti due per ogni vettore.

Nelle terne pure queste quantità si riducono a quattro, perchè uno dei vettori è uguale ed opposto alla somma degli altri due.

Se però le terne hanno orientazione arbitraria, dette quantità si riducono a 5 ed a 3 rispettivamente.

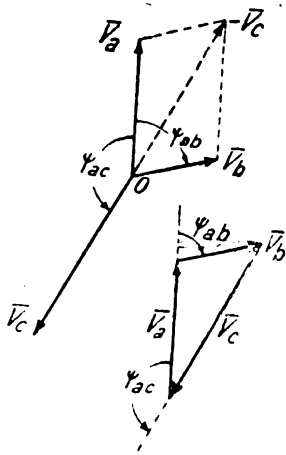


Fig. 7.
Terna pura di vettori.

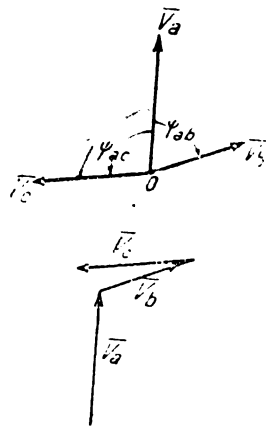


Fig. 8.
Terna spuria di vettori.

Come criterio generale si può individuare ciascun vettore separatamente dagli altri, o mediante (§ 2) il loro modulo e l'angolo che ciascuno fa con una direzione prefissata, oppure mediante i componenti di ciascun vettore secondo due direzioni ortogonali.

Ma nel caso, molto frequente, di sistemi puri non orientati, si può evidentemente assumere per individuarli una qualunque delle seguenti terne di quantità scalari (fig. 7).

$$\begin{aligned} V_a; V_b; V_c \\ V_a; V_b; \psi_{ab} \text{ e analoghe} \\ V_a; \psi_{ab}; \psi_{ac} \text{ " " "} \end{aligned}$$

Di queste solo le prime due si presentano normalmente nei nostri studi e si passa facilmente dall'una all'altra mediante la nota relazione:

$$V_c^2 = V_a^2 + V_b^2 + 2 V_a V_b \cos \psi_{ab} \quad (2)$$

e quelle che da questo derivano.

Qualora del sistema si debba individuare anche la sua orientazione rispetto ad altri occorrerà aggiungere ai precedenti un altro parametro scalare, che può essere l'angolo che uno dei vettori (ad esempio il primo) forma con una determinata direzione.

6. *Somma e prodotto di sistemi trifasi di vettori.* — Per quanto dovremo esporre in seguito sono fondamentali le seguenti definizioni di somma e prodotto di due terne di vettori.

La loro applicazione richiede che sia ben precisato per ogni sistema, addendo o fattore, quale è il vettore da considerarsi per primo, quale per secondo, ecc.

Una volta stabilito ciò; per *sistema somma di due terne di vettori* si deve intendere il sistema che ha per primo vettore la somma (vettoriale) dei primi vettori dei sistemi dati, per secondo la somma dei secondi e per terzo la somma dei terzi.

Secondo questa definizione, se $\bar{V}_a; \bar{V}_b; \bar{V}_c$ sono i tre vettori di un sistema $S(\bar{V}_a)$ e $\bar{U}_a; \bar{U}_b; \bar{U}_c$ i tre di un secondo sistema $S(\bar{U}_a)$, simbolicamente scriveremo:

$$\begin{aligned} S(\bar{V}_a) + S(\bar{U}_a) &= (\bar{V}_a; \bar{V}_b; \bar{V}_c) + (\bar{U}_a; \bar{U}_b; \bar{U}_c) = \\ &= \bar{V}_a + \bar{U}_a; \bar{V}_b + \bar{U}_b; \bar{V}_c + \bar{U}_c \end{aligned}$$

cioè

$$S(\bar{V}_a) + S(\bar{U}_a) = S(\bar{V}_a + \bar{U}_a)$$

La fig. 9 mostra un esempio di somma di due terne qualsiasi (quella di sinistra ha il senso ciclico normale, l'altra il senso inverso).

Dalla precedente definizione scende immediatamente che il sistema somma ha al massimo tre vettori, ossia tanti quanti sono quelli di ciascuno dei sistemi componenti.

E' superfluo ricordare che l'operazione di somma non ha

senso che nel caso in cui le terne addendi siano o tutte astratte o rappresentino, tutte, grandezze della stessa specie, in altre parole le terne devono essere omogenee.

In quanto al *prodotto*, la sua definizione è in tutto analoga a quella della somma, basta sostituire alla parola somma la parola prodotto.

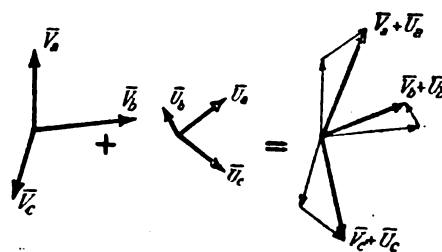
Tuttavia è necessario precisare cosa dobbiamo qui intendere per prodotto di due vettori, ed in quali casi esso ha per noi significato.

In generale nei nostri studi il prodotto ha significato solo quando uno dei fattori è un operatore vettoriale (§§ 3 e 4) l'altro potendo essere indifferentemente un altro operatore o una grandezza fisica, nel caso nostro, una tensione od una corrente.

Il prodotto non ha invece alcun significato se fatto fra due grandezze fisiche, a meno di introdurre definizioni particolari.

Ritornando al caso in cui uno dei fattori è un operatore, notisi che se questo è astratto, il prodotto è omogeneo con l'altro fattore, mentre se esso è concreto, il prodotto è di specie diversa.

Sappiamo infatti che un operatore impedenza per un vettore corrente dà un vettore tensione; che una ammettenza per una tensione dà una corrente, ecc.



$$S(\bar{V}_a) + S(\bar{U}_a) = S(\bar{V}_a + \bar{U}_a)$$

Fig. 9. — Somma di due terne.

7. *Sistemi puri.* — Fermiamoci per ora ai *sistemi puri* detti *simmetrici*. Una terna pura di vettori costituisce un sistema detto comunemente *simmetrico* oppure *equilibrato*, allorchè i tre vettori hanno uguale grandezza e sono perciò ugualmente sfasati fra loro. L'angolo fra due qualunque di essi è in tal caso di $\frac{2}{3}\pi$ (120°) e il triangolo da loro formato sarà equilatero (fig. 10).

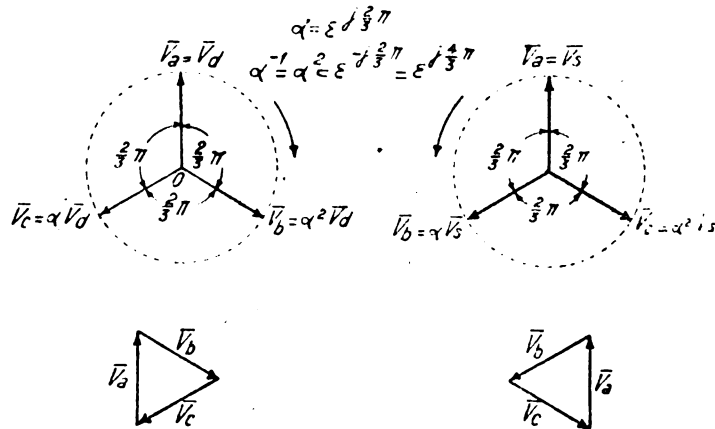


Fig. 10-a. — Sistema simmetrico diretto. Fig. 10-b. — Sistema simmetrico inverso.

Ha grande importanza per il seguito la distinzione dei sistemi simmetrici a seconda del loro ordine ciclico. Nella figura 10a) l'ordine di successione dei vettori è quello che abbiamo definito normale (§ 5) mentre nella fig. 10b) si passa dal primo al secondo vettore e poi al terzo girando in senso opposto. Noi chiameremo sistemi *simmetrici diretti* (o destrorsi, o positivi) quelli aventi il senso ciclico della fig. 10a (senso normale o diretto) e *inversi* (o sinistrorsi o negativi) quelli aventi il senso ciclico della figura 10b (senso ciclico inverso al precedente).

Uno dei precedenti sistemi simmetrici risulta completamente individuato da uno qualsiasi dei vettori che lo compongono, gli altri, infatti, si ottengono dal dato ruotandolo di

$\frac{2}{3}\pi$ (120°) in un senso e nell'altro. Allora analiticamente chiamato con \bar{V}_a ad esempio il primo vettore di un sistema diretto, potremo rappresentare i rimanenti come segue (fig. 10a e § 3).

$$\begin{aligned} \text{primo vettore: } V_a &= \bar{V}_a \\ (3) \quad \text{secondo vettore: } \bar{V}_b &= \varepsilon^{-j\frac{2\pi}{3}} \bar{V}_a = \varepsilon^{j\frac{4\pi}{3}} \bar{V}_a \\ \text{terzo vettore: } V_c &= \varepsilon^{j\frac{2\pi}{3}} \bar{V}_a \end{aligned}$$

Data la frequenza con la quale incontreremo l'operatore vettoriale $\varepsilon^{j\frac{2\pi}{3}}$ (rotazione positiva di 120°) lo indicheremo fin d'ora speditamente con α . Ricordiamo allora, e lo si verifica facilmente con la (1) § 3, che $\alpha^2 = \alpha^{-1}$ rappresenta una rotazione di $\frac{2}{3}\pi$ in senso negativo ossia $\varepsilon^{-j\frac{2\pi}{3}}$ e che analogamente $\alpha^3 = \alpha^0 = 1$; $\alpha^4 = \alpha = \alpha^{-2}$ ecc.

Gli operatori 1 ; α ; $\alpha^2 = \alpha^{-1}$ sono le tre distinte radici cubiche reali e complesse dell'unità e sono legate fra loro dalla relazione $1 + \alpha + \alpha^2 = 0$ che risulta facilmente anche dalle uguaglianze (3) sommandole membro a membro.

Sostituendo dunque α ad $\varepsilon^{j\frac{2\pi}{3}}$ nelle relazioni precedenti scriveremo

$$\begin{aligned} \text{primo vettore: } \bar{V}_a &= \bar{V}_a \\ (3 \text{ bis}) \quad \text{secondo vettore: } \bar{V}_b &= \alpha^{-1} \bar{V}_a = \alpha^2 \bar{V}_a \\ \text{terzo vettore: } \bar{V}_c &= \alpha \bar{V}_a \\ \text{ed è naturalmente: } V_a &= V_b = V_c = V_d \end{aligned}$$

Analogamente per un sistema simmetrico inverso potremo scrivere (fig. 10b)

$$\begin{aligned} \text{primo vettore: } V_a &= V_s \\ (4) \quad \text{secondo vettore: } \bar{V}_b &= \varepsilon^{+j\frac{2\pi}{3}} \bar{V}_s = \alpha \bar{V}_s \\ \text{terzo vettore: } \bar{V}_c &= \varepsilon^{-j\frac{2\pi}{3}} \bar{V}_s = \alpha^{-1} \bar{V}_s = \alpha^2 \bar{V}_s \\ V_a &= V_b = V_c = V_d \end{aligned}$$

8. *Teorema fondamentale: una terna pura di vettori equivale alla somma di due determinati sistemi trifasi simmetrici uno diretto e l'altro inverso.*

Dal punto di vista matematico la possibilità contemplata nel teorema enunciato dipende dalla possibilità o meno di poter scrivere un sistema *determinato* di equazioni fra le quantità individuanti il sistema diretto ed il sistema inverso.

Scalarmente queste quantità sono evidentemente (§ 5) il modulo V_a dei vettori del sistema diretto, quello V_s dei vet-

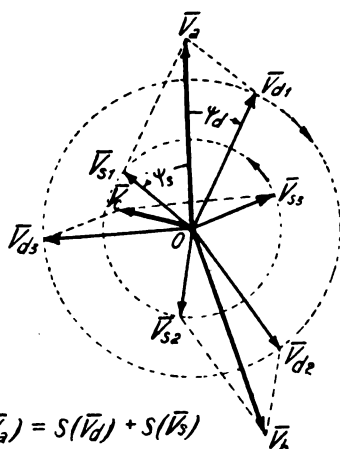


Fig. 11. — Somma di due terne simmetriche, una diretta e l'altra inversa.

tori del sistema inverso e gli angoli ψ_a e ψ_s (fig. 11) che il vettore considerato primo in ciascun sistema componente forma col primo \bar{V}_a dei tre dati \bar{V}_a ; \bar{V}_b ; \bar{V}_c .

Ossia in totale le incognite scalari sono quattro.

Le equazioni vettoriali che si possono scrivere in base alla definizione di somma del § 6 sono ovviamente (figura 11):

$$\bar{V}_a = \bar{V}_d + V_s$$

$$\bar{V}_b = \varepsilon^{-j\frac{2\pi}{3}} \bar{V}_d + \varepsilon^{+j\frac{2\pi}{3}} \bar{V}_s = \alpha^2 \bar{V}_d + \alpha \bar{V}_s \quad (5)$$

$$\bar{V}_c = \varepsilon^{+j\frac{2\pi}{3}} \bar{V}_d + \varepsilon^{-j\frac{2\pi}{3}} \bar{V}_s = \alpha \bar{V}_d + \alpha^2 \bar{V}_s$$

Ma per l'ipotesi fatta, cioè che il sistema dato sia puro, ($\bar{V}_a + \bar{V}_b + \bar{V}_c = 0$) una delle (5) è conseguenza delle altre due come del resto si può facilmente verificare ricordando che $1 + \alpha + \alpha^2 = 0$.

Sono dunque due le equazioni vettoriali indipendenti e siccome ciascuna si scinde in due equazioni scalari (§ 2) le quattro quantità V_d ; ψ_d ; V_s ; ψ_s risultano legate agli elementi del sistema dato da quattro equazioni scalari indipendenti, per cui il teorema è dimostrato.

Più semplicemente, sarebbe bastato osservare che vettorialmente parlando per individuare un sistema puro bastano due dei suoi vettori, e che quindi deve essere sempre possibile sostituirne ad essi altri due fra loro indipendenti, che è appunto quanto afferma il teorema.

9. *Determinazione grafica ed analitica dei due sistemi componenti un dato sistema puro.* — Sommando membro a membro le equazioni (5) dopo aver moltiplicato per α i due membri della seconda e per α^2 quelli della terza si ottiene facilmente:

$$\bar{V}_a + \alpha \bar{V}_b + \alpha^2 \bar{V}_c = 3\bar{V}_d \quad (6)$$

da cui si deduce subito una facile costruzione grafica che determina \bar{V}_d (grandezza e fase) noti i tre vettori del sistema

$$3\bar{V}_d = \bar{V}_a + \alpha \bar{V}_b + \alpha^2 \bar{V}_c$$

$$3\bar{V}_s = \bar{V}_a + \alpha^2 \bar{V}_b + \alpha \bar{V}_c$$

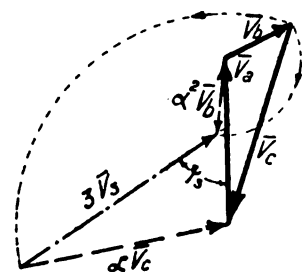
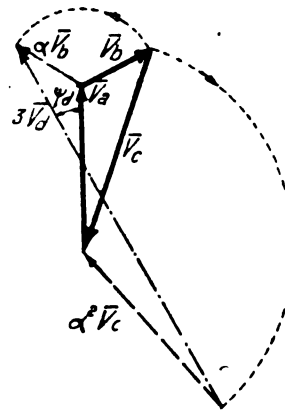


Fig. 12. — Costruzione di \bar{V}_d Fig. 13. — Costruzione di \bar{V}_s

dato. Basta infatti interpretare geometricamente il primo membro della (6) così come è indicato nella fig. 12.

Analogamente moltiplicando la seconda delle (5) per α e la terza per α^2 e sommando si ha:

$$\bar{V}_a + \alpha^2 \bar{V}_b + \alpha \bar{V}_c = 3\bar{V}_s \quad (7)$$

da cui la semplice costruzione di \bar{V}_s della fig. 13.

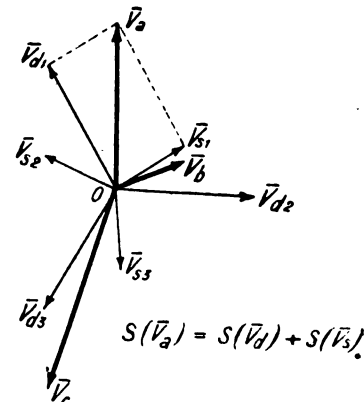


Fig. 14. — Altro esempio di somma di due terne simmetriche.

Evidentemente determinati che siano, in grandezza e fase, i primi vettori \bar{V}_d e \bar{V}_s dei due sistemi diretto e inverso questi, se necessario, si completano con tutta facilità.

Le fig. 11 e 14 mostrano un sistema $S(\bar{V})$ scomposto nei due $S(\bar{V}_a) = \bar{V}_{a1}; \bar{V}_{a2}; \bar{V}_{a3}$ ed $S(\bar{V}_s) = \bar{V}_{s1}; \bar{V}_{s2}; \bar{V}_{s3}$.

Per ipotesi è $\bar{V}_a + \bar{V}_b + \bar{V}_c = 0$ ponendo $\bar{V}_c = -(\bar{V}_a + \bar{V}_b)$ nelle (6) e (7) si ottengono con facili riduzioni le espressioni seguenti, tutte ugualmente utili:

dalla (6):

$$\sqrt{3} \bar{V}_d = \varepsilon^{+j\frac{\pi}{6}} \bar{V}_a + j \bar{V}_b = -j(x \bar{V}_a - \bar{V}_b) = \varepsilon^{j\frac{\pi}{6}} (\bar{V}_a - x^2 \bar{V}_b) \quad (8)$$

dalla (7):

$$\sqrt{3} \bar{V}_s = \varepsilon^{-j\frac{\pi}{6}} \bar{V}_a - j \bar{V}_b = j(x^2 \bar{V}_a - \bar{V}_b) = \varepsilon^{-j\frac{\pi}{6}} (\bar{V}_a - x \bar{V}_b) \quad (9)$$

e che interpretate geometricamente (esempio in fig. 15 e 16) indicano ciascuna un'altra costruzione per \bar{V}_d e \bar{V}_s .

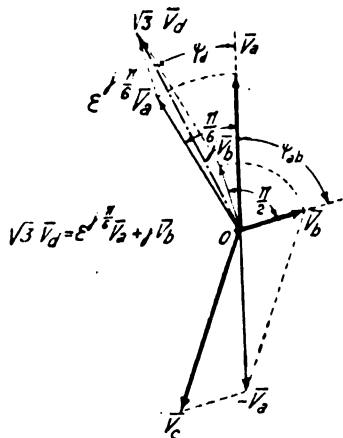


Fig. 15.

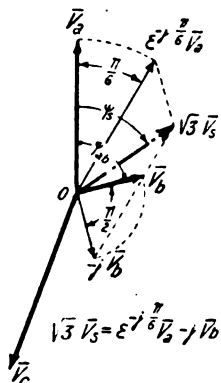


Fig. 16.

E' qui superfluo richiamare tutte le costruzioni che furono proposte per determinare i precedenti vettori; a quelle già esposte aggiungiamo solo quella indicata dal Fortescue nell'articolo citato, e rappresentata nella fig. 17, lasciando al lettore la cura della sua dimostrazione.

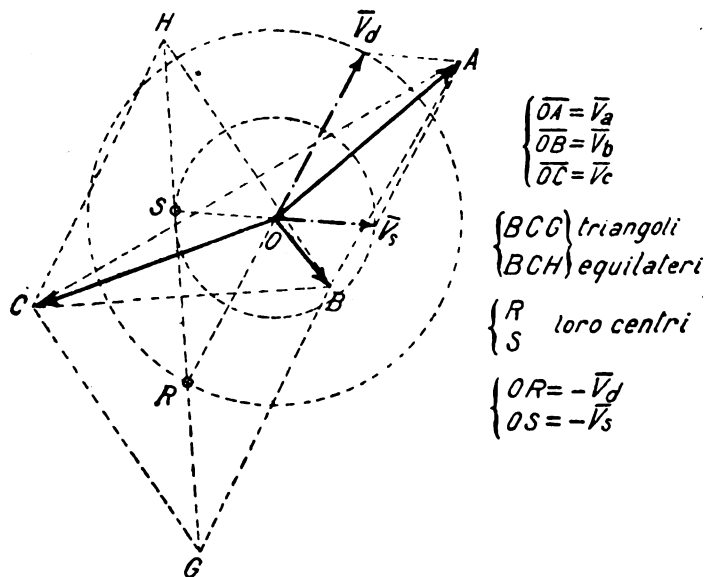


Fig. 17.

Esprimendo i vettori dati $\bar{V}_a; \bar{V}_b; \bar{V}_c$ mediante i loro componenti secondo due direzioni ortogonali, cioè ponendo $\bar{V}_a = V_a' + jV_a''; \bar{V}_b = V_b' + jV_b''$ ecc., le precedenti relazioni vettoriali conducono senz'altro per via analitica alla determinazione dei due componenti di \bar{V}_d e \bar{V}_s ; componenti mediante i quali poi, si possono calcolare i moduli V_d e V_s e la posizione dei vettori incogniti rispetto agli assi ortogonali.

Espressioni scalari di V_d e V_s e dei corrispondenti angoli ψ_d e ψ_s (§ 8) si deducono facilmente in funzione di $V_a; V_b$ e ψ_{ab} anche considerando opportuni triangoli delle fig. 15 e 16.

Dalla figura 15 si ottiene:

$$\begin{aligned} 3 V_d^2 &= V_a^2 + V_b^2 + 2 V_a V_b \cos\left(\frac{1}{3} \pi + \psi_{ab}\right) = \\ &= V_a^2 + V_b^2 - 2 V_a V_b \cos\left(\frac{2}{3} \pi - \psi_{ab}\right) \end{aligned} \quad (10)$$

in cui ψ_{ab} va scritto col suo segno, cioè $\psi_{ab} < 0$ se \bar{V}_b è in anticipo rispetto a \bar{V}_a e $\psi_{ab} > 0$ nel caso contrario (§ 3). (Nelle figure 15 e 16, ψ_{ab} deve essere assunto negativo).

Per l'angolo ψ_d si ha, con trasformazioni che è superfluo riportare:

$$\operatorname{tg} \psi_d = \frac{V_a + 2 V_b \cos \psi_{ab}}{\sqrt{3} V_a - 2 V_b \sin \psi_{ab}} \quad (\psi_{ab} \text{ col suo segno})$$

ed anche

$$\cos \psi_d = \frac{\sqrt{3} V_a - 2 V_b \sin \psi_{ab}}{2 \sqrt{3} V_d}; \quad \sin \psi_d = \frac{V_a + 2 V_b \cos \psi_{ab}}{2 \sqrt{3} V_d} \quad (11)$$

Dalla figura 16 si ottiene analogamente

$$\begin{aligned} 3 V_s^2 &= V_a^2 + V_b^2 + 2 V_a V_b \cos\left(\frac{1}{3} \pi - \psi_{ab}\right) = \\ &= V_a^2 + V_b^2 - 2 V_a V_b \cos\left(\frac{2}{3} \pi + \psi_{ab}\right) \end{aligned} \quad (12)$$

e

$$\operatorname{tg} \psi_s = -\frac{V_a + 2 V_b \cos \psi_{ab}}{\sqrt{3} V_a + 2 V_b \sin \psi_{ab}} \quad (\psi_{ab} \text{ col suo segno})$$

(13)

$$\cos \psi_s = \frac{\sqrt{3} V_a + 2 V_b \sin \psi_{ab}}{2 \sqrt{3} V_s}; \quad \sin \psi_s = -\frac{V_a + 2 V_b \cos \psi_{ab}}{2 \sqrt{3} V_s}$$

+

10. Sistemi spurii. — Vediamo ora se e come si possa scomporre convenientemente una terna spuria di vettori.

Osserviamo subito ch'essa non può equivalere alla somma di due soli sistemi equilibrati di senso ciclico opposto perchè detta somma per le equazioni (5) è necessariamente un sistema puro.

Ma indicando con \bar{V}_R il vettore risultante dei tre dati ($\bar{V}_a; \bar{V}_b; \bar{V}_c$) ossia $\bar{V}_R = \bar{V}_a + \bar{V}_b + \bar{V}_c$, possiamo scrivere $\bar{V}_a + \bar{V}_b + \bar{V}_c - \bar{V}_R = 0$; dalla quale vediamo che sottraendo \bar{V}_R da uno qualsiasi dei tre vettori dati si ottiene un sistema puro. Così ad esempio la terna $\bar{V}_a; \bar{V}_b; \bar{V}_c - \bar{V}_R$ costituisce certamente un sistema puro.

Raggruppando ora i sistemi simmetrici in cui si può scindere la terna così determinata, ed il vettore \bar{V}_R , possiamo concludere col dire che: « un sistema spurio equivarrebbe al complesso di un vettore \bar{V}_R e di due sistemi simmetrici di senso ciclico opposto ».

Questo modo di procedere lascia però indeterminato, se non viene in qualche modo precisato, a quale vettore deve essere sommato \bar{V}_R , qualora si volesse risalire dai sistemi componenti al dato. Ma possiamo togliere detta indeterminazione dividendo \bar{V}_R in tre parti uguali e sottraendone una da ciascuno dei tre vettori dati.

La terna

$$\bar{V}_a - \frac{1}{3} \bar{V}_R; \bar{V}_b - \frac{1}{3} \bar{V}_R; \bar{V}_c - \frac{1}{3} \bar{V}_R$$

alla quale, così facendo, si giunge è sempre pura e come tale sempre scomponibile in due sistemi simmetrici.

Adottando questa norma possiamo concludere dicendo che: un qualunque sistema spurio equivale al complesso di tre terne di vettori, e precisamente: una costituita da tre vettori uguali a

$\frac{1}{3} \bar{V}_R$ (quindi sovrapposti) e le altre due costituite dalle terne

simmetriche e di senso ciclico opposto in cui si può scomporre il sistema puro $\bar{V}_a - \frac{1}{3} \bar{V}_R; \bar{V}_b - \frac{1}{3} \bar{V}_R; \bar{V}_c - \frac{1}{3} \bar{V}_R$; con questo criterio il risalire ai vettori dati non presenta più alcuna indeterminazione.

Ciascuno vede quale elemento arbitrario vi sia in tale modo di procedere, ma qualunque discussione sull'opportunità o meno di seguire questa via sarebbe oziosa. Il problema di scomporre una terna di vettori qualsiasi è per se stesso indeterminato e qui si tratta solo di scegliere fra le infinite soluzioni quella che si presenta più conveniente per le nostre ricerche. La soluzione suesposta riduce un sistema qualunque alla somma di 3 altri di forma regolare o simmetrica e vedremo fra poco quanto ciò sia fecondo di facili e sintetici risultati.

Chiamando ora rispettivamente con \bar{V}_d e \bar{V}_s i primi vet-

tori dei sistemi diretto e inverso equivalenti al sistema $\bar{V}_a - \frac{1}{3} \bar{V}_R; \bar{V}_b - \frac{1}{3} \bar{V}_R; \bar{V}_c - \frac{1}{3} \bar{V}_R$ deve essere

$$\begin{aligned}\bar{V}_a - \frac{1}{3} \bar{V}_R &= \bar{V}_d + \bar{V}_s \\ \bar{V}_b - \frac{1}{3} \bar{V}_R &= x^2 \bar{V}_d + x \bar{V}_s \\ \bar{V}_c - \frac{1}{3} \bar{V}_R &= x \bar{V}_d + x^2 \bar{V}_s\end{aligned}\quad (14)$$

da cui facilmente:

$$\begin{aligned}3 \frac{\bar{V}_R}{3} &= \bar{V}_a + \bar{V}_b + \bar{V}_c \\ 3 \bar{V}_d &= \bar{V}_a + x \bar{V}_b + x^2 \bar{V}_c \\ 3 \bar{V}_s &= \bar{V}_a + x^2 \bar{V}_b + x \bar{V}_c\end{aligned}\quad (15)$$

Come si vede le operazioni vettoriali da eseguirsi sui vettori dati $\bar{V}_a; \bar{V}_b; \bar{V}_c$ di un sistema spurio per calcolare \bar{V}_d e \bar{V}_s sono esattamente quelle già trovate per un sistema puro (§ 9 equazioni (6) e (7)).

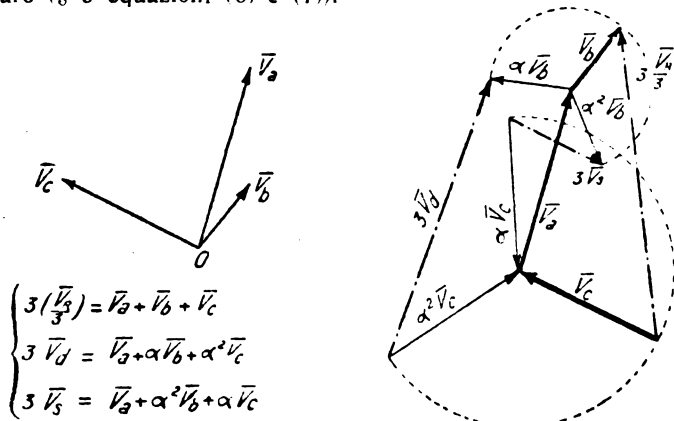


Fig. 18.

Ne segue che anche la loro determinazione grafica sarà la stessa di quella vista a § 9.

Le fig. 18 e 19 indicano due rapide costruzioni analoghe a quelle delle figure 12, 13 e 17; quest'ultime possono evidentemente considerarsi casi particolari delle prime.

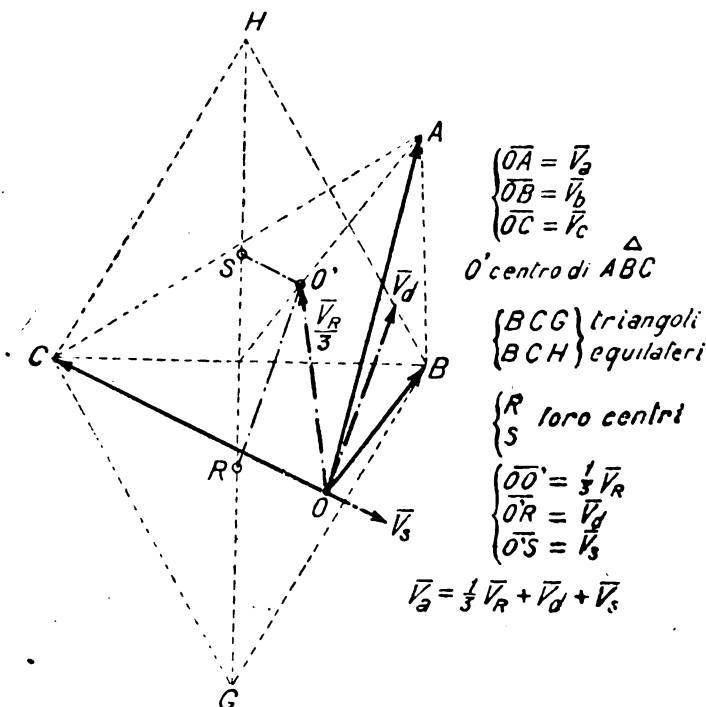


Fig. 19.

La determinazione analitica degli scalari $\bar{V}_R; \bar{V}_d; \bar{V}_s$; e degli angoli che ne definiscono le posizioni reciproche e col sistema dato, a parte la laboriosità dei calcoli, non incontra alcuna difficoltà concettuale; ed il lettore che ne abbia desiderio potrà facilmente stabilirne le espressioni.

III. - Definizione delle sequenze e operazioni su di esse.

Negli svolgimenti precedenti abbiamo riconosciuto che una qualsiasi terna (pura o spuria) si può scomporre e quindi considerare come la somma di alcuni sistemi trifasi di forma, diciamo così, regolare.

Questa possibilità e l'introduzione di alcuni speciali operatori, proposta dal Fortescue, ci permetteranno di gettare le fondamenta di una specie di algebra delle terne di vettori, in tutto paragonabile a quella d'uso comune per singoli vettori.

Noi, per indicare i nuovi operatori che il Fortescue ha immaginato, adotteremo, italianizzando bene o male l'inglese « sequence » la parola *sequenza*, perchè ci sembra che così com'è essa si addica bene al concetto che deve rappresentare.

11. *Sequenze*. — Ricapitolando noi abbiamo incontrato come fondamentali i tre seguenti tipi di sistemi trifasi di vettori:

- I.) Sistema formato di tre vettori uguali e sovrapposti.
- II.) Sistema trifase simmetrico diretto.
- III.) Sistema trifase simmetrico inverso.

Ora ricordiamo che uno di questi sistemi è completamente individuato quando sia dato il tipo a cui esso appartiene e in grandezza e direzione, uno qualsiasi dei tre vettori che lo compongono. Bastano cioè due soli elementi: un *vettore*, ad esempio il primo, e l'*indicazione della particolare disposizione* degli altri due rispetto al primo.

Quindi se fosse possibile stabilire qualche elemento matematico che corrispondesse a quest'ultima indicazione, è evidente che, potendo allora esprimere con soli simboli un qualunque sistema appartenente ai tipi sopra elencati, sarebbe anche possibile esprimere algebricamente un sistema qualsivoglia di tre vettori.

Le *sequenze*, sono appunto gli elementi matematici che sostituiscono l'indicazione del tipo a cui appartiene una determinata terna di vettori.

Esse discendono dalla seguente semplice considerazione.

Si abbia per fissare le idee, un generico sistema simmetrico diretto $S_d(\bar{V}_a) = \bar{V}_a; \bar{V}_b; \bar{V}_c$.

Poichè dato il primo vettore \bar{V}_a gli altri due si possono esprimere (§ 7) con: $x^2 \bar{V}_a = \bar{V}_b$ e $x \bar{V}_a = \bar{V}_c$, possiamo pensare che tutti e tre siano ottenuti, uno dopo l'altro, moltiplicando ordinatamente per lo stesso fattore \bar{V}_a i tre operatori $1; x^2; x$; ciò che, qualora si ammetta valida una specie di proprietà distributiva, potremo compendiosamente indicare scrivendo:

$$S_d(\bar{V}_a) = \bar{V}_a; \bar{V}_b; \bar{V}_c = \bar{V}_a; x^2 \bar{V}_a; x \bar{V}_a = (1; x^2; x) \bar{V}_a$$

Ma l'insieme ordinato dei tre operatori $1; x^2; x$ è rappresentato graficamente da una terna simmetrica diretta di vettori lunghi uno; possiamo quindi considerare detto insieme come un ente speciale ben definito che indicato con S^1 ci permette di scrivere semplicemente

$$S_d(\bar{V}_a) = (1; x^2; x) \bar{V}_a = S^1 \bar{V}_a$$

È il nuovo ente S^1 che noi, col Fortescue, chiamiamo *sequenza*, e, per distinguerla da altre che vedremo fra poco, chiameremo questa: *sequenza uno* (o diretta o positiva).

Analogamente i tre vettori $\bar{V}_a; \bar{V}_b; \bar{V}_c$ di un generico sistema simmetrico inverso $S_s(\bar{V}_a)$ si possono pensare ottenuti moltiplicando ordinatamente la terna di operatori $1; x; x^2$ per il vettore \bar{V}_a considerato primo nel sistema dato.

Per cui indicando con S^2 la terna di vettori unitari, rappresentazione grafica di $1; x; x^2$ si potrà scrivere:

$$S_s(\bar{V}_a) = \bar{V}_a; \bar{V}_b; \bar{V}_c = \bar{V}_a; x \bar{V}_a; x^2 \bar{V}_a = (1; x; x^2) \bar{V}_a = S^2 \bar{V}_a$$

Chiameremo *sequenza due* (o inversa o negativa) la terna unitaria simmetrica inversa rappresentata da S^2 .

E analogamente ancora un sistema di tre vettori

$$\bar{V}_a; \bar{V}_b = \bar{V}_a; \bar{V}_c = \bar{V}_a$$

vettorialmente uguali (ossia di uguale valore e sovrapposti) si può pensare ottenuto moltiplicando per \bar{V}_a la terna unitaria $1; 1; 1$ che chiameremo *sequenza zero*, e indicando questa con S^0 potremo scrivere:

$$\bar{V}_a; \bar{V}_b; \bar{V}_c = (1; 1; 1) \bar{V}_a = S^0 \bar{V}_a$$

12. — Concludendo, coll'introduzione delle sequenze, un qualunque sistema trifase dei tre tipi regolari più sopra elencati viene espresso come un *multiplo*, secondo un *vettore* di una determinata sequenza.

Queste vengono con ciò ad acquistare il significato di vere e proprie unità per le terne di vettori.

Riassumendo possiamo dire che (fig. 20):

la *sequenza zero* $S^0 = 1; 1; 1$ è l'unità dei sistemi di tre vettori uguali e sovrapposti;

la *sequenza diretta* $S^1 = 1; \alpha^2; \alpha$ è l'unità dei sistemi simmetrici diretti;

e la *sequenza inversa* $S^2 = 1; \alpha; \alpha^2$ è l'unità dei sistemi inversi.

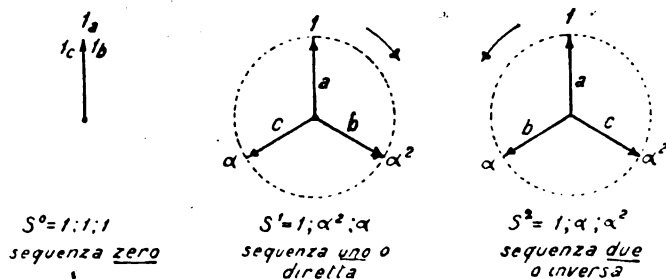


Fig. 20. — Rappresentazione grafica delle sequenze.

Si deve notare che queste unità per la loro stessa natura (sistemi di operatori astratti) devono assumersi come enti matematici astratti e che i loro multipli costituiscono dei sistemi di posizione definita rispetto ad altri (cioè orientati) solo quando il fattore è un vettore, e più precisamente il vettore da considerarsi primo dei tre costituenti il sistema.

Vedremo fra poco, come i numeri 0; 1; 2 che appaiono come degli esponenti nei simboli delle sequenze, abbiano il significato e le proprietà di veri e propri esponenti.

13. *Espressione algebrica generale di una terna.* — Vediamo ora in che modo la precedente rappresentazione simbolica dei sistemi regolari di vettori ci permetta di esprimere un qualunque sistema puro o spurio di tre vettori in modo compendioso e utile.

Siano $\bar{V}_a; \bar{V}_b; \bar{V}_c$ i tre vettori di un sistema qualunque $S(\bar{V}_a)$. Richiamando i risultati del § 10 sappiamo ch'esso in generale equivale alla somma di tre sistemi che, a seconda della loro configurazione, possiamo distinguere dicendo che: uno è a sequenza zero, uno a sequenza diretta e uno a sequenza inversa.

Introducendo ora una notazione più conforme ai nostri scopi, indichiamo (fig. 21) con $\bar{V}_{a0}; \bar{V}_{b0}; \bar{V}_{c0}$ i tre vettori del sistema a sequenza zero con $\bar{V}_{a1}; \bar{V}_{b1}; \bar{V}_{c1}$ quelli del sistema a sequenza uno e con $\bar{V}_{a2}; \bar{V}_{b2}; \bar{V}_{c2}$ quelli del sistema a sequenza due. La somma di questi tre sistemi deve dare il sistema dato per cui scriveremo (§ 6):

$$S(\bar{V}_a) = \bar{V}_a; \bar{V}_b; \bar{V}_c = (\bar{V}_{a0}; \bar{V}_{b0}; \bar{V}_{c0}) + (\bar{V}_{a1}; \bar{V}_{b1}; \bar{V}_{c1}) + (\bar{V}_{a2}; \bar{V}_{b2}; \bar{V}_{c2})$$

Ma poichè coll'introduzione delle sequenze è:

$$\bar{V}_{a0}; \bar{V}_{b0}; \bar{V}_{c0} = S^0 \bar{V}_{a0}; \quad \bar{V}_{a1}; \bar{V}_{b1}; \bar{V}_{c1} = S^1 \bar{V}_{a1}; \\ \bar{V}_{a2}; \bar{V}_{b2}; \bar{V}_{c2} = S^2 \bar{V}_{a2}$$

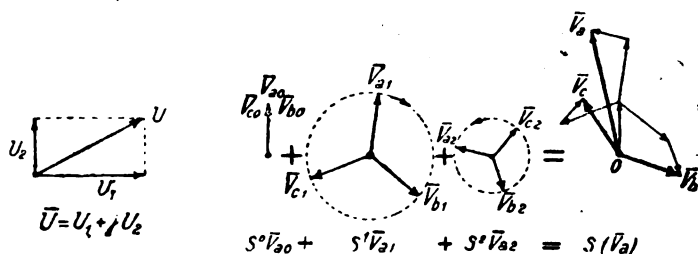


Fig. 21. — Espressioni algebriche di un vettore e di una terna.

potremo scrivere compendiosamente (fig. 21)

$$S(\bar{V}_a) = \bar{V}_a; \bar{V}_b; \bar{V}_c = S^0 \bar{V}_{a0} + S^1 \bar{V}_{a1} + S^2 \bar{V}_{a2} \quad (16)$$

E questa è la forma algebrica più generale alla quale si può sempre ridurre una terna qualsiasi di vettori.

Dal punto di vista logico, osserviamo che questo modo di scomporre e di esprimere i sistemi di tre vettori è perfettamente analogo a quanto si suole fare per un singolo vettore,

allorchè lo si scompone in due fra loro ortogonali (fig. 21 a sinistra) e lo si esprime scrivendo:

$$\bar{U} = U_1 + j U_2$$

Infatti confrontando questa espressione con la (16) si osserva che le sequenze $S^0; S^1; S^2$ (unità dei sistemi ternari) hanno esattamente lo stesso ufficio delle unità 1 e j che entrano nella precedente espressione.

Perciò è perfettamente razionale di chiamare i sistemi $S^0 \bar{V}_{a0}; S^1 \bar{V}_{a1}; S^2 \bar{V}_{a2}$ col nome di *sistemi componenti simmetrici* del dato $S(\bar{V}_a)$ così come si chiamano componenti ortogonali di \bar{U} i vettori U_1 e $j U_2$.

Ciò è quanto noi faremo nel seguito e per distinguere questi vari sistemi componenti chiameremo brevemente *componente* (o sistema) *zero* il sistema $S^0 \bar{V}_{a0}$; *componente diretto* (o positivo) il sistema $S^1 \bar{V}_{a1}$ e *componente inverso* (o negativo) il sistema $S^2 \bar{V}_{a2}$.

Si noti che qui la parola *simmetrico* è usata in senso più largo dell'usuale (§ 7) poichè indicando essa tutti e tre gli eventuali componenti di una terna di vettori, comprende anche i sistemi a sequenza zero.

Nell'espressione (16) i fattori $\bar{V}_{a0}; \bar{V}_{a1}; \bar{V}_{a2}$ delle sequenze sono rispettivamente i tre vettori che a § 10 abbiamo chiamato con $\frac{\bar{V}_R}{3}; \bar{V}_a; \bar{V}_s$. Essi sono determinati in funzione dei vettori

dati $\bar{V}_a; \bar{V}_b; \bar{V}_c$ dalle relazioni (15) che qui, per maggior comodità, trascriviamo con le nuove notazioni

$$\bar{V}_{a0} = \frac{\bar{V}_a + \bar{V}_b + \bar{V}_c}{3} \\ \bar{V}_{a1} = \frac{\bar{V}_a + \alpha \bar{V}_b + \alpha^2 \bar{V}_c}{3} \\ \bar{V}_{a2} = \frac{\bar{V}_a + \alpha^2 \bar{V}_b + \alpha \bar{V}_c}{3} \quad (17)$$

Reciprocamente noti $\bar{V}_{a0}; \bar{V}_{a1}; \bar{V}_{a2}$ si risale ai vettori che costituiscono $S(\bar{V}_a)$ con le

$$\bar{V}_a = \bar{V}_{a0} + \bar{V}_{a1} + \bar{V}_{a2} \\ \bar{V}_b = \bar{V}_{b0} + \bar{V}_{b1} + \bar{V}_{b2} \\ \bar{V}_c = \bar{V}_{c0} + \bar{V}_{c1} + \bar{V}_{c2} \quad (18)$$

ricordando che:

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{V}_{b0} = \bar{V}_{a0} \\ \bar{V}_{b1} = \alpha^2 \bar{V}_{a1} \\ \bar{V}_{b2} = \alpha \bar{V}_{a2} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \bar{V}_{c0} = \bar{V}_{a0} \\ \bar{V}_{c1} = \alpha \bar{V}_{a1} \\ \bar{V}_{c2} = \alpha^2 \bar{V}_{a2} \end{array} \right. \quad (19)$$

È intuitivo che a rappresentare i vari sistemi componenti in luogo dei loro primi vettori $\bar{V}_{a0}; \bar{V}_{a1}; \bar{V}_{a2}$ (componenti di \bar{V}_a) si potrebbero assumere i tre vettori $\bar{V}_{b0}; \bar{V}_{b1}; \bar{V}_{b2}$ componenti di \bar{V}_b oppure quelli $\bar{V}_{c0}; \bar{V}_{c1}; \bar{V}_{c2}$ di \bar{V}_c poichè ciascuna di queste terne permette di risalire al sistema dato.

In tal caso $S(\bar{V}_a)$ risulterebbe espresso dalle seguenti uguaglianze:

$$S(\bar{V}_a) = S^0 \bar{V}_{b0} + \alpha S^1 \bar{V}_{b1} + \alpha^2 S^2 \bar{V}_{b2} \\ S(\bar{V}_a) = S^0 \bar{V}_{c0} + \alpha^2 S^1 \bar{V}_{c1} + \alpha S^2 \bar{V}_{c2} \quad (16 \text{ bis})$$

ottenute dalla (16) ricordando che

$$\bar{V}_{a0} = \bar{V}_{b0} = \bar{V}_{c0}; \quad \bar{V}_{a1} = \alpha \bar{V}_{b1} = \alpha^2 \bar{V}_{c1}; \quad \bar{V}_{a2} = \alpha^2 \bar{V}_{b2} = \alpha \bar{V}_{c2}$$

Normalmente però noi esprimeremo il sistema dato in funzione di $\bar{V}_{a0}; \bar{V}_{a1}; \bar{V}_{a2}$ e nel seguito per brevità chiameremo questi vettori, *vettori principali* delle terne corrispondenti, e li designeremo col nome della grandezza che rappresentano seguita rispettivamente da zero, uno e due, con locuzione, ad esempio, del tipo: *corrente uno* (o diretta), *corrente due* (od inversa), *tensione uno o due*, ecc.

Nel caso, per noi molto frequente, in cui $S(\bar{V}_a)$ fosse puro, risulterà evidentemente $\bar{V}_{a0} = 0$ per cui nella (16) e nelle derivate (16 bis) verrà a mancare il componente zero.

In quanto precede si presta attenzione al gioco degli indici, che pur essendo semplice ed intuitivo si presenta a tutta prima astruso.

Gli indici $a; b; c$ stanno ad indicare per ogni terna rispettivamente il primo, il secondo ed il terzo vettore, mentre 0; 1; 2 indicano il tipo a cui appartiene il sistema se esso è

simmetrico; e precisamente lo zero indica che il sistema è a sequenza zero, l'1 ch'esso è a sequenza diretta ed il 2 ch'esso è a sequenza inversa.

Inoltre tutte le precedenti uguaglianze riescono facilmente intuitive aiutandosi con la rappresentazione grafica.

14. — Da quanto siamo andati fin qui svolgendo scende la possibilità di una concezione dei sistemi trifasi di vettori alquanto diversa da quella comune dalla quale siamo partiti.

Noi finora abbiamo sempre considerato le terne come semplici gruppi di vettori isolati, e su tale concetto ne è infatti basata la loro definizione (§ 5). Secondo questa ciascun vettore viene pensato distinto ed indipendente dagli altri.

Ma ora coll'introduzione dei componenti simmetrici noi possiamo anche pensare che ciascuna terna sia costituita, non più dai singoli vettori che la compongono, ma bensì dagli stessi componenti, alla somma dei quali essa equivale.

In altre parole come elementi costitutivi delle terne possono essere assunti senz'altro i sistemi trifasi che abbiamo chiamato regolari o simmetrici. Con ciò questi vengono ad essere considerati come veri e propri enti geometrici indivisibili, combinando i quali si ottiene qualsiasi altra terna.

Simile concezione è tutt'altro che arbitraria o fittizia, poichè, come vedremo, essa è in armonia con numerosi fenomeni fisici.

Dal punto di vista analitico le due concezioni si traducono in un semplice cambiamento di variabili. In un caso queste sono i tre vettori \bar{V}_a ; \bar{V}_b ; \bar{V}_c costituenti la terna, nell'altro sono i tre vettori \bar{V}_{a0} ; \bar{V}_{a1} ; \bar{V}_{a2} individuanti i suoi tre componenti simmetrici. Ma mentre con le prime non è possibile una comoda rappresentazione algebrica delle varie terne, lo si può fare con la seconda e la relazione (16) ne è la espressione.

Ritorniamo sull'argomento riferendoci al caso concreto dei circuiti trifasi.

15. — *Sequenze come operatori vettoriali e loro proprietà.* — Abbiamo visto che le sequenze S^0 ; S^1 ; S^2 sono dei sistemi ordinari di tre operatori vettoriali astratti. Abbandonando ora il criterio intuitivo che ha servito ad introdurle, è utile considerarle, esse pure, come degli speciali operatori vettoriali (si ricordi l'analogia con j).

Infatti se ammettiamo che \bar{V} indichi il complesso di tre vettori ad esso uguali e sovrapposti possiamo pensare che S^1 applicato alla terna \bar{V} $S^1 \bar{V} = (1; \alpha^2; \alpha) \bar{V}$ indichi di eseguire le seguenti operazioni: lasciare al suo posto il primo dei vettori ($1 \cdot \bar{V}$) ruotare il secondo di $\frac{2}{3} \pi$ (120°) nel senso negativo ($\alpha^2 \bar{V}$) e il terzo di $\frac{2}{3} \pi$ nel senso positivo ($\alpha \bar{V}$), con che evidentemente si ottiene per risultato il sistema simmetrico diretto avente \bar{V} per primo vettore. Analoga interpretazione per $S^2 \bar{V}$ e $S^0 \bar{V}$.

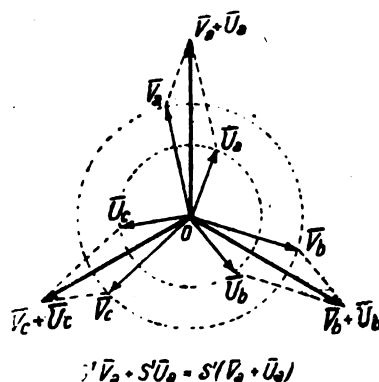


Fig. 22. — Somma di due terne simmetriche ed equiverse.

Da questo punto di vista il simbolo $S^0 = 1; 1; 1$ che lascerebbe inalterata la terna rappresentata da \bar{V} , sarebbe superfluo, ma ciò non ostante è utile non sottointenderlo poichè serve a ricordare che il vettore che lo segue va considerato come simbolo di tre vettori sovrapposti.

Le sequenze godono di proprietà algebriche che sono fondamentali per i nostri studi, e noi ne esporremo qui le principali.

Innanzitutto è intuitivo che la somma di due terne (figura 22) simmetriche ed equiverse (entrambe dirette od inverse) è pure essa simmetrica ed equiverse con le date. Detta

terna somma avrà vettori uguali alla risultante di due corrispondenti nei sistemi dati, per cui è senz'altro vera l'uguaglianza:

$$S^n \bar{V}_a + S^n \bar{U}_a = S^n (\bar{V}_a + \bar{U}_a)$$

in cui S^n indica una qualunque delle tre sequenze.

Dalla precedente relazione si deduce come diretta conseguenza la seguente:

$$m S^n \bar{V} = S^n m \bar{V}$$

ove m può essere un qualunque numero reale o complesso.

Come si vede valgono per le sequenze le ordinarie proprietà formali dell'algebra.

Di più, poichè le sequenze sono degli enti astratti, ha significato anche il loro prodotto (§ 6).

Eseguito il prodotto di S^1 per S^1 abbiamo (§ 6):

$$\begin{array}{r} S^1 = 1; \alpha^2; \alpha \\ \times S^1 = 1; \alpha^2; \alpha \\ \hline S^1 \times S^1 = 1 \times 1; \alpha^2 \times \alpha^2; \alpha \times \alpha = 1; \alpha^4; \alpha^2 \end{array}$$

ma (§ 7) $\alpha^4 = \alpha$, per cui: $S^1 \times S^1 = 1; \alpha; \alpha^2$ e cioè: $S^1 \times S^1 = S^2$ come risulterebbe con le ordinarie regole degli esponenti scrivendo:

$$S^1 \times S^1 = (S^1)^2 = S^2$$

Si vede qui il perchè le sequenze sono distinte con numeri messi come degli esponenti. Essi infatti ne godono tutte le proprietà.

Così si verifica facilmente che:

$$S^0 \cdot S^1 = S^1 \cdot S^0 = S^1; \quad S^0 \cdot S^2 = S^2 \cdot S^0 = S^2$$

Da queste relazioni risulta che S^0 ha tutti gli attributi di un'unità, e può quindi essere giustamente considerata e chiamata l'unità di sequenza.

Infine poichè: $\alpha \cdot \alpha^2 = \alpha^3 = 1$ si verifica che:

$$S^1 \cdot S^2 = S^2 \cdot S^1 = S^3 = S^0$$

e analogamente che

$$\begin{array}{l} S^4 = S^3 \cdot S^1 = S^1 \\ S^5 = S^4 \cdot S^1 = S^2 \end{array}$$

Si vede quindi che le potenze delle sequenze hanno una periodicità simile a quella dell'operatore complesso $\alpha = e^{\frac{2}{3} \pi}$ cosa del resto intuitiva.

*

Il Fortescue ha esteso il concetto della scomposizione in componenti simmetriche e quindi di sequenza anche al caso generale di un sistema composto da un qualsiasi numero di vettori, ma poichè almeno per ora questo caso ha scarsa importanza pratica rimandiamo il lettore desideroso di approfondire l'argomento all'articolo del detto autore.

Prima di passare all'applicazione dei circuiti trifasi ricordiamo che tutte le considerazioni fin qui svolte sono assolutamente generali e cioè applicabili a terne di qualsiasi specie.

(Continua).

Pubblicazioni dell'A. E. L.

| | | |
|--|-----------------|---------|
| L'ELETTROTECNICA — Ogni annata | più per postali | L. 60,— |
| Abbonamento (nel Regno) | | 9,— |
| " (estero) | Fr. oro | 60,— |
| Un numero separato (nel Regno) | | 70,— |
| " (estero) | Fr. oro | 2,50 |
| | più per postali | 3,— |
| | | 1,— |
| STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA: | | |
| Vol. I. - II ^a Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Province redente | più per postali | 20,— |
| | | 2,— |
| Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia | più per postali | 20,— |
| | | 3,— |
| Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione). | più per postali | 3,— |
| L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — <i>Suo stato attuale - suo avvenire</i> (broch.) | più per postali | 2,50 |
| | | 0,80 |
| CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia | più per postali | 1,— |
| | | 0,50 |
| NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici | più per postali | 3,— |
| | | 1,— |
| NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche | più per postali | 4,— |
| | | 1,— |

L'IMPIANTO DI TEMÙ IN VALLE CAMONICA DELLA SOCIETÀ GEN. ELETTR. DELL'ADAMELLO

(Continuazione e fine, v. N. 29, pag. 710).

Condotta forzata.

Ad impianto ultimato verranno installati due tubi; attualmente è montato soltanto quello di sinistra.

La tubazione ha uno sviluppo di metri 1800 per un dislivello complessivo di metri 756,40; il rapporto quindi riesce di 1 a 2,4. La pendenza media è cioè del 46 %; il percorso si svolge attraverso ricchi boschi di conifere sul fianco del Monte Calvo fino alla riva dell'Oglio (fig. 18).

Come risulta dal profilo di figura 17, il diametro varia da metri 1,100 all'inizio, fino a metri 0,780 al collettore. Lo spessore nel tratto superiore è di 5 mm. e viene gradatamente aumentando fino ad un massimo di 41 mm. nell'ultima livelletta.

Fino alla pressione di 29 atmosfere i tubi sono chiodati; nel tratto inferiore sono invece saldati. Il collettore è rinforzato con anelli di blindaggio.

Il tracciato planimetrico è completamente rettilineo; la tubazione è interamente scoperta. I sostegni e gli ammassaggi sono costruiti in muratura ordinaria e calcestruzzo.

Il peso complessivo della tubazione è di tonnellate 1100.

La tubazione si attacca direttamente al tratto rivestito con anello metallico del canale in galleria.

A tale scopo il rivestimento metallico del canale porta all'estremità un pezzo speciale per la biforcazione, per il servizio delle due tubazioni. All'inizio della tubazione è montata una valvola di aspirazione d'aria (fig. 16).

In apposita cabina di manovra, all'innesto della tubazione nel canale si trovano gli organi di manovra per una saracinesca del diametro di metri 1,10 e per una valvola a farfalla del diametro di metri 1,30. La saracinesca si comanda a mano, mentre la valvola a farfalla può essere comandata sia mano sia con manovra automatica, idraulica ed elettrica.

La tubazione e gli accessori annessi furono interamente forniti dalla Ditta Tubi Togni di Brescia.

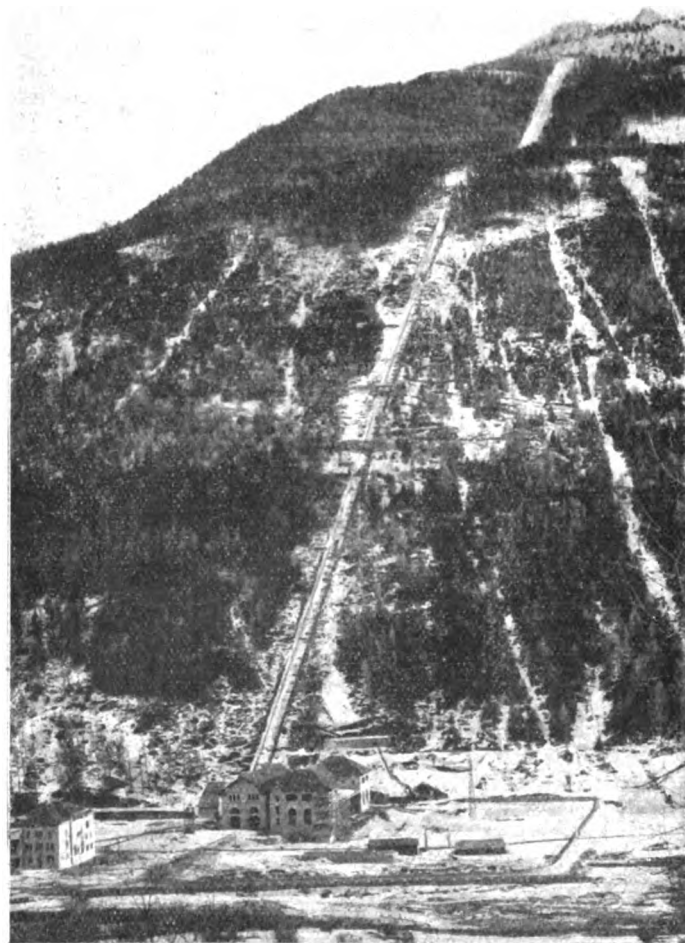


Fig. 18. — Condotta forzata e Centrale di Temù.

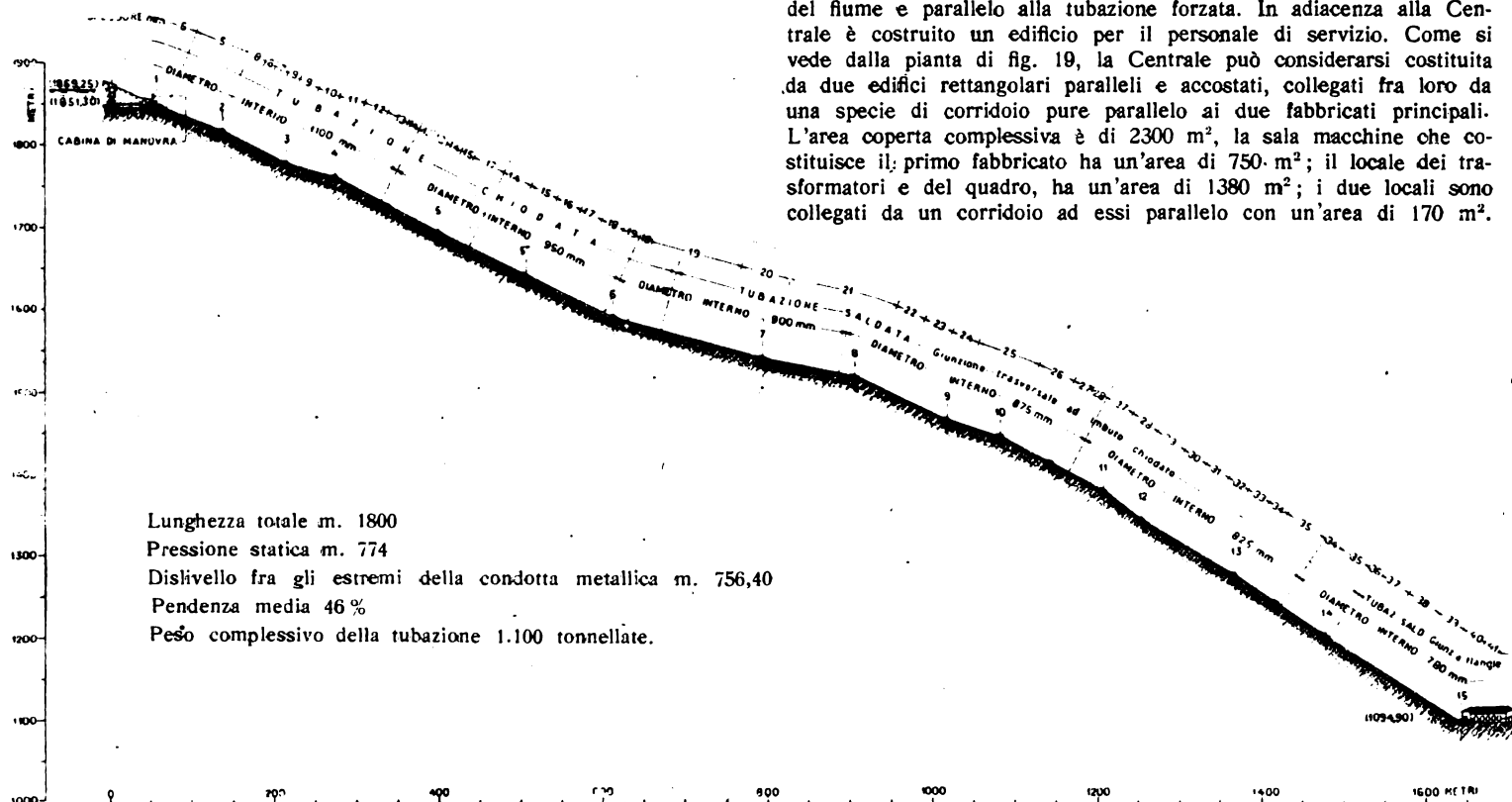


Fig. 17. — Profilo e caratteristiche della condotta forzata.

Centrale generatrice di Temù.

L'edificio della centrale sorge in vicinanza alla sponda sinistra dell'Oglio ed è disposto col suo asse maggiore normale alla sponda

del fiume e parallelo alla tubazione forzata. In adiacenza alla Centrale è costruito un edificio per il personale di servizio. Come si vede dalla pianta di fig. 19, la Centrale può considerarsi costituita da due edifici rettangolari paralleli e accostati, collegati fra loro da una specie di corridoio pure parallelo ai due fabbricati principali. L'area coperta complessiva è di 2300 m², la sala macchine che costituisce il primo fabbricato ha un'area di 750 m²; il locale dei trasformatori e del quadro, ha un'area di 1380 m²; i due locali sono collegati da un corridoio ad essi parallelo con un'area di 170 m².

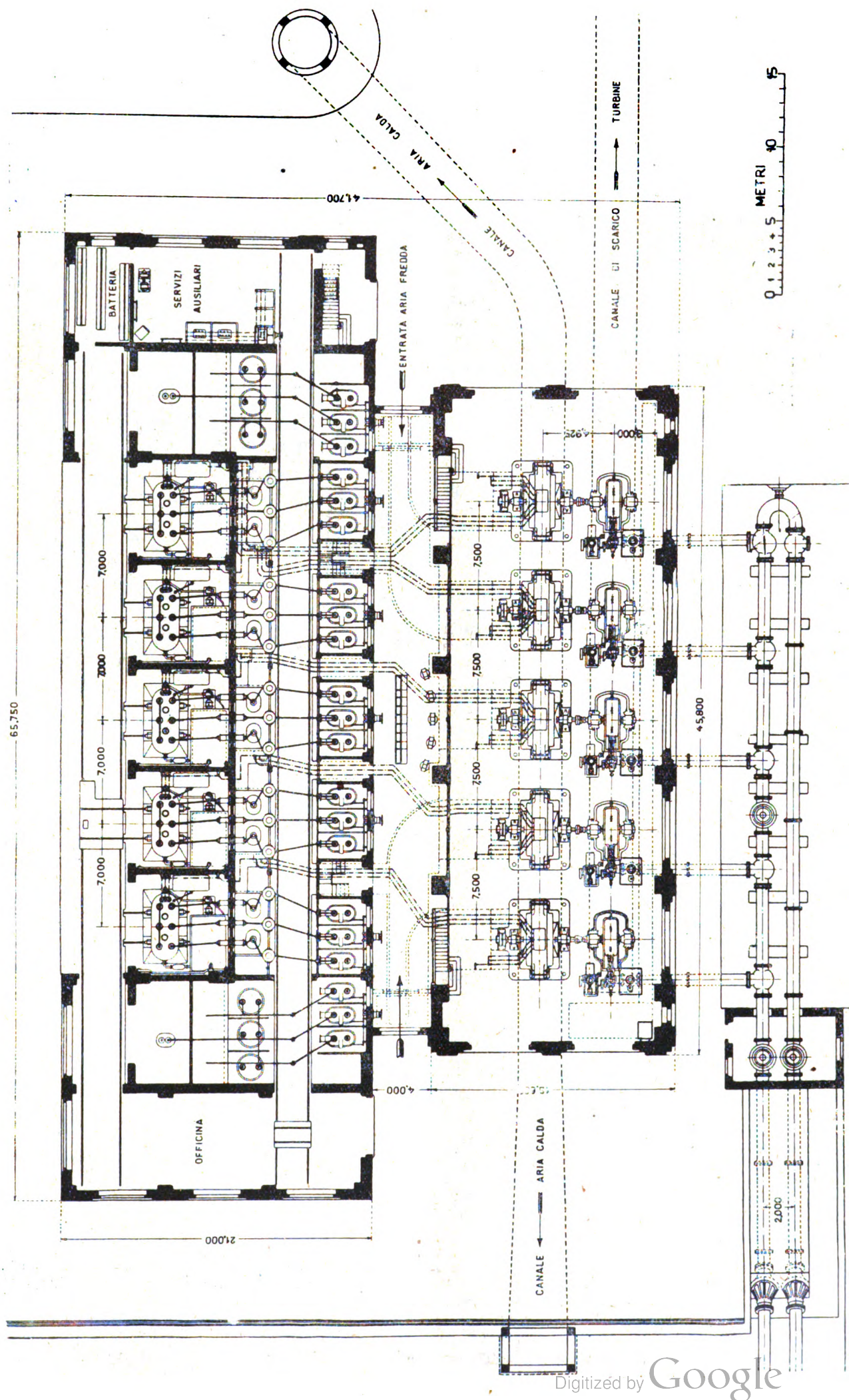


Fig. 19. — Planimetria della Centrale.

La copertura della sala macchine è fatta con capriate di ferro e tavelloni con sovrapposte tegole nere.

I trasformatori sono installati in un locale adiacente e parallelo a quello del quadro ma coperto con tetto piano in cemento armato.

Per il servizio delle macchine è montata nella sala degli alternatori una gru a ponte costruita dalla Savigliano, a comando elettrico, per una portata di 40 tonnellate.

Il palco di manovra è collocato a metri 3,5 sul livello della sala macchine, nel corridoio che corre fra la sala macchine e l'edificio dei trasformatori e del quadro.

La sala macchine è lunga metri 44 e larga metri 14. L'altezza all'imposta della capriata è di metri 13. Essa attualmente contiene 3 gruppi generatori (di cui uno in montaggio) con turbine idrauliche da 10.000 HP connesse direttamente ad alternatori da 9600 kVA con eccitatrice accoppiata. Ad impianto ultimato i gruppi saranno cinque. La disposizione generale del macchinario e degli apparecchi risulta dalla pianta della figura 19 e dalle sezioni di figura 20 e 23.

Nel sotterraneo della sala macchine vi sono le fosse degli alternatori, i canali per l'aria calda e quelli per l'aria fredda di ventilazione, nonché il passaggio delle sbarre delle macchine che si dirigono al quadro, e il canale di scarico delle turbine.

I reostati delle macchine si trovano sotto al palco di manovra.

I trasformatori sono collocati sul lato a valle dell'edificio.

In apposito locale a piano terreno, sono situate la batteria di accumulatori e i circuiti dei servizi ausiliari, e la pompa di circolazione d'acqua di raffreddamento dei trasformatori. All'altro estremo del fabbricato è situata l'officina per il montaggio dei trasformatori, servita da una gru a ponte da 52 tonnellate.

Attualmente si sta effettuando il montaggio dell'ultimo gruppo generatore.

Il canale di scarico delle turbine, riporta l'acqua al Fiume Oglio alquanto a valle della Centrale.

MACCHINARIO

Turbine.

Le turbine del tipo Pelton a unico getto, furono fornite dalle Officine Meccaniche Riva. (fig. 21 e 22).

Esse hanno le seguenti caratteristiche:

$H=770$ metri; portata $Q=1350$ litri/s; giri 504 al minuto; potenza 7360 kW (10.000 HP).

Le ruote e le pale sono in acciaio. Il distributore è del tipo a getto circolare con regolazione ad ago e deviatore a tegolo; la cassa ed il coperchio sono in ghisa; l'albero, in acciaio fucinato; i supporti sono a lubrificazione automatica.

Le turbine sono munite del regolatore ad olio del solito tipo della Casa Riva, con dispositivo di sicurezza contro la velocità di fuga. Esse sono servite ciascuna da una valvola a saracinesca in acciaio fuso con comando a servomotore e by-pass.

Nel contratto furono stabilite le seguenti garanzie:

Rendimenti: 81%, 80%, 75% rispettivamente ad apertura totale, e a $3/4$ e $1/2$ di apertura del distributore.

Scarto di velocità per stacco: del pieno carico, di $3/4$ del carico e $1/2$ del carico, rispettivamente del 12-14 %, del 5-6 % e del 3 %.

Aumento di velocità del 4-5% passando gradatamente dal pieno carico, a vuoto.

Tali scarti di velocità sono calcolati ritenendo un GD^2 di 77.000 kg-m^2 .

L'acqua che si scarica dalle turbine si raccoglie in un pozzetto sottostante profondo 3-5 metri che attutisce l'urto della massa d'acqua. Sotto le turbine corre il canale di scarico. I pozzetti e il canale vennero costruiti sui fianchi e sul fondo in conci di granito squadrati e lavorati alla punta, allo scopo di offrire sufficiente resistenza all'acqua di scarico specialmente quando entrano in funzione i deviatori a tegolo dei getti delle turbine.

Il canale di scarico fuori della Centrale, è costruito invece in muratura ordinaria con intonaco di cemento e volta di calcestruzzo. Esso è lungo 210 metri.

Per la misura delle acque e per avere la possibilità di eseguire un controllo del rendimento delle macchine, venne installato sul canale scaricatore, poco dopo la sua uscita dalla Centrale, uno stramazzo Cipolletti munito di idrometrografo registratore.

Alternatori.

Gli alternatori trifasi, da 7700 kW a $\cos \phi = 0,80$; a 6000-7000 V, 42 periodi, 504 giri, furono forniti dalla A. E. G.

Essi sono del tipo comune ad asse orizzontale, e vennero costruiti originariamente in modo da poter funzionare a tensione regolabile fra 6000 e 7000 V.

Le principali caratteristiche costruttive degli alternatori sono le seguenti:

Lo statore è completamente chiuso, costruito in due parti; i poli sono costituiti da piastre di acciaio Siemens con teste polari parzialmente lamellate, e fresate.

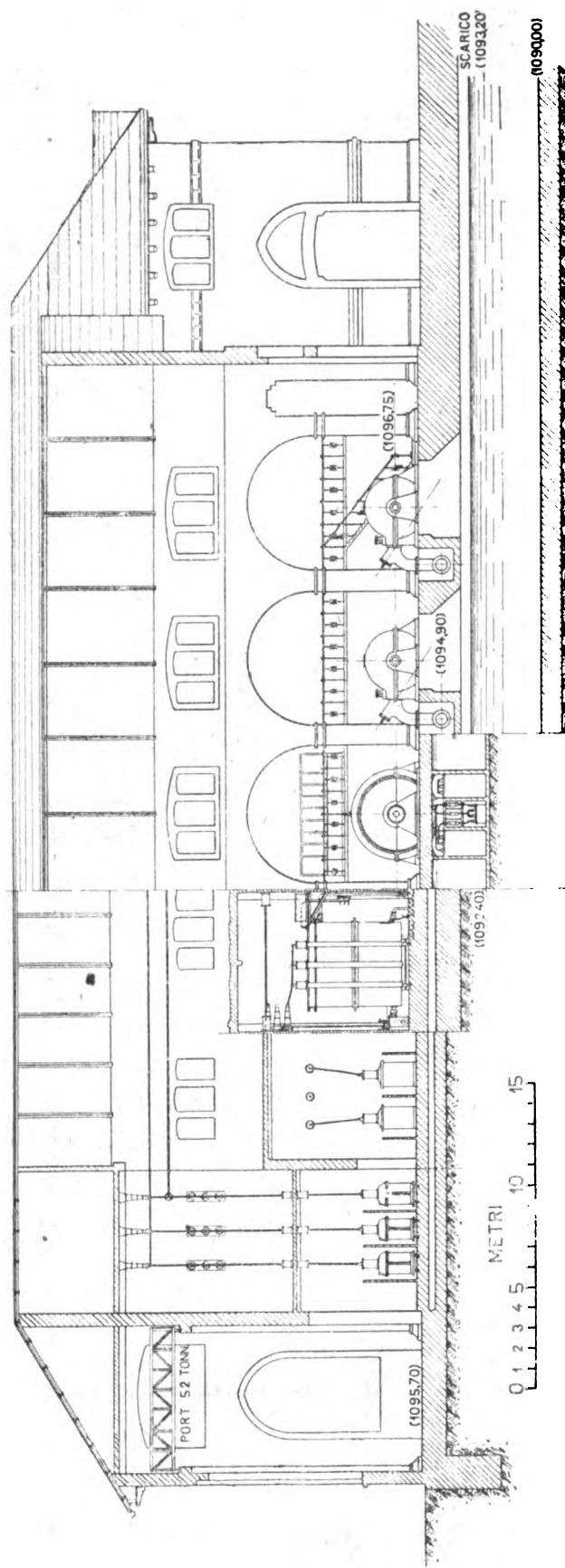


Fig. 20. — Sezione longitudinale della Centrale.

Il rotor è costituito da anelli di acciaio Martin-Siemens inflati su un mozzo d'acciaio il quale, a sua volta, è calettato sull'asse, pure in acciaio. Il rotor è calcolato per un aumento eventuale temporaneo di velocità fino dell'80% oltre il normale.

La piastra di fondazione è unica per i due supporti. Questi sono a lubrificazione automatica, con raffreddamento a circolazione d'acqua.

La ventilazione è ottenuta mediante un ventilatore montato sull'albero della macchina.

L'avvolgimento indotto è a fori aperti con bobine riportate; quello induttore è a rame nudo.

| | |
|---|--------------------------|
| Peso dei poli del rotor | kg. 13,500 |
| Peso del rotor completo | » 27,000 |
| Peso dell'alternatore completo | » 73,200 |
| G D ² | kg.m ² 67,000 |
| Peso del regolatore di campo | kg. 770 |
| Quantità d'aria di raffreddamento | 1,150 m ³ /s |

rettamente i circuiti di eccitazione dei generatori. Ogni alternatore richiede per la propria eccitazione circa 75 kW.

Ogni eccitatrice è sufficiente per la completa eccitazione dell'alternatore col quale è accoppiata; esse pesano 1450 kg ciascuna.

Trasformatori.

I trasformatori trifasi a 42 periodi, da 96 000 kVA, rapporto 6500/77 000 V oppure 6500/125 000 V, vennero pure forniti dalla A.E.G. Essi sono trifasi del tipo a nuclei, in olio.

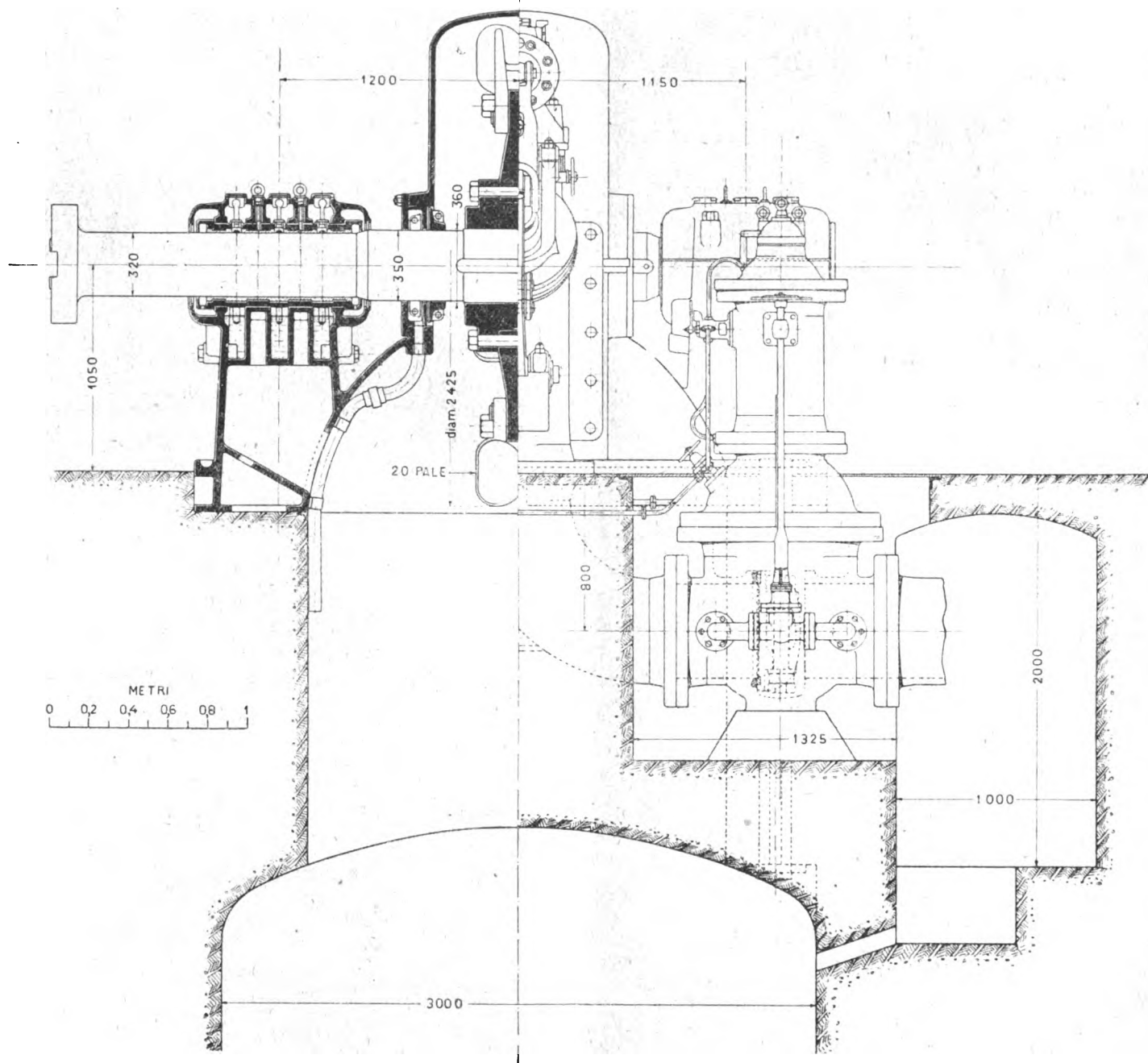


Fig. 21. — Turbina Pelton da 10.000 HP.

$H = 770$ m ; $Q = 1350$ litri / s ; HP 10 000 ; $N = 504$ giri /1'

Il rendimento garantito degli alternatori, comprese le perdite meccaniche, per diverse condizioni di carico è il seguente :

| carico | totale | $\frac{3}{4}$ | $\frac{1}{2}$ |
|------------------------------------|--------|---------------|---------------|
| rendimento a $\cos \varphi = 1$ | 96,5 % | 95,5 % | 94 % |
| rendimento a $\cos \varphi = 0,80$ | 95,5 % | 94,5 % | 92 % |

Le perdite per riscaldamento sono calcolate in 230 kW.

Per quanto riguarda i sovraccarichi, gli aumenti di temperatura, le prove di isolamento, ecc., si sono osservate le Norme dell'Associazione Elettrotecnica Italiana.

*

Le eccitatrici sono accoppiate direttamente all'asse degli alternatori mediante giunto a flange.

Esse generano corrente continua a 110 V, la quale alimenta di-

Essi vennero costruiti in modo da poter elevare la tensione da 65 000 V a 72 000 V oppure a 125.000 V collegando gli avvolgimenti sull'alta tensione a triangolo o a stella. Nel primo periodo di funzionamento della Centrale, essi furono messi in attività col collegamento a triangolo, non essendo ancora possibile per le condizioni generali degli impianti cominciare il funzionamento a 120.000 V. Attualmente si sta eseguendo la completa messa in attività della Centrale per la tensione di 120.000 V.

La temperatura dell'olio, a pieno carico, non supera di oltre 30° o 35° la temperatura d'entrata dell'acqua di circolazione; la quantità di questa è di circa 230 litri al minuto per ogni trasformatore.

Le perdite a pieno carico, secondo le garanzie della Ditta fornitrice, non superano 103 kW nel rame e 48 kW nel ferro, alla tensione di 120.000 V.

Per la verifica dell'isolamento vennero eseguite le seguenti prove :

Applicazione di una tensione doppia di quella normale massima di funzionamento (125.000 V), per un minuto primo, a frequenza normale, fra i due avvolgimenti, collegando quello a bassa tensione alla massa del trasformatore.

I trasformatori sono provvisti di sfiatatoio, di un apparecchio di segnalazione e di un termometro.

I trasformatori vengono raffreddati con circolazione d'olio il quale a sua volta è raffreddato passando in serpentine immerse in una va-

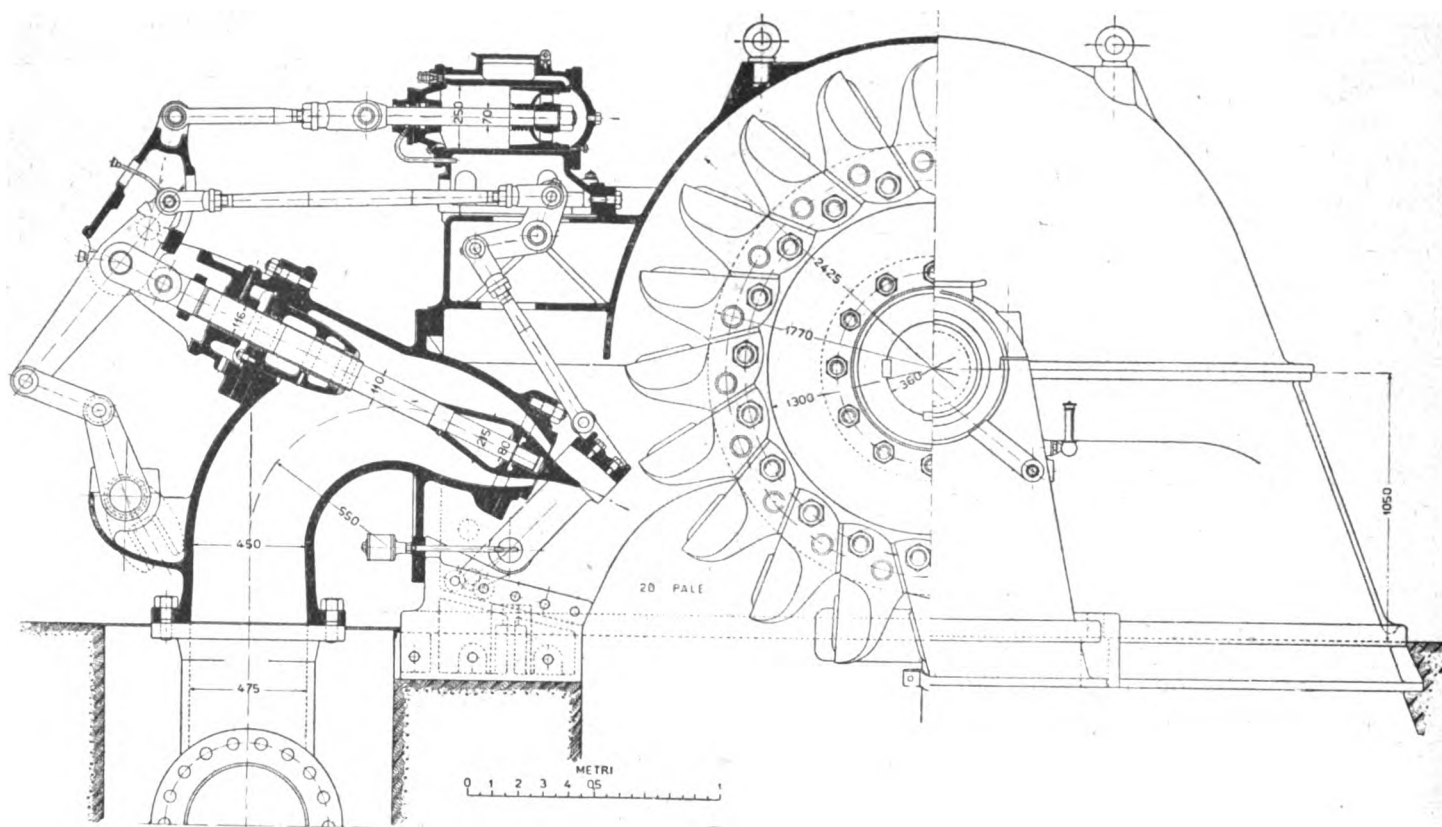


Fig. 22. Turbina Pelton da 10.000 HP.

$H = 770$ m ; $Q = 1350$ litri / s ; HP 10 000 ; $N = 504$ giri /1'

Applicazione fra gli estremi di fase del trasformatore, di una tensione superiore del 60% a quella normale massima, a frequenza superiore alla normale.

sca situata nella cella stessa di ciascun trasformatore e nella quale viene fatta circolare dell'acqua.

I trasformatori sono collocati in tante celle adiacenti fra loro e

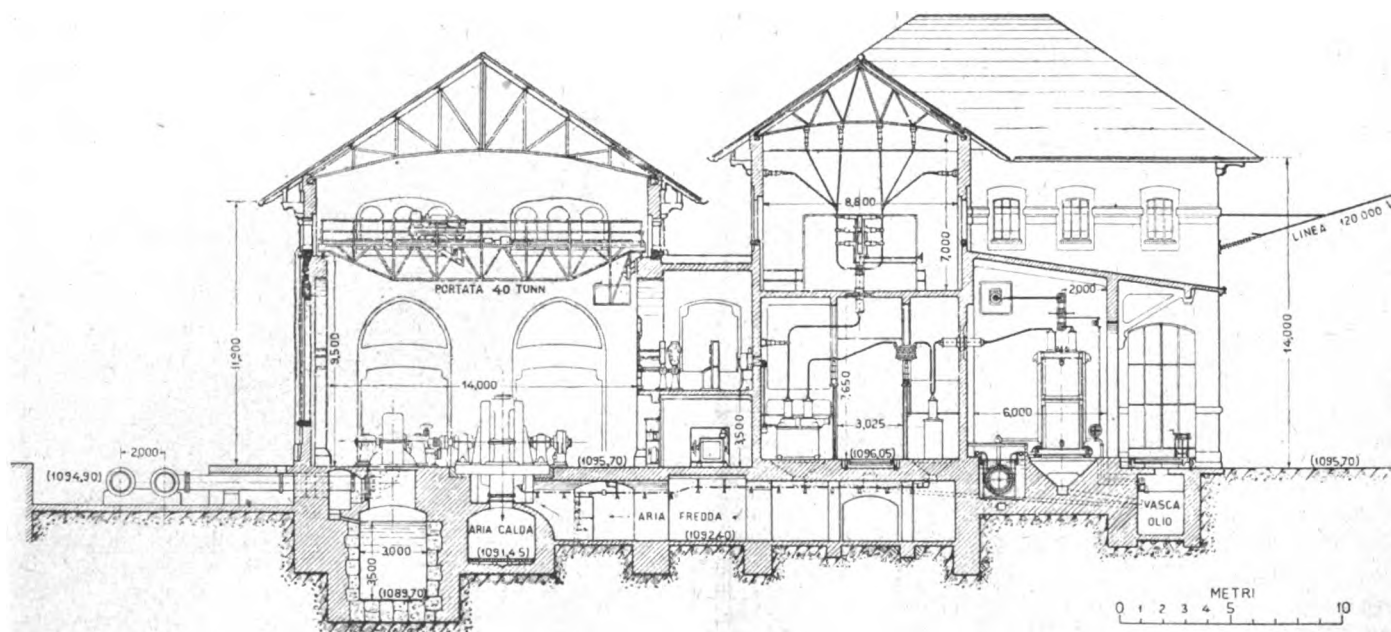


Fig. 23. — Sezione trasversale della Centrale.

Applicazione di una tensione di 125 000 V fra le prime spire dell'avvolgimento.

Ecco alcuni dati numerici relativi ai trasformatori:

| | |
|---|--------------|
| Peso di un trasformatore, senza olio | kg. 46.000 |
| Quantità d'olio per ogni trasformatore | litri 25.700 |
| Peso della serpentina di raffreddamento dell'olio | kg. 4.400 |

che si aprono verso l'esterno sotto una tettoia sporgente destinata a proteggere i trasformatori durante i loro eventuali spostamenti facilitati da apposite ruote di scorrimento (fig. 23).

Notiamo ancora, nella struttura della centrale, le disposizioni prese per la raccolta ed il drenaggio dell'olio in caso di scoppio o di guasto di interruttori o di trasformatori. Le vasche di raccolta, sotto gli apparecchi, e le condotte di drenaggio appaiono chiaramente nella

sezione trasversale di fig. 25 e nella parte sinistra delle sezioni longitudinali di fig. 20.

Schema e quadro.

Per lo schema della fig. 24 sono opportuni alcuni schiarimenti. Nei riguardi delle sue linee generali lo schema elettrico della centrale è quanto di più semplice si possa immaginare. Le eccitatrici sono ac-

di sbarre di mistamento fra alternatori e trasformatori, che sono vere sbarre morte non essendo ad esse normalmente affidato alcun altro servizio.

Sull'alta tensione (120 kV) si ha per ora un solo sistema di sbarre da cui si stacca l'unica linea partente; ma, come appare dalle sezioni trasversali della centrale, è previsto un secondo sistema di sbarre, quando si avrà sulla linea una seconda terna.

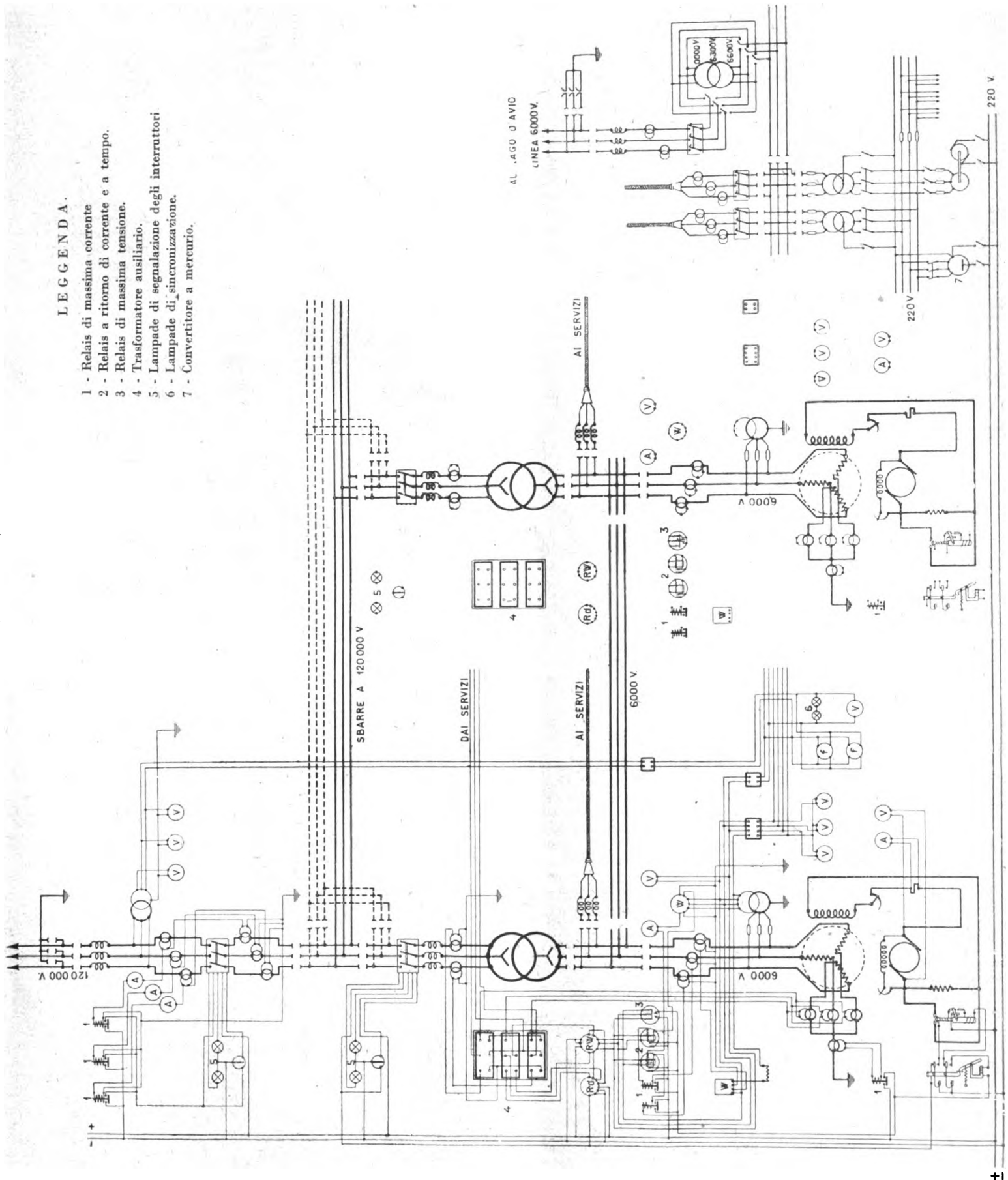


Fig. 24. — Schema del quadro.

coppiate senza previsione di scambi o di riserva. Soppressi gli interruttori a bassa tensione, alternatore e trasformatore costituiscono come una sola macchina: il parallelo è affidato all'interruttore sull'alta tensione (secondario) dei trasformatori. E' tuttavia previsto un sistema

Per la sincronizzazione serve il trasformatore trifase di tensione derivato sulla linea in partenza e destinato al controllo dell'isolamento della linea medesima.

Una delle sue tensioni secondarie può essere opposta alla ten-

sione secondaria di uno dei riduttori di alternatore, attraverso gli ordinari apparecchi di sincronismo.

La protezione contro le sovracorrenti è stata particolarmente studiata, ed è affidata ad un ricco complesso di relais. Sul neutro degli alternatori, riportato all'esterno, sono inseriti tre riduttori di corrente sulle tre fasi mentre un quarto riduttore è inserito fra neutro e terra. Quest'ultimo alimenta un sensibile relais di massima il quale in caso di guasto verso terra in un punto qualunque dei circuiti b. t. (alternatore, sbarre o primario del trasformatore) provoca la diseccitazione dell'eccitatrice (inserendo sul suo campo una elevata resistenza) e successivamente l'apertura dell'interruttore sull'alta tensione del trasformatore.

Per i guasti interni fra fasi, sia di alternatori che di trasformatori, si è adottata la protezione differenziale completa, opponendo i tre riduttori di corrente sul neutro degli alternatori, di cui abbiamo detto, a due riduttori di corrente su due fasi dell'alta tensione all'uscita dal trasformatore. La differenziazione è fatta attraverso un piccolo trasformatore ausiliario, il quale permette anche, col diverso collegamento dei suoi avvolgimenti, di compensare lo spostamento di 30° che si ha fra alta e bassa tensione quando i grossi trasformatori sono connessi in triangolo-stella (come attualmente) anzichè in stella-stella. Gli avvolgimenti terziari del trasformatore ausiliario alimentano un relais differenziale ampermetrico ed uno wattmetrico, che entrambi, agendo anche indipendentemente, chiudono lo stesso circuito ausiliario a c. c. che provoca la diseccitazione dell'alternatore e quindi l'apertura dell'interruttore sull'a. t.

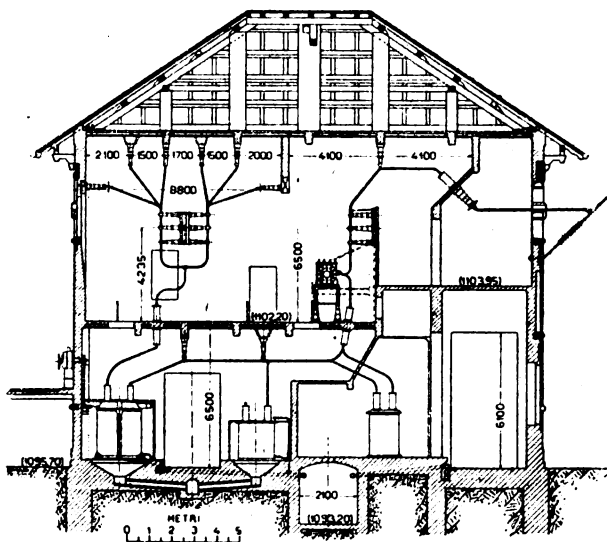


Fig. 25. — Sezione trasversale in corrispondenza all'uscita delle linee.

Lo stesso risultato può essere anche provocato da uno qualunque dei gruppi dei cinque relais dipendenti dai riduttori di corrente e di tensione inseriti fra alternatore e trasformatore e destinati anche all'alimentazione degli strumenti di misura. Tali gruppi di cinque relais sono costituiti da due relais a massima corrente, (destinati ovviamente a funzionare solo in caso di corti circuiti o guasti esterni al gruppo); da due relais wattmetrici a ritorno di energia, (destinati a funzionare in caso di guasto interno dell'alternatore) e da un relais a massima tensione, destinato a diseccitazione il gruppo in caso di eccessiva velocità o, comunque, di eccesso di tensione.

Oltre a questo complesso di relais per ciascun gruppo alternatore-trasformatore, si hanno tre relais a massima corrente sulla linea destinati a provocare l'apertura del relativo interruttore.

I sei riduttori di corrente segnati sullo schema, che alimentano tali relais in serie coi rispettivi ampermetri di linea, sono contenuti nei passanti dell'interruttore.

La protezione contro le sovratensioni è esclusivamente affidata a bobine di reattanza.

Servizi. — Ogni alternatore, mercè apposito cavo, può alimentare le sbarre a 6000 V dei servizi, affidati a due trasformatori da 100 kVA, 6000/220 volt. Dalle sbarre secondarie dipendono fra l'altro un gruppo motore-dinamo, ed un raddrizzatore a vapori di mercurio destinati ad alimentare, a vicenda, i circuiti dei comandi a corrente continua.

Dalle sbarre a 6000 volt dei servizi parte anche la linea, di servizio, al Lago d'Avio, attraverso un trasformatore di isolamento 6000/6300/6600 volt, il quale, mediante il giuoco di coltelli indicato sullo schema, può essere inserito nei due sensi (scambiandosi il primario col secondario) in modo da compensare o correggere le variazioni di tensione che possono aversi sulle sbarre, in dipendenza delle varie condizioni di esercizio della centrale.

SUNTI E SOMMARI

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

H. CHIREIX — Nuovi metodi per la misura della resistenza di un circuito di corrente oscillatoria - Wattometro per alte frequenze. (Radioélectricité - Bulletin Technique, Vol. V, N. 57, 10 aprile 1924, pag. 33).

I metodi proposti dall'A. presentano, su quello della resistenza addizionale, il vantaggio di permettere l'uso di accoppiamenti stretti e quindi anche l'impiego di una potenza relativamente grande. Si ottiene così una maggiore indipendenza da eventuali disturbi esterni e si evita la necessità di apparecchi delicati.

1° metodo. — E' noto che un generatore asincrono (triodi, archi, ecc.) di oscillazioni persistenti, il quale agisca su di un circuito oscillante primario accoppiato induttivamente con un circuito oscillante secondario, può dare origine all'una o all'altra di due onde, che sono fra loro tanto più diverse di frequenza, quanto più stretto è l'accoppiamento (1). Allorchè nel secondario vi è, per esempio, eccesso di induttanza in confronto con la condizione di risonanza rispetto al primario, si innesci di regola un'oscillazione di lunghezza d'onda inferiore a quella propria del secondario medesimo. Ne segue che la reattanza di autoinduzione prevale su quella di capacità e la tensione ai capi della induttanza L è maggiore di quella esistente ai capi della capacità C . Partendo da una delle armature del condensatore si può allora immaginare di prendere una porzione L' di L tale che sia: $\omega L' = \frac{1}{\omega C}$; fra l'estremo di questa L' e l'altra armatura del condensatore (fig. 1) dovrebbe allora esistere una d. d. p. nulla se L'

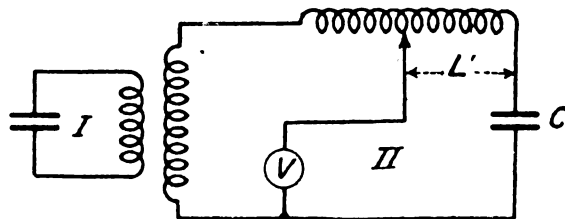


Fig. 1.

e C non presentassero resistenza ohmica. La tensione finita che invece esisterà (e che sarà la minima fra tutte le d. d. p. misurabili variando L'), divisa per l'intensità I di corrente oscillatoria secondaria, darà il valore della resistenza R del tratto di circuito $L' C$.

Perchè il metodo sia applicabile occorre dunque che nel tratto $L' C$ sia localizzata la quasi totalità della resistenza del circuito; è altresì necessario che L' non sia neanche parzialmente sede della f. e. m. di induzione e che lo strumento che si impiega per la misura delle d. d. p. derivi una intensità di corrente trascurabile.

Per misure di resistenza d'areo può impiegarsi lo schema rappresentato nella fig. 2.

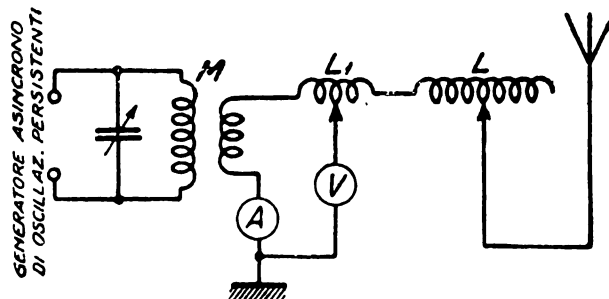


Fig. 2

Si fa emettere dal generatore l'onda per la quale si vuol misurare R e si inserisce un valore di L tale da esser sicuri che vi sia eccesso di induttanza. Si diminuisce allora gradatamente L fino ad avere una sufficiente I , e, spostando la presa mobile su L_1 , si cerca la V minima. La R è data da $\frac{V}{I}$. Al posto della L , può immaginarsi una L_1 variabile con continuità, il che permette di mantenere fissi ambedue i punti di attacco del voltmetro. Si noti che, in questo caso, mentre si varia la L_1 si varia anche la I e quindi alla V minima non corrisponderà in generale il minimo di $\frac{V}{I}$; è allora opportuno ricorrere all'uso di un apparecchio a due indici, l'uno voltmetrico, l'altro

(1) L'Elettrotecnica, 15 ottobre 1921, Vol. VIII, N. 28, pag. 625, 627, 628 e Bollettino R. T., Vol. II, N. 16, pag. 106, 111, 115.

amperometrico, da usarsi come ohmetro, regolando L' fino ad ottenere il minimo di R .

Poichè la resistenza che si misura è quella localizzata a destra (fig. 1, 2) della derivazione che comprende il voltmetro, la potenza consumata dagli strumenti non interviene; così pure non ha importanza agli effetti della misura la costituzione del circuito a sinistra della derivazione citata.

2° metodo. — La misura della potenza assorbita dall'antenna e quella della corrente che la percorre danno modo di ottenere il valore di R . Occorre a tal uopo un wattometro per alta frequenza che l'A. ha costruito sul principio già noto del wattometro termico. Un indice che si muova proporzionalmente alla differenza di dilatazione di due fili percorsi rispettivamente dalle correnti $i_1 + i_2$ e $i_1 - i_2$, (fig. 3), darà indicazioni proporzionali a $(i_1 + i_2)^2 - (i_1 - i_2)^2$, cioè

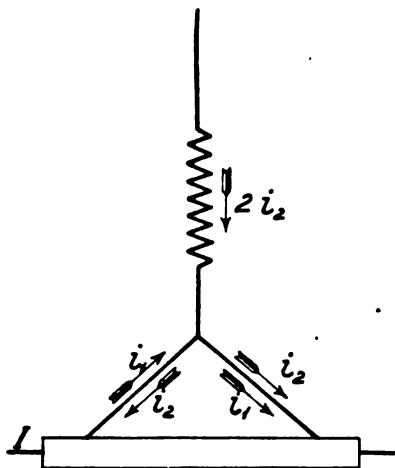


Fig. 3.

proporzionali ad $i_1 i_2$. Se queste due intensità sono rispettivamente proporzionali alla corrente ed alla tensione, e nello stesso loro rapporto di fase, si ha una indicazione proporzionale al valore della potenza. Questo apparecchio dà indicazioni esatte anche alle alte frequenze. L'A. ha rimpiazzato la resistenza voltmetrica con una induttanza e per la corrente amperometrica usa un trasformatore nel quale la resistenza del secondario è molto forte rispetto alla sua auto-induzione. L'apparecchio consuma così assai poco e dà indicazioni indipendenti della frequenza, perchè, mentre la corrente voltmetrica varia in ragione inversamente proporzionale ad essa, quella amperometrica varia invece proporzionalmente. Lo schema dello strumento è rappresentato nella fig. 4.

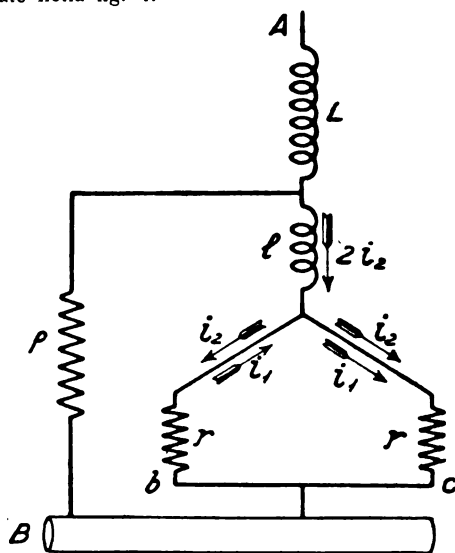


Fig. 4.

Il primario del trasformatore della corrente amperometrica è costituito dal tubo BC; il secondario dal filo bc.

La corrente voltmetrica è sfasata di $\frac{\pi}{2} - \psi_1$ in ritardo sulla tensione, perchè la induttanza presenta anche un po' di resistenza; la corrente amperometrica è sfasata di $\frac{\pi}{2} + \psi_2$ in ritardo sulla corrente principale, perchè il secondario del trasformatore presenta anche un po' di autoinduzione. Affinchè la relazione di fase fra corrente e tensione non venga alterata occorre dunque che sia $\psi_1 + \psi_2 = 0$. A ciò servono la piccola induttanza l e la resistenza p , per mezzo delle quali è possibile sfasare $2i_2$ di più che $\frac{\pi}{2}$ e quindi rendere $\psi_1 = -\psi_2$.

L'apparecchio si è dimostrato adatto allo scopo. Se ne può aumentare fortemente la sensibilità sostituendo i fili scaldatori con due ottime coppie termoelettriche connesse, in opposizione, con un galvanometro.

U. Ru.

* *

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

PERCY H. THOMAS — **Le trasmissioni ultrapotenti. Convenienza e limiti delle trasmissioni elettriche a grandissime distanze.** (J. A. I. E. E., gennaio 1924, pag. 3).

L'introduzione nella pratica delle linee di trasmissione a tensioni dell'ordine di 225 000 V segna un nuovo periodo nella tecnica. Finchè si tratta di tensioni di linea dell'ordine di 100 000 V il problema tecnico da risolvere riguarda principalmente tre punti: mantenere la tensione di arrivo entro percentuali ragionevoli della tensione di generazione, al variare del carico; raggiungere un buon rendimento; fare in modo che la corrente di carica della linea non raggiunga tali valori da produrre, ai più bassi carichi, eccessive tensioni o eccessivi carichi ai generatori. Il problema dell'isolamento non costituisce una vera difficoltà.

Ma per le nuove linee a 225 000 (super-linee, come le chiama l'A.) le cose cambiano aspetto. Il fattore di potenza diviene l'elemento più importante e deve poter essere regolato a volontà dell'operatore. La tensione non può essere regolata ad una sola estremità della linea, ma deve essere regolata ad entrambe le estremità sorvegliando anche che non si verifichino eccessive sopraelevazioni di tensione verso la metà della linea. Anzichè dover aggiungere delle reattanze per limitare le correnti di corto circuito, nelle superlinee si verifica che tali correnti non eccedono di molto la corrente di pieno carico normale, mentre invece diventa un problema preoccupante quello di assicurare, nel caso di accidente in linea, una corrente sufficiente a mantenere in sincronismo le macchine ai due estremi della linea stessa.

La caratteristica di una «super-linea» si è che la corrente di carica è numericamente dell'ostesso ordine della corrente dovuta al carico normale; la resistenza poi è piccola in confronto alla reattanza.

Ne viene che, siccome alla corrente di carica $\left(\frac{1}{2} CV^2\right)$ corrisponde un certo numero di kilovoltampere in anticipo di 90° sulla tensione, mentre alla reattanza della linea corrisponde circa lo stesso numero di kVA $\left(\frac{1}{2} I^2 X\right)$ ma in ritardo di 90° sulla corrente di linea, se il fattore di potenza è eguale all'unità, le due quantità suddette, eguali ed opposte in fase, si annullano. Quindi opportunamente regolando il fattore di potenza, la tensione di linea, e quella di carico, si può ottenere che la caduta di tensione sia solo quella relativa alla resistenza ohmica.

Per ogni carico vi è una tensione di massima convenienza. Nel processo di neutralizzazione suddetto non ha importanza nè la frequenza, nè la lunghezza della linea. Però la frequenza ha grande importanza quando non si raggiunge la neutralizzazione, come coi bassi carichi o in caso di corti circuiti. Nel caso di linee corte le conseguenze di un imperfetto realizzarsi delle condizioni teoriche suddette hanno meno importanza che per una linea lunga.

Scelta la tensione più opportuna per il dato carico, si può scegliere la resistenza col criterio del rendimento e delle perdite. La scelta della resistenza non è però interamente libera essendo strettamente connessa alla neutralizzazione fra capacità e reattanza.

In generale il metodo più opportuno di regolazione della tensione è quello di mantenere automaticamente la tensione costante in ciascun estremo della linea ed eguale al valore più opportuno di essa in quel particolare estremo; quando occorra, la tensione può essere, senza gravi maggiori spese, mantenuta alquanto più alta alla stazione di arrivo.

Si consideri una linea portante la corrente di pieno carico, coi kVA di capacità neutralizzati da quelli di reattanza come si è detto. Se dalla stazione generatrice viene inviata una piccola corrente in anticipo verso la stazione ricevente, tale corrente percorrendo la reattanza della linea tende a produrre all'estremo ricevente un sopraelevamento di tensione che potrà essere regolato regolando la corrente stessa; l'effetto della resistenza è trascurabile. Poichè i condensatori sincroni tendono a mandare in linea la corrente necessaria a mantenere quella tensione per la quale sono costruiti, essi si prestano assai bene a tale regolazione delle super-linee.

Un condensatore sincrono connesso all'estremo ricevente di una linea come sopra, tende a fornire la corrente che la linea richiede per quella certa tensione e nello stesso tempo a fornire la corrente richiesta dal carico connesso alla linea. Il condensatore sincrono però risente soltanto la differenza fra queste due correnti, che può essere positiva o negativa, grande e piccola. Nel caso che il fattore di potenza del carico sia basso, e quello della linea sia invece prossimo all'unità, il sincrono all'estremità ricevente potrà esser chiamato a fornire un numero rilevante di kVA sfasati.

L'A. ha impostato il calcolo numerico per una linea rispondente ai seguenti dati: lunghezza 800 km; 250 000 V; 60 periodi; diametro dei conduttori 28 mm; resistenza di 0,049 ohm per km; media distanza fra conduttori 482 cm. Le curve di figura 1 rappresentano le

tensioni nel punto di mezzo, i rendimenti, e il fattore di potenza alle due estremità per una tale linea nelle seguenti quattro condizioni: (A)

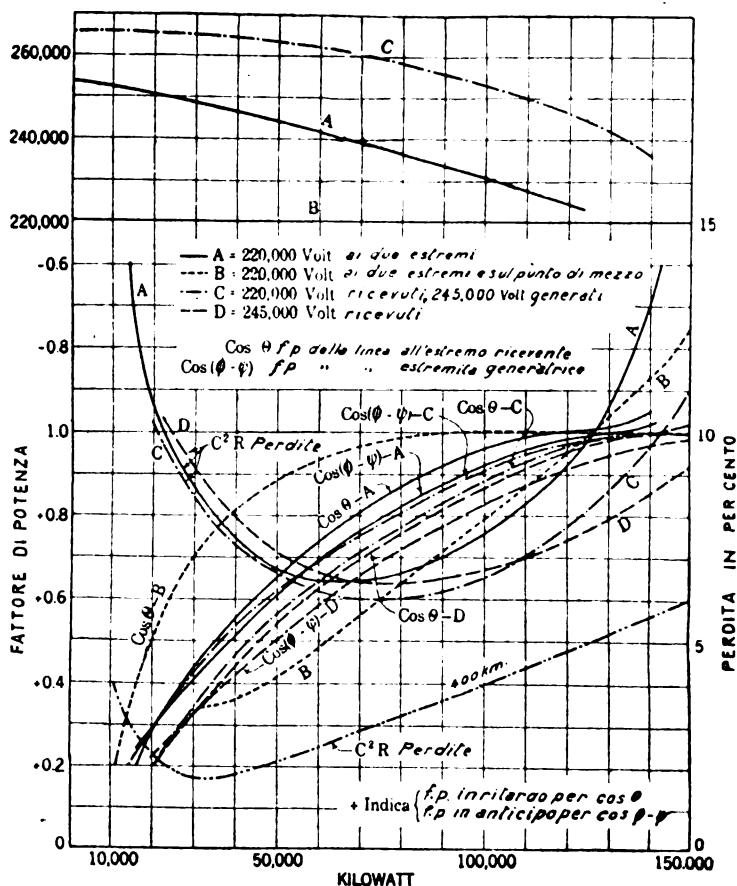


Fig. 1. — Fattore di potenza, tensione nel punto di mezzo della linea, e perdite di linea.

tensione costante di 220 000 V ad ambo le estremità; (B) tensione costante di 220 000 V alle due estremità e nel punto di mezzo; (C)

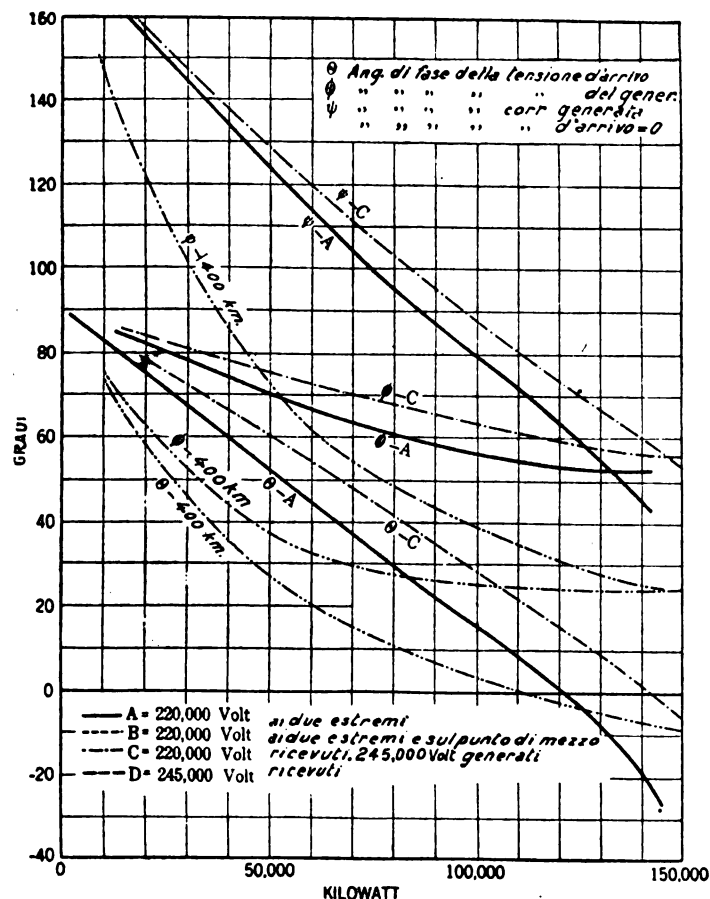


Fig. 2. — Correnti dei generatori.

tensione costante di 245 000 V alla stazione generatrice e di 220 000 volt alla stazione ricevente; (D) tensione costante di 245 000 V ad

ambo le estremità. Nella figura 1 è anche data la curva dei rendimenti per una linea di 400 km con 220 000 ad ambo le estremità.

La condizione (B) si realizza con dei sincroni installati in una cabina a metà percorso della linea. Essi dovranno fornire tutti i kVA sfasati necessari per mantenere i 220 000 V nella mezza linea a valle e in quella a monte. I kVA richiesti per questi due scopi potranno essere di ugual segno oppure no, secondo le condizioni del carico e del fattore di potenza.

Nell'esame di figura 1 bisogna tener presente che in ogni condizione di carico, la tensione assunta può essere raggiunta soltanto se il fattore di potenza ha il valore corrispondente dato dal diagramma.

La figura 2 dà invece le correnti agli estremi della linea nelle diverse condizioni di carico, mentre la figura 3 riassume le relazioni di fase fra tensioni e correnti, avendo assunto come posizione di riferimento la fase della corrente del carico.

I kVA da fornirsi dai sincroni nelle diverse condizioni di carico per mantenere per ciascuna di esse quel fattore di potenza che permette di ottenere la tensione voluta, ha una importanza economica notevole; nella figura 4 sono riassunti sotto forma di diagramma tali valori.

Come si vede dall'esame delle figure le curve di rendimento hanno un andamento particolare; buoni rendimenti si hanno soltanto entro limiti ristretti di variazioni del carico. Con l'adozione dei sincroni nel punto di mezzo della linea, le perdite risultano minori ai bassi ed agli altissimi carichi, ma sono maggiori ai carichi medi.

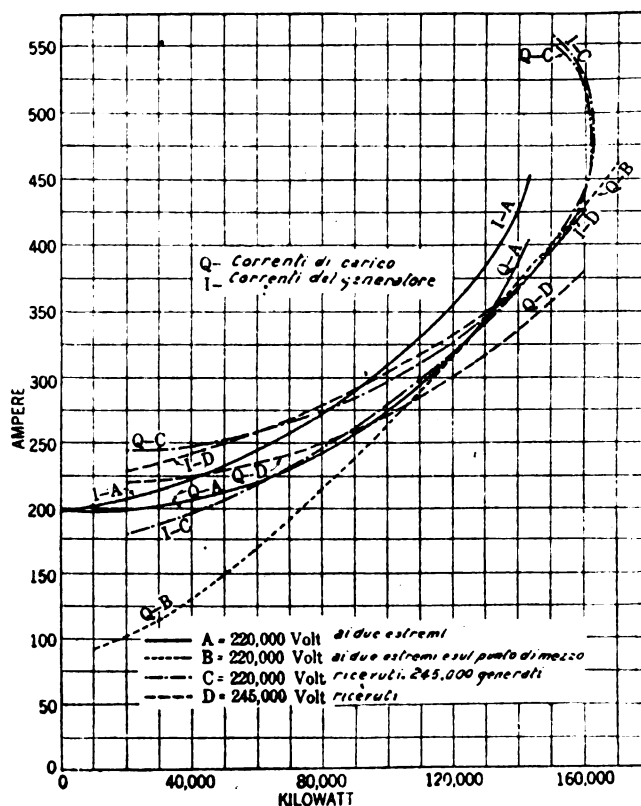


Fig. 3. — Relazioni di fase delle tensioni e delle correnti rispetto alla fase della corrente di carico assunta come riferimento.

e ciò senza tener conto delle perdite nei trasformatori e nei sincroni. Senza i sincroni nel punto di mezzo si ha in esso una elevazione notevole di tensione (10 ÷ 15 %). Le relazioni di fase delle tensioni variano coi carichi, fra limiti amplissimi (fino a 135°).

Occorre evitare che un estremo della super-linea possa rimanere aperto, quando l'altro estremo sia eccitato perchè se ciò avviene, la tensione all'estremo aperto si eleva moltissimo (nel caso della linea precedente, da 220 000 V sale a 413 000 V). Fortunatamente la massima corrente che può verificarsi in qualunque evenienza non può superare di molto la corrente di massimo carico all'estremo ricevente, cosicchè si possono lasciare permanentemente connesse le macchine senza pericolo, anche in caso di incidenti in linea. Ammesso quindi che i sincroni all'estremo ricevente siano permanentemente connessi alla linea il problema dell'avviamento può essere risolto in diversi modi.

Si può eccitare ed avviare il generatore, e il sincrónico si metterà in fase man mano che il generatore acquista velocità. Oppure si può far prendere la velocità di regime al generatore, a campo aperto; la chiusura del campo produrrà l'avviamento del sincrónico che si metterà rapidamente in fase. Oppure, se vi è un modo indipendente di mettere in velocità il sincrónico, si potranno portare a velocità sia il generatore che il sincrónico e le due macchine si metteranno in sincronismo quando le loro velocità saranno eguali.

Come risulta dalla curva A in figura 3, lo sfasamento delle tensioni fra due macchine sincrone ai due estremi di una linea varia da 5°, per un carico di 8500 kW, fino a circa 70° per

140.000 kW. Perciò se si connette una linea scarica munita di condensatori sincroni con una altra linea simile ma a carico, vi sarà uno sfasamento notevole tra le tensioni dei due estremi da connettere. Nell'eseguire perciò la connessione delle due linee vi è il pericolo che nei primi istanti si verifichino scambi di correnti intense fra i diversi sincroni. E' possibile manovrare in modo da evitare violenti cambiamenti di fase nei condensatori, ma occorre tener presente che i soliti sincronoscopi non danno indicazione corretta circa l'istante opportuno per chiudere gli interruttori di messa in parallelo.

Quando un generatore alimenta una superlinea collegata all'estremità ricevente con un carico in sincronismo, se si verifica un aumento subitaneo del carico questo tende a perdere il sincronismo. Ad evitare ciò, il generatore interviene aumentando il carico trasmesso alla linea. Se però il generatore era già carico fino al limite concesso dalle considerazioni di rendimento e di tensione, si può vedere dalle curve di figura 1 e 2, che il maggior carico che può passare dalla linea è poca cosa. E' quindi opportuno, sotto questo punto di vista, che la linea abbia un margine oltre il pieno carico normale.

Se invece avviene nella rete un corto circuito in vicinanza della estremità ricevente della superlinea, la tensione in quel punto cade; ciò limita grandemente la potenza che può passare sulla linea e il generatore tende ad andare fuori fase se il resto del sistema tende a ritardare.

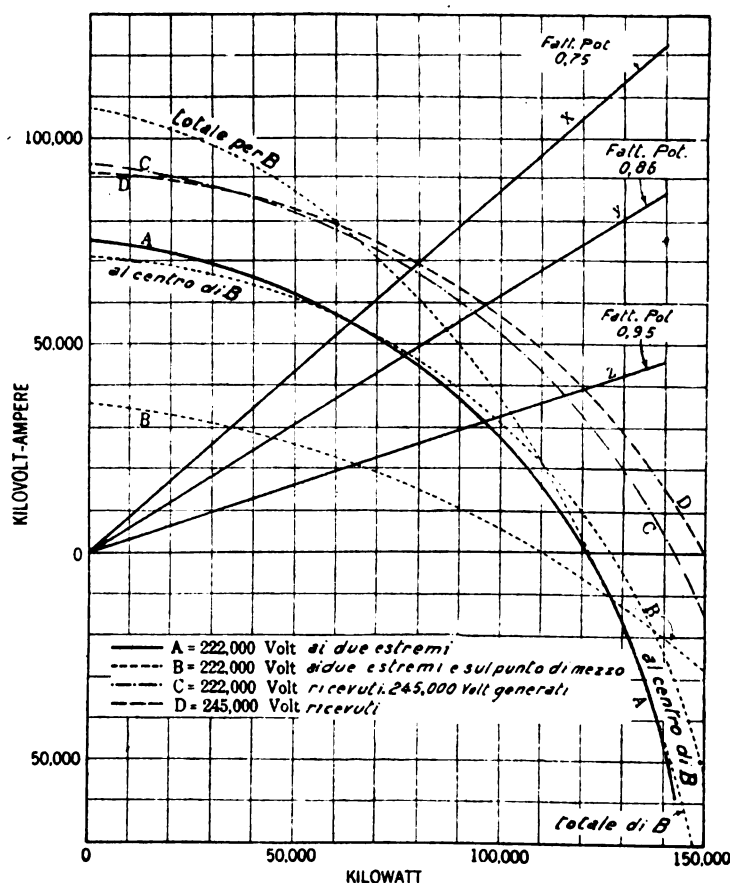


Fig. 4. — Richiesta di prestazione da parte dei condensatori sincroni all'estremità inerente della linea, per diversi carichi.

La figura 5 rappresenta un sistema di trasmissione supposto composto da 4 linee a 220.000 V, e 60 periodi, ciascuna capace di trasmettere 100.000 kW. La tensione è supposta mantenuta costante (220.000 V) a entrambe le estremità per mezzo di regolatori agenti sul campo dei generatori e dei sincroni.

Supposto 0,90 il fattore di potenza del generatore, occorre una potenza installata di 130.000 kVA. Considerando il caso di una linea scarica, dalla curva A di figura 4 risulta che occorrono 75.000 kVA in ritardo sulla linea; ciò corrispondente a una potenza di 78.000 kVA ai condensatori sincroni di estremità. Tale potenza dei sincroni occorre, indipendentemente dal valore del pieno carico. Come si vede dalla curva C, figura 4, un aumento di tensione di generazione, aumenta la prestazione dei sincroni a linea scarica; però, a pieno carico, essa sarebbe invece minore. Da considerazioni numeriche sulla eventualità di una linea fuori servizio, l'A. dimostra come ragioni economiche inerenti alla trasmissione di forti carichi, richiedano una potenza installata nei condensatori sincroni dello stesso ordine di quella dei generatori.

Si noti che per mantenere una tensione costante sull'alta a pieno carico o con sovraccarichi, la tensione nei circuiti dei condensatori deve essere regolata in modo da essere un po' al di sopra o un po' al di sotto della tensione di linea a seconda che la trasmissione della potenza produce un innalzamento o un abbassamento della tensione nei trasformatori. Per le linee suddette a pieno carico vi sarà una caduta nei trasformatori abbassatori e la tensione dei sincroni dovrà

essere più bassa di quello che sarebbe indicato dalla tensione di linea e dal rapporto delle spire dei due avvolgimenti. Se il carico invece aumenta, per esempio nel caso di 3 linee portanti il carico di 4, il condensatore dovrà fornire una corrente in anticipo; ci sarà un aumento di tensione attraverso i trasformatori abbassatori e la tensione del condensatore sincrono all'estremità dovrà essere maggiore di quella indicata dal rapporto delle spire. I sincroni dovranno essere costruiti in modo da poter soddisfare a queste condizioni.

Una delle caratteristiche dello schema di figura 5 consiste nella abolizione degli interruttori automatici sull'alta tensione: Ciò porta ai seguenti vantaggi: impossibilità di accidentali aperture di circuito a una estremità delle linee (coi conseguenti innalzamenti della tensione), semplificazione dell'installazione, economia di installazione e di manutenzione; si ha però lo svantaggio evidente di una assai minore adattabilità del sistema alle diverse evenienze.

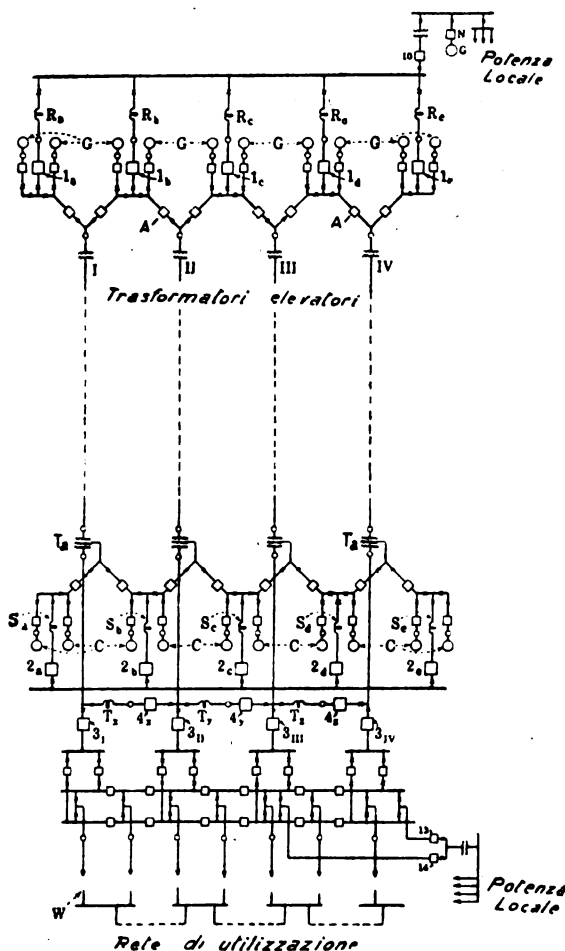


Fig. 5. — Schema unifilare di un sistema tipico di trasmissione ultrapotente.

Per chiarire il comportamento dello schema di figura 5, l'A. prende a considerare diverse ipotesi di accidenti.

Si supponga ad esempio che avvenga un corto circuito all'estremità generatrice della linea 1. I relais sui montanti dell'alternatore, operando in 0,6 secondi, escludono il campo dell'alternatore; l'interruttore (1a) scatta istantaneamente interrompendo una potenza di 300.000 kVA; gli altri interruttori 1 non scattano. All'estremità ricevente si verifica una corrente di 223 A., e cambia il fattore di potenza della linea fino a circa 18 % in anticipo. Un apposito relais agisce allora aprendo l'interruttore (3) in tre secondi; nello stesso tempo scattano il (2b) ed i (4x). La linea resta così interamente staccata dal sistema lasciando però l'alternatore e i condensatori ancora connessi e funzionanti. Se il corto circuito è così stato escluso, il campo dell'alternatore potrà venire automaticamente rinsertito, oppure, secondo la costruzione, potrà rimanere aperto; in quest'ultimo caso il condensatore si fermerà e occorrerà procedere a un nuovo avviamento.

Per un corto circuito alle sbarre ausiliari nella stazione generatrice tutti gli interruttori (1) si aprono istantaneamente.

Per un corto circuito in vicinanza del condensatore della linea 1, il relais sul primario dei trasformatori abbassatori apre istantaneamente gli interruttori (3i), (2b) e (4x); all'estremità generatrice nulla si verifica finché il personale non interviene ad escludere la linea.

Le evenienze di corti circuiti involgono questioni complesse relativamente al mantenimento del sincronismo.

Se, ad esempio, avviene un corto circuito sulla bassa tensione all'estremità ricevente di una linea del tipo di quelle di figura 5 considerata isolata, vi sarà una tendenza all'abbassamento nella tensione d'arrivo, ciò che limita la potenza che può essere trasmessa

dalla linea. L'alternatore tende ad accelerare fino alla velocità corrispondente alla posizione del regolatore per bassi carichi. Questa è una condizione molto difficile per il mantenimento del sincronismo, specialmente quando il circuito è di natura tale da provocare nelle macchine connesse alla rete una tendenza a ritardare.

Nel caso di un sistema complesso come in figura 5, possono verificarsi condizioni diverse.

Le quattro linee per quanto capaci di dividersi il carico possono essere abbastanza separate elettricamente perchè un corto circuito sulla bassa tensione all'arrivo di una, non disturbi notevolmente la tensione sulle altre. I circuiti ad alta non sono direttamente connessi ma i secondari dei trasformatori abbassatori sono connessi attraverso bobine di reattanza capaci di permettere l'egualizzazione dei carichi; analogamente nella stazione generatrice.

Oppure i sincroni, o i generatori possono essere in parallelo e capaci perciò di mantenersi in sincronismo durante gli incidenti.

I feeder sulla bassa tensione dei quattro circuiti di trasmissione possono essere connessi attraverso reattanze in modo che un corto circuito su di uno non alteri grandemente la tensione sugli altri che resteranno perciò in sincronismo.

L'A. ritiene poi che non risulti conveniente, nel complesso, l'adozione di cabine intermedie munite di sincroni, benchè ciò giovi a migliorare alcune proprietà del sistema.

L'A. sviluppa anche calcoli numerici circa diverse condizioni di funzionamento, ed eventualità di queste, nel sistema di trasmissione considerato.

Nel complesso il sistema di figura 5 si presenta capace di trasmettere regolarmente 400.000 kW ad una distanza di 800 km, con perdite di circa 15 per cento (compreso linea, condensatori e trasformatori), con una elasticità che permette di arrestare una unità senza alterare il funzionamento, adatto per la protezione automatica con relai, e tale che eventuali corti circuiti vi producono conseguenze minori che nelle comuni linee di trasmissione.

R. S. N.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

L'elettrificazione delle linee della "Compagnie des chemins de fer du Midi," (Génie Civil, Vol. 83, N. 8, 25 agosto 1923).

La «Compagnie du Midi» aveva già da tempo tracciato un progetto di elettrificazione delle linee dei Pirenei, progetto la cui esecuzione era stata iniziata fino dal 1911 ma che fu arrestato nel suo svolgimento dalla guerra. Recentemente, in conseguenza del grande progetto di elettrificazione a corrente continua a 1500 volt delle principali linee delle tre grandi reti francesi della «Compagnie d'Orléans» della «P. L. M.» e della «Compagnie du Midi» approvato dal Ministro dei Lavori Pubblici il 29 agosto 1920, la «Compagnie du Midi» ha ripreso i suoi lavori modificando ed ampliando l'antico progetto.

Il programma attuale, per la cui esecuzione occorrerà circa un ventennio, comprende 3.300 km di linea (su km 4.846, comprese le nuove linee in costruzione ed in progetto) e si divide in due zone:

Zona Ovest:

- 1) Linea Dax-Tolosa, con diramazioni su Pierrefitte, Bagnères, Arreau, Luchou;
- 2) Linea da Parigi a Bedous e alla frontiera, con diramazione su Larems;
- 3) Linea da Bordeaux a Irun, con diramazione su Arcachon e Biarritz;
- 4) Linee da Bayonne a Puyoo e da Agen a Tarbes;
- 5) Linee da Tolosa ad Auch, da Bayonne a Saint Jean - Pied de Port e a Saint Etienne - de - Baigorri;
- 6) Linee da Morcenx a Tarbes, da Lannemezan ad Auch, ecc.

Zona Est.

Linee da Tolosa ad Ax-les-Thermes ed alla frontiera, da Narbonne a Port-Bou, da Perpignan a Villefranche, da Béziers a Neusargues, e loro diramazioni.

Il primo gruppo di linee della zona ovest è stato messo in servizio nel 1923. Il servizio, sia merci che viaggiatori, è già assicurato fra Tarbes e Pau mercè le prime dieci locomotive consegnate.

Centrali idroelettriche. — Oltre alle centrali di Fontpédrouse e di Casseigne, delle quali non parleremo poichè per la loro posizione isolata non interessano la zona da elettrificare in questo primo tempo, la Compagnie du Midi ha già costruito le centrali di Soulom e di Eget, ne ha iniziate altre nella vallata d'Ossau e si prepara a costruirne altre nella valle della Haute-Ariège (fig. 1). In seguito verrà intrapresa la costruzione di centrali nella valle della Têt (Pirenei Orientali).

Centrale di Soulom. — È situata alla confluenza dei torrenti di Paum e di Cauterets e comprende due centrali che utilizzano rispettivamente le acque dei due torrenti sotto una caduta di 115 m la prima e di 250 m la seconda; ciascuna centrale ha tre turbine di 3500 HP (tipo Pelton per la prima, tipo Francis per la seconda) accoppiate con alternatori trifasi (10.500 volt 50 periodi, 2400 kilowatt, 500 giri). La corrente è trasformata a 60.000 volt e inviata sulla rete primaria.

Centrale di Eget. — È nell'alta valle della Nesle d'Aure, riceve le acque di alcuni laghetti dei Pirenei (Capdelong, Orédon, ecc.) e dal serbatoio de l'Oule. Utilizza un salto di 710 m con sette Pelton di 5000 HP accoppiate con alternatori trifasi (6000 volt, 50 periodi, 3500 kilowatt). La corrente è trasformata a 60.000 volt per la distribuzione primaria.

Centrali della valle d'Ossau. — Questo gruppo sarà formato da tre centrali: di Artouste, di Miegebat e di Hourat. La centrale di Artouste riceverà le acque del lago omonimo a mezzo di un serbatoio di 16 milioni di metri cubi, la centrale di Miegebat utilizzerà le acque della precedente e quelle di tre piccoli torrenti, quella di Hourat disporrà delle acque della precedente e di quelle del torrente d'Ossau.

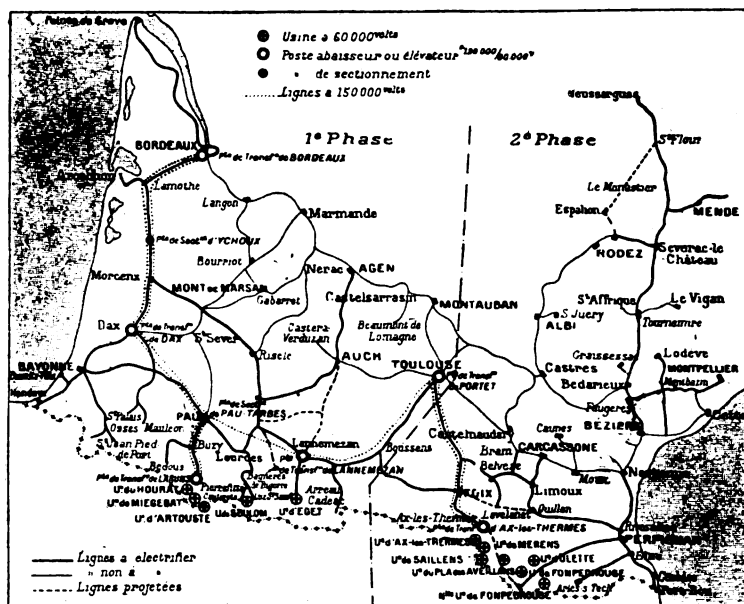


Fig. 1.

La centrale di Artouste (775 m di caduta) avrà tre Pelton da 10 000 HP con alternatori trifasi (10 000 volt, 50 periodi, 7000 kilowatt).

La centrale di Miegebat, regolata da un serbatoio di 125 000 m³, utilizzerà una caduta di 380 m con cinque Pelton da 10 000 HP accoppiati ad alternatori trifasi di 7000 kilowatt, a 10 000 volt, 50 periodi. Avrà anche due gruppi ausiliari di 500 HP.

La centrale di Hourat, che entrerà in servizio quest'anno, ha un serbatoio di 75 000 m³ ed una caduta utile di 200 metri. Il macchinario di cui sarà provvista è uguale a quello della centrale di Miegebat.

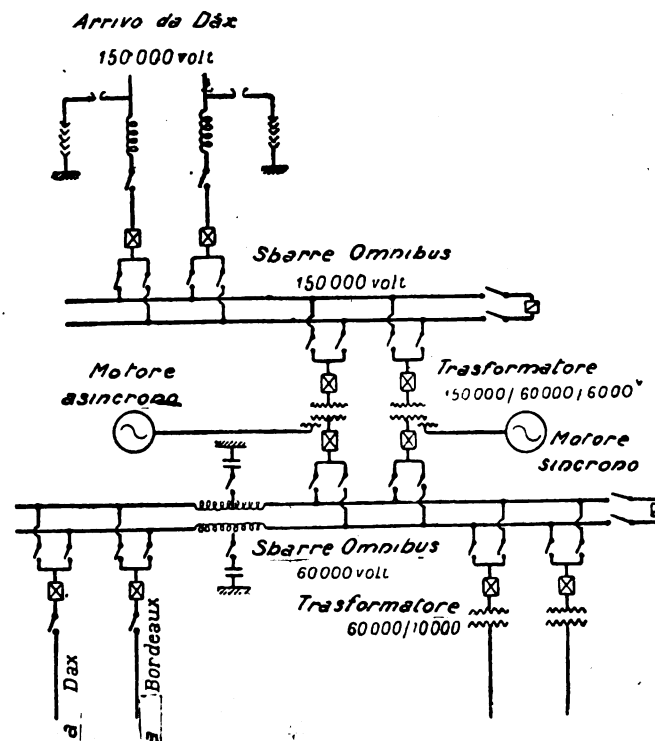


Fig. 2.

Le dette centrali saranno riunite da due linee trifasi a 60 000 volt, la loro potenza normale complessiva sarà di 28 000 kilowatt, ma potranno far fronte a punte di 60 000 kilowatt, la loro corrente sarà distribuita a 150 000 volt dalla cabina di Hourat.

Centrali della valle della Haute Ariège. — Saranno, come le precedenti, tre centrali sovrapposte: di Saillens, di Mereus e di Ax-les-Thenues. Il lago di Lavoux (quota 2100) servirà da serbatoio regolatore annuo per le tre centrali.

La centrale di Saillens, con una caduta di m 700 circa, avrà tre gruppi simili a quelli di Miegebat e Hourat; quella di Merens, al

disotto della precedente con un serbatoio di 86 000 m³, utilizzerà una caduta di m 190 con tre turbine Francis di 10 000 HP con alternatori del tipo già descritto. La centrale di Ax-les-Thermes, la più bassa, con una caduta di 330 m, avrà cinque gruppi identici a quelli di Hourat.

Queste centrali saranno riunite alla cabina di trasformazione a 150 000 volt di Ax-les-Thermes con due linee trifasi a 60 000 volt. La loro potenza normale sarà di 23 000 kW ma potranno reggere punte di 50 000 kilowatt.

Distribuzione primaria a 150 000 volt. — L'energia della centrale di Soulom è inviata direttamente a 60 000 V alle sottostazioni di trazione, quella delle altre centrali vi sarà invece portata a 150 000 volt da linee provenienti dalle cabine di Hourat (valle d'Ossau), di Lannemezan (centrale d'Eget) e di Ax-les-Thermes (valle dell'Ariège).

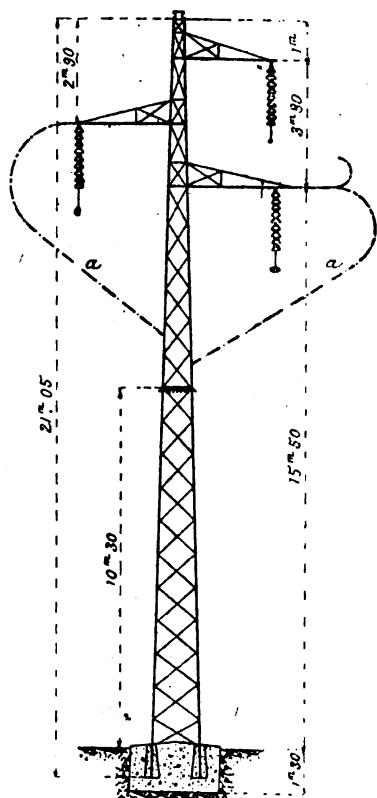


Fig. 3.

Queste cabine, all'aperto, comprenderanno gruppi di trasformatori di 20 000 kilowatt ciascuno costituiti da tre trasformatori monofasi a circolazione d'olio refrigerato a circolazione d'acqua. Cabine simili sono o saranno installate a Dax, Pessac (presso Bordeaux) e Portet-Saint-Simon (presso Tolosa) per riportare a 60 000 volt la tensione di distribuzione alle sottostazioni (fig. 2); esse avranno compensatori sincroni la cui regolazione permetterà di mantenere costante, malgrado le variazioni del carico, la tensione della rete e rialzeranno il fattore di potenza.

La rete a 150 000 V comprende:

- 1) due linee trifasi parallele, su appoggi distinti, che vanno da Hourat a Dax e poi a Pessac;
- 2) due linee simili da Ax-les-Thermes a Portet;
- 3) una linea da Pau a Portet, passante la Lannemezan ove raccoglie parte dell'energia di Eget.

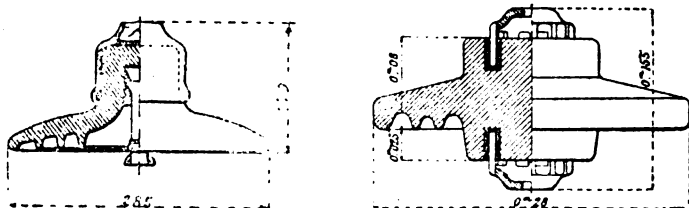


Fig. 4 e 5.

Le caratteristiche di queste linee sono:

| LINEE | lunghezze km | Capacità di trasporto kw |
|---------------------|-----------------|--------------------------------|
| Hourat - Pau | 37 | 100.000 |
| Pau - Dax | 72 | 100.000 |
| Dax - Pessac | 140 | 70.000 |
| Ax - Portet | 110 | 100.000 |
| Pau - Lannemezan | 71 | 50.000 |
| Lannemezan - Portet | 113 | 30.000 |

Le linee a 150 000 volt sono costituite da corde di rame di 143 mm², a 19 fili, sospese e con isolatori a catena a pali metallici. Le campate normali sono di 200 m, i pali sono alti 20 m e le corde sono a non meno di 8 m dal suolo (fig. 3).

I pali, a traliccio, sono in tre tronchi bullonati, il più alto e le braccia trasversali sono metallizzati col sistema Schoop, il più basso è incastrato in un blocco di cemento. Gli isolatori, a catena di nove o undici elementi, sono di due tipi: Compagnie Electroceramique (figura 4) e Jeffry-Dewitt (fig. 5), i primi hanno una tensione esplosiva di 70 000 volt a secco e 48 000 volt sotto la pioggia, gli altri di 86 000 volt a secco e 38 000 sotto pioggia; la loro resistenza meccanica è da 4 a 5 tonnellate.

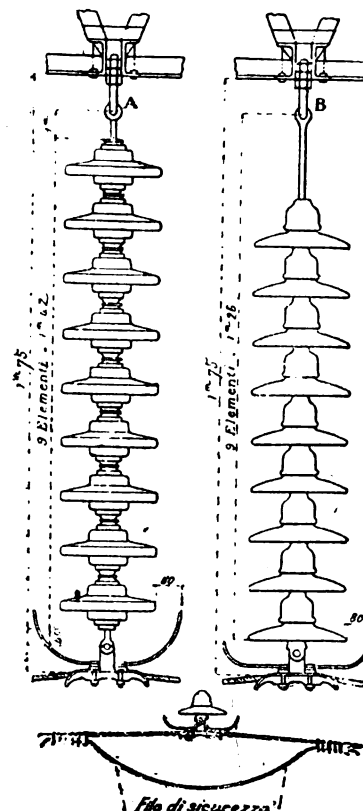


Fig. 6 e 7.

Nelle figure 6, 7, 8 e 9 sono rappresentati due dispositivi: la catena di isolatori verticali e la doppia catena per gli ancoraggi.

Per la protezione contro sovracorrenti delle installazioni a 150 000 volt si è cercato, con l'impiego di relais selettivi, di evitare la ripercussione sulla rete dei guasti avvenuti in un determinato organo mettendo automaticamente fuori circuito l'organo danneggiato.

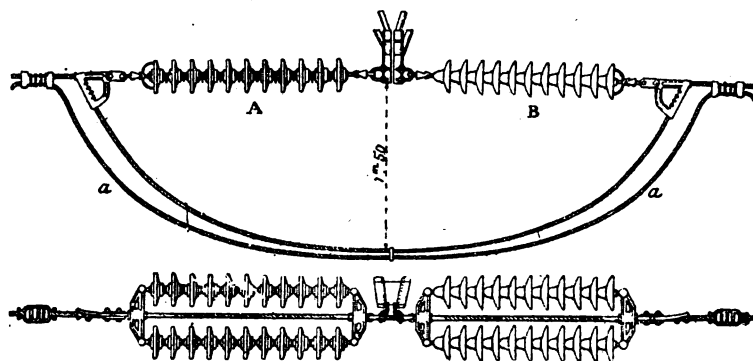


Fig. 8 e 9.

I relais impiegati sono di tre tipi: relais a massima, relais a ritorno di corrente, relais differenziali: i primi agiscono quando l'intensità sorpassa un valore assegnato, i secondi quando la corrente è invertita e raggiunge nel nuovo senso un determinato valore, gli ultimi quando la differenza di intensità fra i fili della medesima fase, di due linee lavoranti in parallelo, sorpassa un valore assegnato (viene messa fuori circuito la linea dove passa la corrente più forte).

Per la protezione contro le sovratensioni, corre lungo ogni linea una corda di terra che è messa a terra ad ogni palo. Inoltre il neutro della rete a 150 000 volt è messo a terra in tre punti distinti fra loro: Pessac, Portet et Hourat; in ogni cabina poi tutti gli arrivi e tutte le partenze sono protetti da scaricatori elettrolitici.

Le linee della rete a 60 000 volt, che alimenta le sottostazioni di trazione, sono protette, con disgiuntori comandati da relais selettivi.

più apprenderemo dei segreti della Natura, che ancora si nascondono negli spazi sterminati, tanto più ci avvicineremo alla meta di eliminare completamente i disturbi atmosferici, l'interferenza, l'indebolimento dei segnali e di risolvere gli altri problemi scientifici ancora insoluti».

«Ho anche esaminato i sistemi di radiodiffusione in Inghilterra, Francia e Germania, e mi sono intrattenuto con le personalità più importanti, così delle amministrazioni di stato come delle grandi compagnie, da cui dipende lo sviluppo della radio in Europa. Mi sono convinto che la radiodiffusione, creata nel nostro paese, si è sviluppata da noi a tal punto, sia come servizio pubblico, sia come industria, da rendere quasi impossibile i paragoni con quanto si fa in Europa. In Francia si sta ora cominciando ed in Germania si è appena cominciato. In Inghilterra sono stati fatti assai maggiori progressi che altrove: sono già stati concessi circa 800 000 permessi governativi di audizione. Ma neppure in Inghilterra la radiodiffusione può essere paragonata con vantaggio a quella degli Stati Uniti, sia come qualità e varietà di programmi, sia come efficienza, semplicità e buon prezzo di ricevitori per il pubblico».

«Nè si trova all'estero la stessa indipendenza da censure e restrizioni di cui si gode in America. Per esempio, in Inghilterra, dove la libertà di parola era una tanto valutata tradizione, è proibita la radiodiffusione di carattere politico, e tutte le stazioni sono controllate dal Post Office. Negli altri paesi le regolamentazioni e le restrizioni sono ancora più severe, ciò che ostacola in larga misura lo sviluppo della tecnica della radiodiffusione e priva la gran massa del pubblico della libertà, del godimento e delle istruttive informazioni, di cui fruisce il popolo americano».

Sarnoff ha concluso accennando alla possibilità di estendere la portata delle radiodiffusioni americane ed europee così da permettere di ascoltarle anche attraverso l'Atlantico, «ciò che permetterebbe di avvicinare un po' più l'uno all'altro il vecchio ed il nuovo continente». (*The Wireless Age*, ottobre 1924).

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

Telegrafia multipla su cavi. — È noto che l'impiego di correnti alternate ad alta frequenza, come correnti di supporto per le trasmissioni telefoniche e telegrafiche, ha reso possibili la telefonia e la telegrafia multipla⁽¹⁾; e che si tende oggi, nelle reti telefoniche e telegrafiche, a sostituire cavi sotterranei alle linee aeree, per conseguire parecchi vantaggi ed in specie per evitare i disturbi prodotti per induzione dalle vicine linee di trasporto di energia e dalle perturbazioni atmosferiche. La sostituzione di cavi sotterranei alle linee aeree complica tuttavia il problema della telegrafia multipla, in quanto,

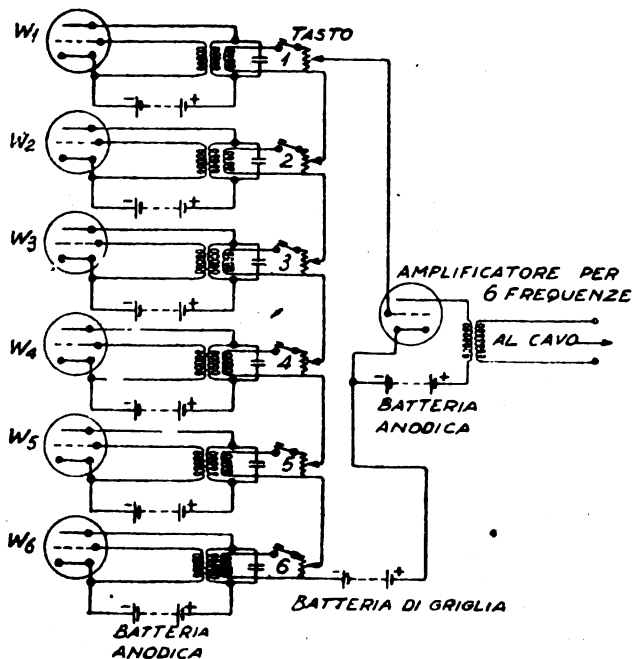


Fig. 1. — Apparato trasmettente.

essendo necessario ricorrere a cavi pupinizzati per evitare notevoli effetti di distorsione, l'intervallo di frequenze utilizzabili come supporto è limitato a quello delle frequenze telefoniche ad esempio tra 400 e 1700 p. s. Se poi si tiene conto che nella stazione corrispondente le varie trasmissioni devono essere filtrate, e che ciascun filtro per consentire una trasmissione rapida deve non solo lasciar passare la frequenza per cui è destinato, ma anche quelle di una piccola zona ad essa contigua, il numero delle trasmissioni, che contemporaneamente possono effettuarsi su di un unico cavo, risulta necessariamente limitato.

La Siemens Zeitschrift (n. 1, gennaio 1924, pag. 27) riferisce

⁽¹⁾ *L'Elettrotecnica*, 15 agosto 1923, Vol. X, N. 23, pag. 531 e Pubblicazione N. 22 dell'Istituto E. e R. T. della R. Marina.

circa il modo di ottenere su di un unico cavo sei trasmissioni telegrafiche contemporanee, utilizzando convenientemente le proprietà dei triodi, i quali com'è noto, si prestano a funzionare da generatori, amplificatori, e raddrizzatori delle correnti alternate. Nella stazione trasmettente (fig. 1), si hanno sei triodi generatori ($W_1 \dots W_6$), ciascuno dei quali dà luogo ad una corrente alternata di una determinata frequenza.

Al circuito oscillante di ciascun triodo è induttivamente accoppiato un secondo circuito comprendente il tasto di segnalazione, per mezzo del quale le sei correnti sono opportunamente manipolate; poscia l'unica corrente risultante è amplificata da un triodo amplificatore prima di essere convogliata sulla linea.

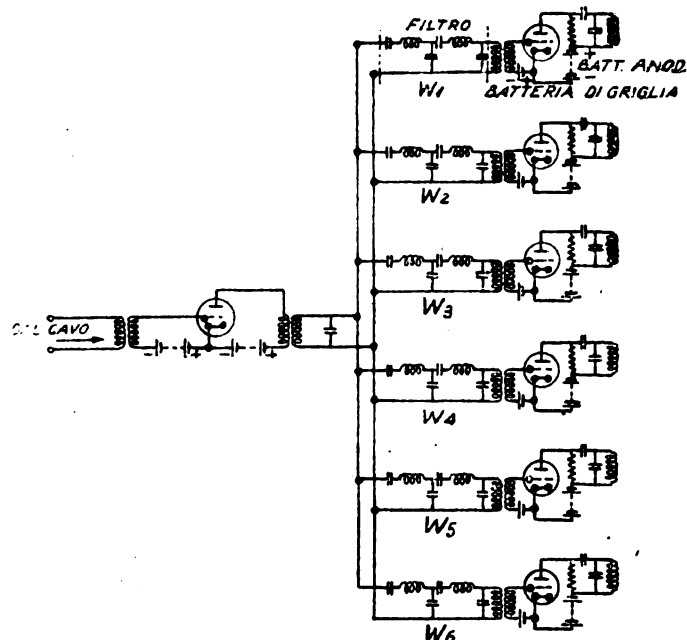


Fig. 2. — Apparato ricevente.

All'altra estremità di questa (fig. 2) si ha un secondo triodo amplificatore, nel quale le frequenze più alte, che hanno subito lungo il cavo un'attenuazione maggiore, sono amplificate in misura più sensibile delle frequenze più basse; poi la corrente in arrivo è smistata nelle sue componenti per mezzo dei sei circuiti filtri ($W_1 \dots W_6$). Se la tensione in partenza era eguale per tutte e sei le frequenze, agli estremi di ciascun filtro si ha, per effetto della diversa amplificazione avvenuta, la stessa tensione in arrivo. Le sei correnti, così smistate, sono infine raddrizzate da sei triodi raddrizzatori, cosicché è possibile adoperare, per la registrazione dei segnali, gli stessi apparati, che sono ordinariamente in uso per la telegrafia a corrente continua. E precisamente si può derivare, mediante condensatori (fig. 2), il circuito del relais dell'apparato ricevente sopra una resistenza che fa parte del circuito anodico del triodo raddrizzatore.

Sistemando a ciascun estremo della linea sia un apparato trasmettente sia un apparato ricevente, è possibile non solo trasmettere sei telegrammi in un dato senso, ma anche tre telegrammi in un senso e tre nell'altro. Si ha anche la possibilità di far proseguire automaticamente i telegrammi in arrivo sopra altre linee distinte, non appena attraverso i filtri sia avvenuto il loro smistamento. Fe. Vi.



**Associazione
Elettrotecnica Italiana**

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Comitato Elettrotecnico Italiano

Durante la riunione di Spezia si è riunito anche il Comitato Elettrotecnico Italiano sotto la presidenza del Prof. Lombardi e presenti i membri: Alessandri, Bordini, Cenozo, Ceradini, Del Buono, Emanueli, Ferraris, Morelli, Revessi, Sartori, G. Semenza, M. Semenza, Soleri, G. C. Vallauri e Barbagelata (Segretario). Nella riunione si è condotto a termine il lavoro di riorganizzazione interna del Comitato secondo le direttive proposte dalla Presidenza ed approvate in massima nella riunione dello scorso giugno. (*L'Elettrotecnica*, 15 giugno 1924, pag. 411). Riportiamo ora qui l'elenco completo dei nuovi ristretti Sottocomitati costituiti in sostituzione degli antichi.

- 1 - **Nomenclatura**: Bordini, Presidente — Dina, Grassi, Lori, Vallauri G.
- 2 - **Simboli**: Bordini, Presidente — Barbagelata, Semenza G., Pesision G., Norsa.

- 3 - *Macchine*: Morelli, Presidente — Barbagelata, Rebora, Vallauri R., Vannotti, Armani, Carcano.
- 4 - *Motori Trazione*: Morelli, Presidente — Ferrero, Semenza M., Vallauri R., Vannotti.
- 5 - *Isolatori e apparecchi alla tensione*: Del Buono, Presidente — Alessandri, Carcano, Norsa, Prinetti, Broggi, Vannotti.
- 6 - *Olii e materiali isolanti*: Rebora, Presidente — Campos, Catenacci, Emanuelli, Manfredi.
- 7 - *Tensione e materiale di distribuzione*: Ferraris, Presidente — Clerici C., Rebora, Soleri, Catenacci.
- 8 - *Regolamentazione linee*: Del Buono, Presidente — Cenzato, Manfredi, Norsa, Prinetti.
- 9 - *Cavi e conduttori isolati*: Grassi, Presidente — Broggi, Emanuelli, Ceradini, Soleri.
- 10 - *Correnti vaganti e perturbazioni*: Revessi, Presidente — Di Pirro, Emanuelli, Soleri, Semenza M.
- 11 - *Strumenti*: Campos, Presidente — Arcioni, Barbagelata, Vallauri, G. Revessi.

Alla Spezia si è anche trattato della nuova iniziativa dovuta alla Presidenza della Commissione elettrotecnica internazionale, di riprendere e sviluppare il lavoro già fatto — e disgraziatamente poco noto — relativo alla nomenclatura, alle definizioni ed alle norme relative ai motori primi termici ed idraulici. La Conferenza dell'energia mondiale ha messo in luce quanta discrepanza e quanta confusione vi sia, internazionalmente, circa il modo di valutare le caratteristiche degli impianti idraulici, cosicché la iniziativa della C. E. I. di dare vita ad un Comitato internazionale di studio che si occupi della questione, appare assai opportuna. Di conseguenza, il Comitato Elettrotecnico Italiano ha costituito nel suo seno un nuovo speciale sotto Comitato così costituito:

Motori primi: Belluzzo, Presidente — Cenzato, Ganassini, Rebora, Ucelli.

I colleghi Ganassini ed Ucelli, dietro invito della Presidenza del C. E. I., furono chiamati a far parte del Comitato stesso dalla Presidenza dell'A. E. I. con deliberazione presa a Spezia e sottoposta all'approvazione dell'Assemblea.

Chiudendo la seduta, tanto il Presidente, Prof. Lombardi, quanto l'Ing. Semenza, Presidente della Commissione Elettrotecnica Internazionale, rivolsero un caldo invito ai presidenti dei Sottocomitati ed ai colleghi tutti di intensificare i lavori in modo che il C. E. I. possa mandare tempestivamente a Londra, in vista delle riunioni internazionali che si terranno all'Aja, la prossima primavera, delle organiche relazioni e delle proposte concrete.

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI TORINO

Riunione dell'11 giugno 1924.

Presiede il Sig. Ing. Carlo Palestino.

Sulla lettura del verbale, l'Ing. Soleri ricorda che nell'ultima riunione è stato votato un plauso per il Segretario uscente, Ing. Bosone, che per la sua modestia non l'ha messo a verbale.

Approvazione delle nuove adesioni.

Il Presidente riferisce sull'attività svolta ed accenna alla riorganizzazione della Biblioteca, con la maggiore intensificazione dello scambio di Riviste. Accenna ancora alla deliberazione presa dal Consiglio per la limitazione del prestito.

Annuncia che Spezia è stata scelta quale Sede del Congresso 1924.

Riferisce brevemente sulle dimissioni dell'Ing. Gola, motivate da dissenso con la Segreteria Generale.

Il Presidente passa poi a trattare un po' ampiamente dell'attività relativa alle conferenze ed alle gite. Riguardo alle prime rende noto, come sia stato assai scarso l'interessamento dei Soci nel preparare e fare delle comunicazioni, d'altro canto rivolge un plauso a coloro che con vivo spirito di sacrificio e buona volontà si accingono a fare delle interessanti comunicazioni alla nostra Sezione. Riguardo alle gite, fa cenno alla prossima visita alle centrali Automatiche del Cotificio Valli di Lanzo ed alle prossime, da organizzare, quali: quella alla Centrale di Susa ed al Consorzio Irriguo di Orbassano.

Egli commemora poi con commosse ed elevate parole il compianto ed illustre consocio, Ing. Riva.

In ultimo riferisce che ha inviato le migliori ed entusiastiche congratulazioni all'illustre consocio, Prof. Ing. Gian Giacomo Ponti per la sua elezione al Parlamento italiano.

Il Rag. Pallavicini dà lettura del bilancio preventivo 1924 e consuntivo 1923.

L'Ing. Dumontel legge la relazione del Collegio dei Sindaci sul bilancio consuntivo e quest'ultimo, messo ai voti, viene approvato all'unanimità.

Viene messo ai voti anche il bilancio preventivo 1924 che viene approvato. Il Presidente prende ancora la parola per raccomandare la

propaganda per l'incremento dei Soci, evitando così quello che era un probabile aumento di quota sociale, infine invita il Prof. Grassi a tenere la sua brillante comunicazione sul « Calcolo delle lunghe linee » facendo cenno brevemente all'importanza del tema e sulla necessità che esso venga sempre più studiato.

Prende la parola il Prof. Grassi Guido, il quale, trattando il tema precitato, esordisce dicendo che non intende trattare dei vari metodi di calcolo delle lunghe linee, ma unicamente vuole riabilitare il metodo simbolico perchè ha osservato che precisamente questo metodo viene trascurato là dove la sua applicazione appare più opportuna.

Il Prof. Grassi, in seguito a viva insistenza da parte della Presidenza, ha promesso che invierà la sua comunicazione alla Rivista per la pubblicazione, per cui accenneremo solo alla conclusione della comunicazione stessa, dove, dopo esservi addentrato a discutere ampiamente ed a fare un confronto fra il metodo Blondel e quello dello Steinmetz, afferma che quest'ultimo è più semplice e per lo meno non è certo più laborioso mentre è meno facile incorrere in errori. Il conferenziere è stato applauditissimo.

Il Presidente rivolge nuovamente a nome del Consiglio e di tutti i Soci un vivissimo ringraziamento al Prof. Grassi.

Le seduta è tolta alle ore 23,30.

Bilancio preventivo per l'anno 1924.

| Attivo | | | |
|------------------------|---------------------------------|-----------|---------|
| Quote da incassarsi: | | | |
| 48 | Soci collettivi a L. 150 | L. 720,— | |
| 500 | » individuali residenti a L. 60 | 30000,— | |
| 170 | » » non residenti a L. 50 | 8500,— | 45700,— |
| Interessi attivi | | | 600,— |
| Totale | | | 46300,— |
| Passivo | | | |
| Alla Sede Centrale: | | | |
| 48 | quote Soci collettivi a L. 70 | L. 3360,— | |
| 670 | » » individuali a L. 35 | 23450,— | 26810,— |
| Alla Federazione | | | 14400,— |
| Spese di Segreteria | | | 1000,— |
| » di cassa | | | 300,— |
| » postali | | | 1000,— |
| » per stampati | | | 1000,— |
| » per abbonamenti vari | | | 1000,— |
| » per conferenze | | | 400,— |
| » per biblioteca | | | 200,— |
| » impreviste | | | 190,— |
| Totale | | | 46300,— |

Riunione del 26 giugno 1924.

Presiede il Sig. Ing. Cav. Uff. Carlo Palestino.

Viene letto il verbale della seduta precedente che è approvato. Approvazione delle nuove adesioni.

Il Presidente accenna all'importanza del tema sul quale deve intrattenere il Consocio, Sig. Ing. Peri, e passa a parlare dell'importanza e dello sviluppo della Radiotelegrafia comunicando come il Consiglio Direttivo avesse approvato nell'ultima sua seduta un Ordine del giorno, presentato dall'Ing. Gr. Uff. De Benedetti, Ordine del giorno che sottopone all'approvazione dell'Assemblea.

L'Ordine del giorno è così concepito:

« L'Associazione Elettrotecnica Italiana, Sezione di Torino, di fronte al meraviglioso sviluppo della radiotelegrafia ed alla generalizzazione delle sue applicazioni in tutto il mondo, non solo per le grandi comunicazioni al servizio degli Stati, ma per la sua diffusione nel comune uso privato:

« non riconoscendo giustificate le restrizioni che vietano ai cittadini italiani di avvalersi di questo elemento di progresso, e che impedendo per conseguenza all'industria di seguirne il movimento nel processo di creazione e perfezionamento degli apparecchi, prepara un'avvenire di asservimento alla produzione straniera.

delibera

di iniziare una attiva propaganda affinché anche in Italia, come già in altre grandi Nazioni, sia dal Governo permesso e facilitato il diffondersi di ogni applicazione radiotelefonica ».

L'Ordine del giorno viene approvato all'unanimità.

Prende quindi la parola il Sig. Ing. Peri trattando il tema: « Alcuni rilievi sperimentali sulla illuminazione degli interni », conferenza assai applaudita e comunicata subito alla Rivista *Elettrotecnica* per la pubblicazione.

Il Presidente ringrazia a nome del Consiglio e di tutti i soci il Sig. Ing. Peri per la bella ed interessante comunicazione.

La seduta è tolta alle ore 23,30.

I Soci vitalizi o perpetui sono i più benefici della Associazione.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Le nuove concezioni dei sistemi trifasi.

L'importanza dei lavori del Fortescue sui sistemi trifasi squilibrati trova ogni giorno nuovi riconoscimenti nella stampa tecnica d'ogni paese. Parecchi scritti in argomento si sono avuti in questi ultimi tempi nelle riviste tedesche ed ancora recentemente lo Stokvis, che insieme col Fortescue è uno dei principali divulgatori delle nuove vedute, ha tenuto una conferenza all'Accademia delle Scienze di Parigi per illustrare una piccola parte della materia trattata dall'Ing. BOTTANI nella monografia di cui oggi pubblichiamo la seconda puntata. Con essa si entra veramente nel vivo della questione e si incontrano le più ardite e, a prima vista, più discutibili innovazioni del Fortescue.

Secondo le comuni consuetudini, noi usiamo definire un sistema trifase squilibrato, a 4 fili — un sistema « spurio », come dice il Bottani, — individuando, in grandezza e fase, le tre correnti che percorrono i tre fili principali e che hanno per risultante la corrente che percorre, in senso inverso, il quarto filo. Secondo le nuove concezioni, un tale sistema è invece individuato da due sistemi di correnti trifasi simmetrici ma ruotanti ciclicamente in senso inverso (sono le « sequenze » diretta ed inversa di Fortescue) e da un terzo sistema (sequenza zero) costituito da tre correnti uguali di grandezza e di fase che percorrono i tre fili e che sono, ciascuna, uguali ad un terzo della corrente che percorre in senso inverso il quarto filo. Ora, per portare alle ultime conseguenze questo procedimento, in modo da poter studiare i più complessi circuiti trifasi con gli stessi criteri e con la stessa mentalità con cui si studia un circuito a corrente continua, il Fortescue deve estendere la sua concezione oltre che alle correnti ed alle tensioni, anche agli elementi, diremo così inerti, dei circuiti e cioè alle impedenze, sostituendo, per esempio, alle tre impedenze dei tre fili di una linea trifase — supposte diverse — tre sistemi trifasi di impedenze: uno diretto, uno inverso ed uno di sequenza zero. E per poter considerare un sistema di tre impedenze i cui vettori rappresentativi siano a 120 gradi l'uno dall'altro, egli è costretto ad introdurre il concetto — che, per usare un avverbio oggi molto di moda, si potrebbe dire « squisitamente » artificioso — delle resistenze negative.

Indubbiamente il sano istinto fisico che deve sempre vigilare nella coscienza di ogni tecnico, si ribella e si ribellerà a tutta prima a tale concezione. Pur tuttavia sarà bene vincere questo primo senso di ribellione: perchè la nuova matematica illustrata dal Bottani acquista, mercè tali convenzioni, quella omogeneità di formule e di procedimenti che solo rendono veramente pratico e sicuro l'uso dell'analisi nello studio dei fenomeni fisici. E nelle parti successive del lavoro, negli esercizi, oggi appena iniziati dal Bottani, si vedrà la notevole portata pratica dei nuovi sistemi.

La luce e le industrie chimiche.

In un Congresso dedicato all'illuminazione non poteva mancare un cenno delle possibili future applicazioni della luce o, forse meglio, dell'energia raggiante, alle industrie chimiche.

Se il meccanismo del fenomeno ancora ci sfugge, tutti però sappiamo come la luce sia fattore indispensabile delle sintesi meravigliose che si compiono nel regno vegetale. La chimica organica nei suoi laboratori è riuscita a riprodurre più

o meno compiutamente qualcuna ed ha trovato che, spesso, l'azione della luce poteva essere sostituita da qualche corpo catalizzatore; ma il campo da esplorare è ancora immenso e se — come sembra sperare il DE FAZI nella comunicazione che oggi pubblichiamo — si riuscirà a strappare alla natura questo suo nuovo segreto, un grande avvenire sarà aperto alle applicazioni industriali della luce. Intanto il De Fazi passa in rapida ed interessante rassegna tutte le reazioni chimiche già più o meno sfruttate nell'industria, nelle quali interviene l'azione della luce e che vanno — ironia del ravvicinamento — dalla produzione dei gas asfissianti, alla sterilizzazione dell'acqua potabile.

Un voltmetro « di cresta », elettrostatico.

Dall'oscillografo elettrostatico di cui ci ha recentemente parlato, l'Ing. PUGNO VANONI, ha molto semplicemente derivato un voltmetro per la misura dei valori massimi. E' chiaro, infatti, che un qualsiasi oscillografo, privato del dispositivo (specchio ruotante o simile) che distende, per così dire, nel tempo il raggio luminoso riflesso, traccia sullo schermo una striscia, la cui lunghezza è proporzionale al quadrato del valor massimo della tensione all'oscillografo applicata. Nè l'uso dell'oscillografo per misurare il valor massimo di una tensione può dirsi una novità; ma il pregio dell'apparecchio oggi descritto dal Pugno Vanoni, sta nell'essere un apparecchio elettrostatico, ossia a consumo praticamente nullo, e nel potersi facilmente applicare alla misura di tensioni elevatissime.

L'industria italiana delle turbine idrauliche alla World Power Conference.

Abbiamo notato a suo tempo che se i risultati delle W. P. C. dello scorso luglio a Londra, non furono gran cosa nei riguardi della reale discussione dei problemi all'ordine del giorno, l'iniziativa fu oltremodo utile per l'enorme massa di notizie e di dati statistici raccolti e messi a disposizione degli studiosi. Ogni nazione intervenuta ha infatti dovuto fare, a mezzo dei suoi delegati relatori, una specie di esame di coscienza, analizzando le proprie risorse, le proprie deficienze e lo stato di sviluppo delle proprie industrie. Anche i delegati italiani presentarono, come già dicemmo, un gruppo pregevolissimo di relazioni, che solo le esigenze del Congresso di Spezia ci impedirono di far conoscere prima ai nostri lettori. Oggi iniziamo la pubblicazione di tali relazioni con quella dell'Ing. UCELLI sulla industria italiana delle turbine idrauliche, riservandoci di far seguire rapidamente, nei prossimi numeri, tutte le altre.

LA REDAZIONE.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

L'ENERGIA RAGGIANTE NELLA CHIMICA INDUSTRIALE

REMO de FAZI



Comunicazione alla XXIX Riunione Annuale dell' A. E. I.
Spezia - Settembre 1924

Le industrie chimiche utilizzano con vero successo energie economiche per le più semplici e complicate sintesi e trasformazioni nel campo della chimica inorganica, organica e della biochimica.

Una fra queste energie, e che ancora oggi ha limitate applicazioni, forse una delle più economiche e che produce quelle meravigliose sintesi che a noi appaiono in forma più grandiosa nella vita vegetale, è l'energia raggiante, la quale nella nostra vita è rappresentata in una delle sue migliori manifestazioni nella luce solare.

Le sintesi misteriose che la luce compie senza tregua, nelle più delicate ed umili pianticelle come negli alberi di alto fusto; nei più svariati frutti e nei più variopinti colori dei fiori sufficientemente testimoniano la grande importanza di questa energia raggiante.

Ma, per quanto la chimica, con le ricerche inesauribili abbia chiarito e scoperto molti fenomeni, dimostrato la costituzione di molti composti naturali e fatta la loro sintesi, siamo sempre lontani dallo spiegare e riprodurre le sintesi e le trasformazioni naturali che compie la luce solare nella vita vegetale.

Questa è certamente una delle principali ragioni, ma non l'unica, per cui la luce non ha ancora avuto applicazioni numerose nelle industrie chimiche.

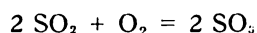
Non bisogna dimenticare anche i fattori economici i quali hanno spesso impedito l'applicazione di talune importanti scoperte: e per quanto sia erroneo il concetto che la luce abbia sola funzione catalitica è pur vero che in molte reazioni, opportuni catalizzatori possono sostituirla.

La fotochimica è ancora molto giovane e i chimici che si sono dedicati e che si dedicano a questi speciali studi sono pochi e d'altronde il difficile successo di immediati risultati ne diminuisce la piccola schiera se pur valorosa: Schultze, Beccari, Scheele, Rumfort, Wollaston, Berthollet, Gay Lussac, Thénard, Becquerel, Ciamician e Silber, Paternò, Wislicenus, Klinger, Engler, Stobbe, Stoermer, Cohen, Henri, Berthelot, ecc.

*

Nelle industrie chimiche inorganiche molti sono i tentativi fatti per realizzare delle fotoreazioni ma spesso queste avvengono bene anche in assenza della luce ed in presenza di catalizzatori e perciò riescono più economiche.

Una delle più importanti e che merita speciale attenzione è l'ossidazione dell'anidride solforosa in solforica, con ossigeno, in presenza delle radiazioni ultraviolette: ⁽¹⁾



Questo metodo non è ancora penetrato nella industria dell'acido solforico ⁽²⁾, ma si sono avuti risultati pratici così buoni da ritenere, secondo il parere di alcuni ⁽³⁾, non lontana la sua applicazione.

Il così detto metodo del contatto che utilizza la stessa reazione, impiegando come catalizzatore il platino, ha bisogno di anidride solforosa depurata, mentre sembra che ciò non sia necessario col sistema dei raggi ultravioletti.

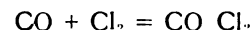
Sia per l'economia d'impianto, come per i vantaggi di fabbricazione, è evidente tutta l'importanza di questo interes-

sante processo di una industria così fondamentale come quella dell'acido solforico.

Per quanto i risultati ottenuti siano tutti negativi, a me sembra indispensabile dover rammentare gli studi di Berthelot e Gaudechon ⁽⁴⁾, di Cohen e Pringent ⁽⁵⁾ e i recenti di Ruosch ⁽⁶⁾ per la sintesi dell'ammoniaca.

E' inoltre importante la scoperta di composti ottenuti per azione della luce anche quando i metodi industriali vengano in seguito ad essere modificati in modo da non impiegare più questa energia raggiante.

Benchè ora non sia più che un ricordo storico, il Dawy nel 1812 ⁽⁷⁾ scoprì il cloruro di carbonile o fosgene facendo agire il cloro sull'ossido di carbonio in presenza della luce solare:



Certamente il Dawy non prevede l'importanza di questa sintesi, che più tardi intuì il Paternò ⁽⁸⁾ il quale alla luce solare e ai raggi ultravioletti ⁽⁹⁾ sostituì come catalizzatore il carbone, rendendo facile la preparazione di questo temibile composto, che dopo oltre un secolo dalla sua nascita doveva essere, nell'ultima guerra, fabbricato a centinaia di tonnellate e lanciato come gas asfissiante.

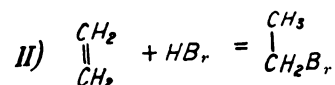
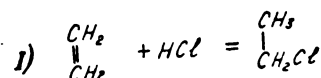
Quasi a supplire queste limitate applicazioni è oltremodo sufficiente una industria chimica inorganica, che ha in parte ancora oscure reazioni, ma che rappresenta il più vasto e il più importante campo di applicazioni fotochimiche: la industria fotografica.

Non è possibile entrare nei particolari di una così complessa parte della fotochimica, ma a me sembra veramente il più bell'esempio di utilizzazione della luce solare o artificiale in una forma davvero molto economica.

*

Nella chimica organica industriale i risultati delle numerose ricerche di laboratorio ⁽¹⁰⁾ hanno già applicazioni importanti, se non vaste, e per quanto ancora oggi non abbiano avuto quei successi pratici che si speravano, si può con certezza affermare che le molte sintesi ottenute in ispecial modo da Ciamician e Silber ⁽¹¹⁾ Paternò e allievi ⁽¹²⁾ Berthelot e Gaudechon ⁽¹³⁾ Stoermer, Stobbe e altri ancora ⁽¹⁴⁾, produrranno conseguenze pratiche alle quali meritatamente spetta un radioso avvenire industriale.

Tra le reazioni di addizione con idrocarburi non saturi etilenici o acetilenici e idracidi è stata recentemente utilizzata quella per la preparazione del cloruro di etile da etilene e acido cloridrico (I) e bromuro di etile da etilene e acido bromidrico (II):



Il tetra-cloro-etano, il tetraline del commercio, tanto largamente impiegato specialmente come solvente ininflammabile,

⁽¹⁾ BERTHELOT e GAUDECHON H. - C. R. 156, 1243, (1913).

⁽²⁾ COHEN e PRINGENT - Z. El. Chem. 20, 275, (1914).

⁽³⁾ RUOSCH S. - Università di Ginevra - Tesi N. 686, (1922).

⁽⁴⁾ DAWY - Phil. Franc. 30, 144, (1812).

⁽⁵⁾ PATERNO E. - Gazz. Chim. Ital. 8, 238, (1878).

⁽⁶⁾ SCHIEL - A. Spl., 2, 311, (1862-63) - WILN e WISCHIN. A. 147, 150, (1868) - MEYER e WILDERMANN. Z. ph. C., 42, 257, (1903) - DYSON e HARDEN - Soc. 83, 201, (1903) - F. WEIGERT - A. Phys. 24, 55, (1907) - COHEN A. e BECKER - B. 43, 130, (1910) - BODENSTEIN e DUNANT - Z. ph. Ch. 61, 437, (1908).

⁽⁷⁾ BENRATH ALFRED - Lehrbuch der Photochemie - Heidelberg, 1912.

PLOTNIKOW JOHANN - Photochemie - Berlin und Leipzig, 1920.
HOUBEN J. - Die Methoden der Organischen Chemie (Weyls Methoden) 1923 - Vol. II, Pag. 912-1043.

⁽⁸⁾ CIAMICIAN G. e SILBER P. - Memorie pubblicate nei Rendiconti della R. Accademia dei Lincei dal 1901 al 1921.

⁽⁹⁾ PATERNO E. - Gazz. Chim. Ital. dal 1909 al 1915.

⁽¹⁰⁾ BERTHELOT e GAUDECHON - Comptes rendus de l'Académie des sciences, dal 1910.

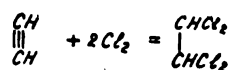
⁽¹¹⁾ STORMER, STOBBE, ecc. Vedi HOUBEN J., pag. 912-1043.

⁽²⁾ INDUSTRIAL CHEMISTRY DI MARTIN G. - Londra, 1920 - Inorganic Vol. I, pag. 223.

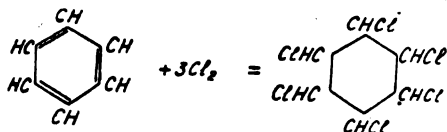
⁽³⁾ MOLINARI E. - Trattato di Chimica Generale ed Applicata all'Industria - Milano, 1918, Vol. I: Chimica inorganica, pag. 389.

⁽⁴⁾ COHEN A. - El. 13, 545, (1907) e C. II, 878, (1907) - COHEN e WASSILJEVA - Ber. 42, 3183, (1909) e C. II, 1303, (1909) - BERTHELOT D. e GAUDECHON H. C. R. 150, 1517 (1910) e C. II, 365, (1910).

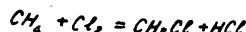
si può preparare dall'acetilene e cloro per azione della luce ⁽¹⁵⁾:



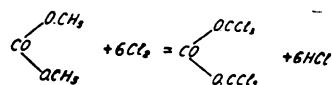
Nella serie aromatica è interessante la formazione dell'esa-cloro-esa-idro-benzolo per addizione del cloro al benzolo, in presenza dei raggi ultravioletti ⁽¹⁶⁾:



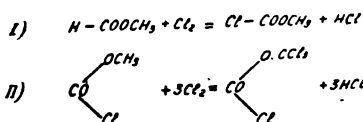
Tra le reazioni di sostituzione è recente la preparazione del cloruro di metile per azione del cloro sul metano, in presenza dei raggi ultravioletti ⁽¹⁷⁾:



Un'altra reazione di sostituzione importante è la clorurazione del carbonato dimetilico in carbonato dimetilico esaclorurato, in presenza della luce emanata da una lampada Osram ⁽¹⁸⁾.



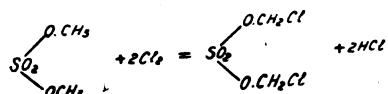
Nelle stesse condizioni ⁽¹⁹⁾ per azione del cloro sul formiato di metile si è potuto preparare, prima il cloro-formiato di metile (I) e poi il cloro-formiato di metile triclорurato (II):



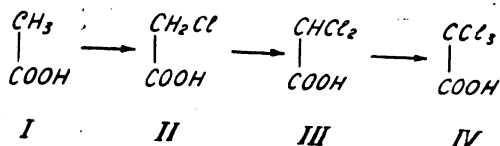
Questo metodo di fabbricazione ha permesso ai tedeschi di lanciare come prodotto asfissiante e lagrimogeno il cloro-formiato di metile triclорurato.

Mentre con gli altri sistemi noti prima della guerra i rendimenti di tali composti sono molto bassi, con la clorurazione in presenza della luce della lampada Osram, si hanno ottimi risultati.

Queste reazioni hanno molta analogia con un'altra già scoperta da Houben J. e Arnold R. ⁽²⁰⁾. In seguito alle ricerche di questi autori ed alle recenti di Volmar ⁽²¹⁾, si può ottenere con rendimento quasi teorico il solfato dimetilico monoclorurato per azione del cloro sul solfato dimetilico in presenza delle radiazioni emanate da una lampada in quarzo a vapori di mercurio:



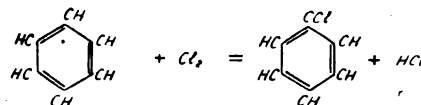
Altra reazione di clorurazione in presenza della luce solare, è quella dell'acido acetico (I) ⁽²²⁾, per la quale si possono ottenere l'acido mono-cloro-acetico (II), il dicloro-acetico (III) e il tri-cloro-acetico (IV):



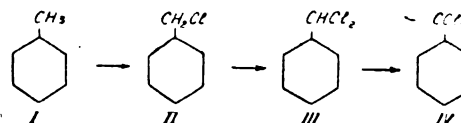
Il primo di questi composti clorurati, cioè l'acido mono-cloro-acetico ha grande impiego specialmente nell'industria di alcune sostanze coloranti. Questa reazione però avviene egualmente bene sostituendo all'azione della luce solare, alcuni catalizzatori, come il fosforo rosso o l'anidride acetica, e perciò industrialmente è questo il metodo di preparazione dell'acido mono-cloro-acetico.

La clorurazione degli idrocarburi aromatici ha anche dato buoni risultati: senza enumerare le molte ricerche eseguite ⁽²³⁾, sono degne di nota, la clorurazione del benzolo, del toluolo e dello xilolo.

Se si fa agire il cloro in presenza della luce solare ⁽²⁴⁾ si può ottenere il cloro-benzolo:

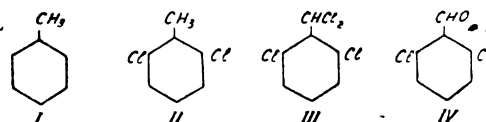


Più importante industrialmente è la clorurazione del toluolo (I). I recenti studi eseguiti specialmente nel Laboratorio di Chimica Applicata di Zurigo ⁽²⁵⁾, hanno dimostrato, come era già noto, che il cloro può entrare nella catena laterale in presenza dei raggi ultravioletti emanati dalla lampada Uviol ⁽²⁶⁾ o dalla lampada in quarzo a vapori di mercurio ⁽²⁷⁾ e formare il cloruro di benzile (II), il cloruro di benzale (III) e il cloruro di benzenile (IV):



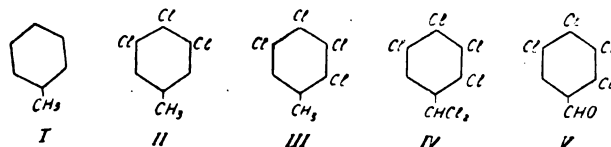
Le reazioni avvengono però in modo differente qualora siano presenti anche tracce di ferro ⁽²⁸⁾.

La clorurazione del toluene (I) ha anche grande importanza per la preparazione della 2-6-dicloro-benzaldeide (IV), che è un prodotto intermedio per la sintesi di differenti coloranti della serie dell'aurina.



E per la preparazione dell'aldeide tetra-cloro-benzoica per alcuni composti coloranti del trifenil-metano.

Questa aldeide si ottiene clorurando prima il toluene (I), onde avere il tetracoloro-toluene (III) e poi per azione del cloro, in presenza dei raggi ultravioletti ⁽²⁹⁾ si ha il cloruro di benzale tetracolorurato (IV) dal quale si può avere infine l'aldeide tetra-cloro-benzoica (V) ⁽³⁰⁾:



Nel 1921 è stato brevettato dalla Società Bayer ⁽³¹⁾ un procedimento analogo ai precedenti per la clorurazione degli xiloli, in presenza della luce emanata dalla lampada Osram.

Senza entrare in maggiori particolari, molte reazioni di

⁽¹⁵⁾ RÖMER - A., 233, 172, (1886) — LIDHOLM - Fr. P. 358, 146 - Eng. Pat., 22094, Am. Pat. 831725.

⁽¹⁶⁾ SLATOR - Z. ph. C., 45, 553, (1903).

⁽¹⁷⁾ LEISER R. e ZIFFER Fr. — C. 1923 - (II) pag. 995 - Brevetto austriaco 89298 - Brevetto olandese 7983.

⁽¹⁸⁾ FARR. FABR. vorm FR. BAYER u Co - D. R. P. 297933. — C. (II), 803, (1921).

⁽¹⁹⁾ loc - cit.

⁽²⁰⁾ HOUBEN J. e ARNOLD R. - B. 40, 4306, (1907) - C. 1908 (I) 17 - e B. 41, 1565, (1908) - C. 1908 (II), 54.

⁽²¹⁾ VOLMAR - J. PHARM et CHIM. (7), 22, 254, (1920) - C. 1920 (III) 739; 1921 (I) 240.

⁽²²⁾ DUMAS - J. pr. 17, 202 (1839) e A. Ch. 73, 75, (1840) - MATTEUCCI - Bibl. univ. 50, 134.

⁽²³⁾ Vedi HOUBEN J. - Die Methoden der Organischen Chemie — Vol. II, 1923.

⁽²⁴⁾ GAUTIER - C. R. 104, 1714, 1887) — C. (1887), 848 — C. (1888) 1031.

SLATOR - Z. ph. C. 45, 513, (1903) — C. (1903) — (I), 1398.

⁽²⁵⁾ MUHR C. A. - Über die photochlorierung des Toluols und die Absorptionsspektren einiger seiner halogenderivate — Zurigo (1922), Tesi N. 309.

^(26,27,28) FIERZ E. - Operazioni fondamentali della Chimica dei coloranti. — Traduzione italiana del Dr. B. Bizzioli, Brescia, 1923, pag. 115.

⁽²⁹⁾ HENDERSON G. G. - Catalysis in Industrial Chemistry — Longmans Green and Co, London 1919, pag. 172.

⁽³⁰⁾ Engl. Pat. 16317 (1914).

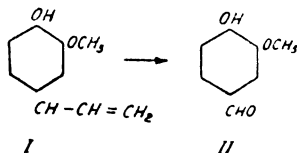
⁽³¹⁾ FARR. FABR. vorm. FR. BAYER u. Co - D. R. P. 297933 — C. (1921) (I) 803.

bromurazione ⁽³²⁾, specialmente nella catena laterale degli idrocarburi aromatici, o nel nucleo benzenico ⁽³³⁾ vengono eseguite in presenza della luce solare, della luce della lampada Osram o dei raggi ultravioletti.

Appare evidente dal complesso di tutte queste reazioni come nella clorurazione e nella bromurazione di composti aromatici, e specialmente degli idrocarburi, l'azione della luce si possa avvicinare a quella del calore. Questo come la luce solare, o i raggi ultravioletti, facilitano la sostituzione degli atomi di idrogeno con il cloro o il bromo, nella catena laterale degli idrocarburi.

E poichè nell'industria questi procedimenti hanno un vasto impiego per la preparazione di molti composti si comprende facilmente come per i rendimenti superiori ottenuti con questi nuovi metodi e per l'economia, possano avere altre e maggiori applicazioni nelle industrie della chimica organica.

Una reazione di ossidazione è stata utilizzata per la preparazione industriale della vanillina (II), dall'isoeugenolo (I):



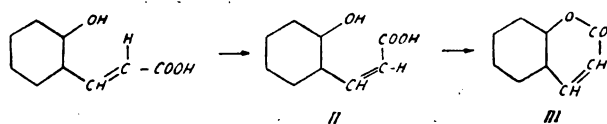
Fra i diversi metodi brevettati ve ne è uno che riguarda l'ossidazione dell'isoeugenolo, per azione dell'aria, in presenza dei raggi ultravioletti ⁽³⁴⁾.

Alcune esperienze, ancora non comunicate, mi hanno fatto notare, che la reazione, in alcune condizioni, non dà soltanto aldeide vanilica, ma altri prodotti fra cui la deidro vanillina che era stata ottenuta di Ciamician e Silber ⁽³⁵⁾.

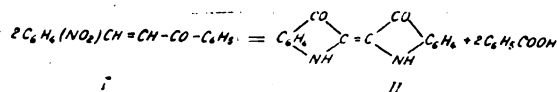
La iniziativa di preparare in questo modo la vanillina, il cui consumo è cresciuto tanto rapidamente da raggiungere parecchie centinaia di tonnellate in tutto il mondo, pure essendo ancora non giunta a maturità è certamente un buon sintomo per la fotochimica industriale dell'avvenire.

I processi di fotomerizzazione studiati specialmente da Stobbe, Stoermer, Ciamician, Wislicenus, Liebermann, Baudisch ⁽³⁶⁾ ed altri, non hanno ancora avuto, che sia a mia conoscenza, pratiche applicazioni.

Questa parte delle fotoreazioni, che comprende anche i corpi fototropi, indica nuovi metodi di preparazione di molti composti, i quali se non sono entrati nel campo industriale sono però molto interessanti. E' sufficiente rammentare che è possibile preparare la cumarina (III) dall'acido cumarico (I), per azione dei raggi ultravioletti, con un rendimento del 75 % ⁽³⁷⁾:



Sono anche degne di nota la trasformazione dell'o-nitro-benziliden-acetofenone (I) in indaco (II) ⁽³⁸⁾:



e la trasformazione dell'aldeide o-nitro-benzoica (I) in acido o-nitro-benzoico (II) ottenuta dal Ciamician ⁽³⁹⁾ per azione

⁽³²⁾ PLOTNIKOW J. - Lehrb. d. Photochemie, pag. 254, 635, 636 — PLOTNIKOW Z. ph. C. 78, 293, 573, (1912) — BAUER e MOSER. H. - B. 40, 918, (1907).

⁽³³⁾ PLOTNIKOW J. loc. cit.

⁽³⁴⁾ BURTON G. WOOD - Chem. Met. Eng. — 28 febbraio 1923; e Giornale di Chimica Industriale ed Applicata. - Anno 5°, pag. 237 (1923).

⁽³⁵⁾ CIAMICIAN e SILBER - Gazz. Chim. Ital. 32 (I), 218 (1902) e C. (1902) (II) 1088.

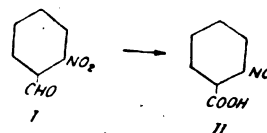
⁽³⁶⁾ VEDI HOUBEN J. - Vol. II, Pag. 912-1043 (1923) e le Memorie nel «Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft».

⁽³⁷⁾ STOERMER - Ber. 42, 4866, (1909) e 44, 650, (1911).

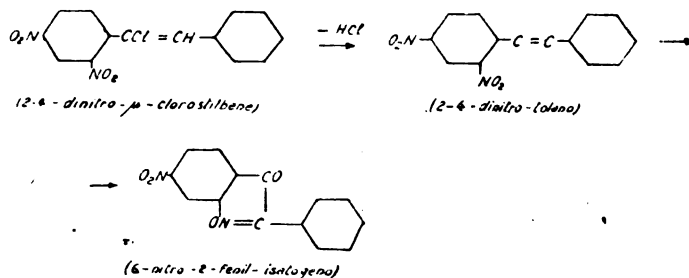
⁽³⁸⁾ ENGLER e DORANT - Ber. 28, 2497, (1895).

⁽³⁹⁾ CIAMICIAN - II^a Memoria (1903) e Rend. R. Accademia dei Lincei. Nota II (1901) e III (1902).

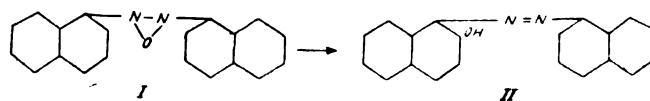
della luce solare:



Questa reazione ha avuto applicazioni, fra cui quella del Pfeiffer ⁽⁴⁰⁾, il quale ha trasformato il 2-4-dinitro- μ -clorostilbene in 6-nitro-2-fenil-isatogeno:



Un'altra fotoreazione che ha avuto applicazione nell'industria delle sostanze coloranti è la trasformazione dell' α -azossinaftalina (I) in 2-ossi- α -azonaftalina (II) ⁽⁴¹⁾:



Le sintesi di alcune sostanze coloranti e l'autoossidazione dei leuco composti alla luce, lasciano intravedere anche un nuovo indirizzo nella fotochimica dei coloranti artificiali.

Mi sia permesso di chiudere questa parte piena di speranze per l'avvenire, e la fiduciosa attesa non sarà lunga, qualora le ricerche fotochimiche avranno un carattere nettamente industriale, col ricordare in ispeciale modo l'opera profonda compiuta in modesto silenzio e per tanti anni dai nostri Ciamician e Paternò.

Se i loro studi, che comprendono oltre cinquanta memorie non hanno ancora avuto molte applicazioni, i processi di polimerizzazione, le trasformazioni isomeriche, le riduzioni, le ossidazioni, le autoossidazioni, le idrolisi, le decomposizioni e le sintesi scoperte, potranno presto trovare sicure applicazioni industriali.

*

L'energia raggiante ha avuto anche applicazioni nella chimica delle fermentazioni, e alcune radiazioni sui microorganismi hanno dato risultati che interessano qualche industria chimica.

Le prime ricerche sperimentali di Duclaux e Arboing (1885) sull'azione della luce sui microbi dettero risultati così interessanti da trasportare molti altri allo studio di questo importante argomento: Downes e Blunt (1887), Roux (1887), Buchner (1892), Marshall Wand (1893), Ledoux Lebard (1893), Richardson (1893), Dieudonné (1894), Finsen e collaboratori; Bie, S. Bang, Dreyer, Jansen (1899-1907); Tapeiner, Jodlbauer e allievi (1905-1909).

Dopo i numerosi lavori di questi Autori, si deve specialmente a V. Henri ⁽⁴²⁾ l'aver messo in evidenza la proprietà fortemente battericida delle radiazioni ultraviolette. In seguito alle sue ricerche con le quali dimostra la possibilità di sterilizzare l'acqua ed il latte si hanno le prime applicazioni.

Di tutti i tentativi fatti rimane ancora il sistema industriale di sterilizzazione delle acque, per uso potabile, con i raggi ultravioletti emanati da una lampada in quarzo a vapori di mercurio.

Molti sono gli scienziati che hanno dedicato i loro studi alla soluzione pratica di un così importante problema, special-

⁽⁴⁰⁾ PFEIFFER P. - Ber. 45, 1819, (1912) e 46, 3662, (1913).

⁽⁴¹⁾ BAUDISCH e FÜRST - Ber. 45, 3426, (1912); C. (1913) (I) 286 e Ch. Z. 35, 1141.

⁽⁴²⁾ HENRI V. e STODEL - C. (1909) (I) 1259 — C. R. 148, 582. — HENRI e P. CERNOVODEANU - C. R. 150 (I), 52 (1910) — HENRI, HELBRONNER e MAX RECKLINGHAUSEN - C. R. 150, (I), 729 (1910) e C. R. 150 (II), 677, (1910) — HENRI e SCHNITZLER - C. R. (1909), 312 — HENRI B, HENRI V. e A. RANG - 155 (1912) (II), 852.

mente per avere l'assoluta dimostrazione della distruzione completa dei microorganismi patogeni e per risolvere il problema anche dal punto di vista economico.

Dopo tante incertezze e polemiche il Nogier ⁽⁴³⁾ in seguito anche alle ricerche di Henri e Cernowodeanu ⁽⁴⁴⁾ ha stabilito le condizioni per una pratica sterilizzazione delle acque ed ha costruito un apparecchio industriale a tale scopo.

Il Nogier in seguito alle sue ricerche afferma che è possibile sterilizzare l'acqua con i raggi ultravioletti ottenuti da una lampada in quarzo, a vapori di mercurio e che l'azione battericida di tali raggi è uguale anche alla distanza di trenta centimetri.

La sterilizzazione dell'acqua si compie alla temperatura ordinaria ed è rapida e completa senza che avvengano alterazioni dei composti disciolti.

Questi risultati hanno portato alla sterilizzazione industriale delle acque per uso portabile, ed alcune Società hanno costruito speciali apparecchi ⁽⁴⁵⁾.

L'interesse suscitato dai primi tentativi di sterilizzare il latte con i raggi ultravioletti, ha prodotto molte e serie ricerche, e per quanto i risultati siano stati in parte favorevoli non hanno avuto applicazioni.

Tutti questi studi però hanno dimostrato il forte potere battericida dei raggi ultravioletti; e l'azione a volte favorevole e a volte dannosa sui microorganismi ha portato allo studio dell'azione dei raggi ultravioletti su alcuni saccharomyces.

L'impiego che ha il lievito di birra nella industria dell'alcool etilico e della birra, nella panificazione ed in altre industrie, ha fatto convergere alcuni studi per tentare il selezionamento del lievito con i raggi ultravioletti ⁽⁴⁶⁾.

Tale ricerche hanno avuto inizio nel 1911 e dopo circa otto anni di esperienze, anche industriali, si è giunti al selezionamento del lievito di birra ⁽⁴⁷⁾.

Però alcuni incerti risultati di altri, poco abili sperimentatori, hanno dato origine a polemiche lunghe e sempre inconcludenti, che hanno in parte prodotto un malefico effetto per una più rapida applicazione.

Soltanto in seguito ad esperienze di controllo, eseguite prima all'Istituto delle Fermentazioni di Berlino dal Prof. Lindner ⁽⁴⁸⁾ e poi a Parigi all'Istituto Pasteur dal Prof. Fernbach ⁽⁴⁹⁾ si è giunti a confermare l'esattezza e l'importanza dei risultati.

I raggi ultravioletti, in date condizioni, sono capaci di selezionare il lievito di birra, senza danneggiarlo, provocando una tale attività da diminuire il periodo della fermentazione del 25 % in confronto dell'ordinario e diminuire od annullare completamente le fermentazioni secondarie aumentando così il rendimento in alcool etilico delle sostanze fermentiscibili trasformate.

Prima ancora di questi indiscutibili risultati fin dal 1919, il metodo era già entrato nell'industria italiana ⁽⁵⁰⁾.

La utilizzazione di alcune radiazioni per uccidere certi microorganismi e lasciare inalterati altri avrà ben più vaste ed importanti applicazioni.

In seguito al selezionamento del lievito sono state eseguite esperienze di laboratorio prima e poi industriali ⁽⁵¹⁾ per la fermentazione del mosto d'uva con fermenti selezionati, con tali risultati da permettere l'esportazione di vini, finora non resistenti a lunghi viaggi, in Egitto, Somalia e America senza che vengano a perdere in alcun modo le loro qualità.

⁽⁴³⁾ NOGIER - *Archives d'électricité médicale* - Bordeaux --- N. 279, 10 febbraio 1910.

⁽⁴⁴⁾ HENRI e CERNOWODEANU - C. R. 150 (I), 52, (1910) e HENRI, HELBRONNER e MAX RECKLINGHAUSEN - C. R. 150 (I), 729 (1910) e 150 (II), 677, (1910).

⁽⁴⁵⁾ MARTIN - *Inorganic Chemistry* - Vol. I, pag. 169, Londra, 1920.

⁽⁴⁶⁾ R. e R. DE FAZI - *Annali di Chimica Applicata* - Vol. IV, pag. 301, (1915) - Vol. VI, pag. 221 (1916) - Vol. VIII, pag. 93 (1917).

⁽⁴⁷⁾ R. e R. DE FAZI - *R. Accademia dei Lincei* - Vol. 31, serie 5^a, 2^o semestre, fascic. 1-2 (1922) - *Giornale di Chimica Industriale ed Applicata*, ottobre 1922 - Brevetto italiano 410113 - Stati Uniti d'America 1140882 - Inghilterra 1335 - Francia 469286 - Germania 368949 - Austria 91343 - Ungheria 65109, ecc.

⁽⁴⁸⁾ LINDNER - *Wochenschrift für Brauerei* - 39, 116 (1922).

⁽⁴⁹⁾ FERNBACH - *Annales de la Brasserie et de la Distillerie* - Année 1922, N. 7, 10 novembre 1923.

⁽⁵⁰⁾ R. e R. DE FAZI - *Congresso di Chimica Industriale* - Milano, aprile, 1924.

⁽⁵¹⁾ ROMOLO DE FAZI - Brevetto italiano N. 173916 e R. Accademia dei Lincei - 1923, Vol. 32 (I), 235.

Si comprende facilmente quanta importanza possa avere tale nuovo processo anche nella fabbricazione dell'alcool etilico. La minore durata della fermentazione, permette con lo stesso impianto una produzione maggiore, e poichè le fermentazioni secondarie vengono notevolmente diminuite ed anche annullate, si ha minore formazione di alcoli superiori, e la migliore qualità dell'alcool etilico ottenuto ne diminuisce le spese di rettificazione.

Sarebbe mio desiderio di poter comunicare altri risultati su un'altra industria, ma ne ho avuto per ora l'assoluta proibizione.

Queste poche parole spero saranno sufficienti per far conoscere dei risultati che certamente sono a molti sconosciuti e che rappresentano un nuovo principio i cui effetti non tarderanno a farsi risentire in molti campi industriali.

Si era tentato, da circa un secolo, di operare il selezionamento dei saccharomyces con il calore, ma senza alcun risultato; e con effetti veramente notevoli con composti inorganici e organici, senza però poter raggiungere lo scopo.

Non era stato mai affrontato il problema con le radiazioni ultraviolette.

L'aver potuto dimostrare la differente resistenza dei saccharomyces in confronto ai batteri, e alle stesse varietà di saccharomyces, all'azione dei raggi ultravioletti, ha una notevole importanza.

Qualora altre esperienze venissero a dare risultati simili si potrebbe generalizzare questo principio e per quanto oggi prematuro, sarebbe possibile preparare culture pure, con un sistema rapido ed economico.

Se questi studi saranno proseguiti in modo da sperimentare l'azione delle diverse radiazioni su differenti microorganismi utilizzando il differente comportamento in rapporto al tempo di esposizione e alle varie radiazioni, certamente si possono prevedere, senza voler eccedere in ottimismo, risultati interessanti ed utili.

*

Questa breve memoria che non può essere completa e che perciò non ha la pretesa di aver detto tutto e di tutti, ha il solo intento di mostrare la grande importanza che ha l'energia raggiante ⁽⁵²⁾, specialmente la luce solare e quelle artificiali nella chimica industriale. Ed è penoso non mettere a conoscenza alcuni processi fotochimici, che l'industria tiene gelosamente nascosti e che varrebbero meglio a far lucere questa energia luminosa ed oscura.

E' invece mio desiderio di esporre alcune osservazioni sull'indirizzo scientifico e tecnico delle esperienze finora eseguite con le varie luci.

Le reazioni scoperte sono state eseguite in generale con la luce solare, con la luce emanata dalla lampada Osram e da quella della lampada di quarzo o di vetro « Uviol » a vapori di mercurio.

Quasi tutte le reazioni organiche fatte con composti disciolti in solventi organici e spesso in tubi chiusi di vetro, di vetro « Uviol » o di quarzo.

Senza avere l'intenzione e tanto meno la pretesa di muovere critica alle sintesi ottenute e alle reazioni trovate che sono davvero di una grande importanza, a me sembra che migliori risultati si potranno e dovranno avere avvicinandoci sempre più, per quanto è nelle nostre forze alle condizioni in cui opera la natura.

Non un processo naturale è stato svelato, ma non per questo molte condizioni di reazione possono a noi sfuggire. E la recente sintesi di un idrato di carbonio fatta da Baly ⁽⁵³⁾ per azione dei raggi ultravioletti sull'anidride carbonica ed acqua, ne parla in favore.

Dalla formazione di tracce di un idrato di carbonio alla sua sintesi industriale si potrà dire che il cammino è lungo e difficile! Ma non è nuova nella storia della chimica la rapida applicazione industriale di una scoperta scientifica.

Rivolgiamo la nostra attenzione e tutte le nostre ricerche a scoprire una sola delle tante misteriose sintesi che compiono le piante con la luce solare; utilizziamo anche in queste ri-

⁽⁵²⁾ Non ho creduto opportuno trattare dei raggi X perchè non hanno vere applicazioni industriali. Soltanto esperienze eseguite su alcune pietre preziose, sembra abbiano permesso applicazioni in questo campo: sia per riconoscerle da quelle artificiali come per aumentarne il valore per alcune colorazioni che possono assumere.

⁽⁵³⁾ BALY, HELBRON e BARKER - *Jour. Chem. Soc.*, 1921, 119, 1025 e *Nature*, 1921, (108), 354 - 1922, (109), 153 - 1923, (111), 503.

cerche i catalizzatori inorganici e organici, operiamo con tutte le radiazioni luminose ed oscure tentando di penetrare nella ignota vita delle piante per poter utilizzare le loro meravigliose sintesi.

Per quanto piante molto simili fra di loro producono composti tanto differenti, in terreni uguali e nelle stesse condizioni di vita, nel processo di sintesi deve esserci certamente un misterioso principio che deve essere comune a tutte e che rappresenta senza dubbio il più difficile, se non impossibile, a svelarsi.

A questo fondamentale problema dobbiamo indirizzare le nostre ricerche; tendere a realizzare nelle fotosintesi organiche le radiazioni della luce solare, le quali non sempre nelle varie parti della pianta agiscono con la stessa intensità; operare in soluzioni acquose e in soluzioni colloidali; con luci filtrate, come spesso la pianta compie, evitando che alcune radiazioni annullino le azioni di altre.

Soltanto dopo un complesso programma di ricerche dirette a questo scopo si potrà sperare di svelare il silenzioso e meraviglioso lavoro delle piante in modo da provocare un vero sconvolgimento nelle fotosintesi organiche e un vero trionfo della fotochimica industriale.

Roma - Laboratorio di Chimica Applicata
della R. Scuola d'Ingegneria.

CHILOVOLTMETRO ELETTROSTATICO DI CRESTA PER ALTE ED ALTISSIME TENSIONI

ENZO PUGNO VANONI

Nell'impiego delle correnti alternative o pulsanti si ha tutta una serie di fenomeni che dipendono dal valore massimo della tensione, e non dal valore efficace. Tipici sono i casi in cui si sperimenta la rigidità di un dielettrico, o in cui si utilizza la tensione per produrre dei raggi Roentgen.

In questi casi il più delle volte la misura viene condotta valutando con un ordinario voltmetro il valore efficace della tensione, per poi risalire da questo, supposta conosciuta la forma, al valore massimo. In quali errori si possa incorrere agendo così è ben noto; ed infatti, per evitarli, appena la tensione supera un certo valore si procede normalmente alla taratura degli strumenti a mezzo dello spinterometro, che fornisce direttamente il valore massimo. Anche questo metodo presenta però non pochi inconvenienti, perchè lo spinterometro non è comodo da usare continuamente, ed anzi in taluni casi è da proscriversi assolutamente. Si è così spesso costretti a fidarsi di strumenti indicanti il valore efficace, tarati una volta tanto rispetto al valore massimo, nella speranza che nessuna causa esterna modifichi il rapporto tra il valore massimo e quello efficace della tensione.

Negli apparecchi per raggi Roentgen si ha a fare con elevatori di tensione a forte caduta interna e con un carico, specialmente se rappresentato da un tubo a gas, sempre molto instabile, cosicchè il rapporto sopra accennato può con tutta facilità raddoppiare o triplicare di valore durante le esperienze, lasciando lo sperimentatore in una continua incertezza sul tipo di raggi che si producono.

Il problema venne già ripetutamente studiato, specialmente nei riguardi delle prove sui dielettrici; e nei « Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers » di alcuni anni or sono l'argomento venne ampiamente trattato, prospettandosi diverse soluzioni.

Taluni autori proposero di misurare il valore massimo della tensione caricando con un raddrizzatore sincrono, messo in fase opportuna, un condensatore, e misurando la differenza di potenziale tra le armature di questo ⁽¹⁾; altri, per prescindere da organi in movimento e dalla ricerca della fase, ricorsero per la carica del condensatore o a raddrizzatori a mercurio ⁽²⁾, o a raddrizzatori termoionici ⁽³⁾, e per la misura del potenziale a voltmetri elettrostatici o elettromagnetici (nel caso degli istru-

menti elettromagnetici anche la frequenza impiegata ha influenza sulla misura).

Pure l'effetto corona venne impiegato in speciali apparecchi allo scopo di misurare il valore massimo ⁽⁴⁾; ed infine fu anche proposta l'utilizzazione di un sistema oscillografico elettromagnetico allo scopo di ottenere su uno schermo delle righe luminose di lunghezza proporzionale alla tensione massima da misurare ⁽⁵⁾. L'impiego di un oscillografo elettromagnetico porta necessariamente con sé la necessità di batterie fornenti il campo all'istrumento, e di grandi resistenze o di trasformatori di tensione, per ridurre, come necessario, a pochi volt la differenza di potenziale ai morsetti dell'istrumento.

Come appare da quanto sopra si è detto, si tratta di sistemi piuttosto complessi. Ora io ho studiato un metodo che mi pare presenti dei vantaggi rispetto ai precedenti, sopra tutto per la sua semplicità, che ne permette l'impiego anche a persone poco pratiche di strumenti di misura elettrica, quali i medici che usano dei raggi Roentgen.

*

L'apparecchio ⁽⁶⁾ che descrivo è derivato in linea diretta dall'oscillografo di cui si è parlato nel n. 17 dell'*Elettrotecnica* di quest'anno, ed anzi schematicamente è ancora lo stesso apparecchio, in cui sono soppressi lo specchio rotante ed il relativo motorino sincrono.

La misura della tensione massima è infatti effettuata a mezzo di un organo mobile leggerissimo, che, sotto l'azione di repulsioni ed attrazioni elettrostatiche, segue istante per istante le variazioni della tensione elettrica applicatagli (si tratta di un vero sistema oscillografico elettrostatico).

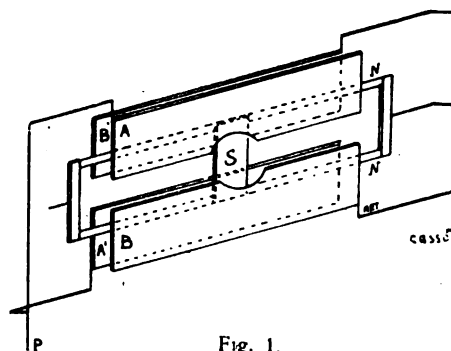


Fig. 1.

Un leggero specchietto, portato da questa parte mobile, riflette un raggio luminoso su una scala translucida, e vi traccia una retta di lunghezza proporzionale al quadrato della tensione elettrica massima applicata.

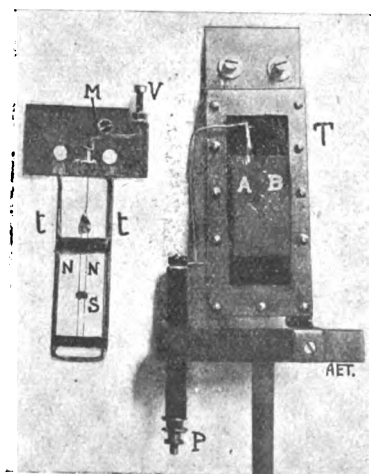


Fig. 2.

La realizzazione pratica di questo dispositivo è stata ottenuta press'a poco nello stesso modo che nell'oscillografo sopra menzionato: cioè ponendo una coppia di nastri di bronzo

⁽¹⁾ SHARP-FARMER - A. I. E. E., june 1912, p. 1237.

⁽²⁾ WHITEHEAD-GORTON - A. I. E. E., june 1914, p. 920.

⁽³⁾ CHUBB - A. I. E. E., february 1916, pag. 121.

SHARP-DOYLE - A. I. E. E., february 1916, pag. 129.

⁽⁴⁾ WHITEHEAD-PULLEN - A. I. E. E., june 1916, p. 791.

⁽⁵⁾ MIDDLETON-DAWES - A. I. E. E., june 1914, p. 1006.

⁽⁶⁾ Apparecchio e prove vennero eseguiti nel Laboratorio di Elettrotecnica del prof. Arnò, presso il Politecnico di Milano. L'istrumento è coperto da regolare brevetto.

(N, N, fig. 1 e 2), portanti nel loro punto di mezzo lo specchietto (S), nell'interno di due campi elettrostatici di direzione opposta.

I due nastrini di bronzo sono fissati, con tensione regolata da una vite (V, fig. 2) e da una molla (M), su un telarino metallico (t), che entra nell'interno di una scatola (T) ripiena d'olio di vaselina, con fondo e coperchio di mica. Nell'interno di questa scatola, e quindi a contatto col telarino che porta l'equipaggio mobile, sono due delle armature metalliche (B, B') che danno i campi; le altre due (A, A') sono invece fissate all'esterno delle lastrine di mica. Si è così ottenuto un ottimo isolamento tra i due poli dell'istrumento, e nello stesso tempo le lastrine di potenziale omonimo a quello del filamento sono state portate alla massima vicinanza con quest'ultimo.

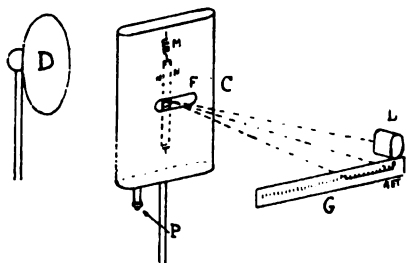


Fig. 3.

L'istrumento, la cui sensibilità è regolabile variando la tensione meccanica del filamento, sopporta direttamente tensioni elettriche sino ad oltre i 6000 volt massimi; ma con un artificio assai semplice può essere usato per misure anche dei potenziali più alti ora raggiunti dalla tecnica. A questo fine basta ridurre la tensione ai morsetti dell'istrumento a mezzo di condensatori ad aria: ciò che nell'apparecchio descritto viene effettuato nel modo seguente.

Il sistema oscillografico è racchiuso in una scatola metallica a spigoli arrotondati (C, fig. 3, 4), avente solo una piccola finestra (F) per il passaggio del raggio luminoso che serve alle letture. Questa cassa, in contatto col sistema portante l'equipaggio mobile, è isolata dal morsetto P dell'apparecchio, il

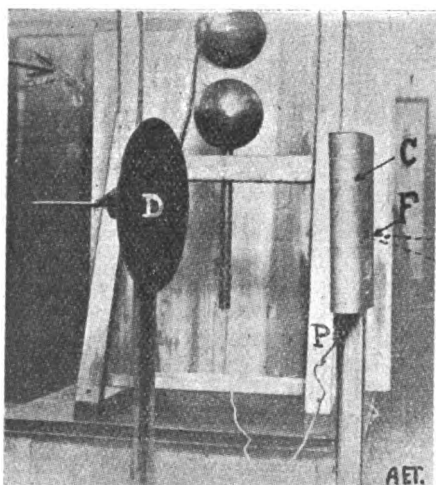


Fig. 4.

quale è connesso invece all'altra coppie di armature. Montando quindi l'apparecchio sopra uno dei conduttori sotto tensione e avvicinando convenientemente alla cassa un piatto metallico (D) congiunto coll'altro polo dell'alta tensione, si vengono ad avere in serie due condensatori: uno formato dal sistema oscillografico, l'altro dalla cassa dell'istrumento e dal piatto (quest'ultimo condensatore si può rendere di capacità tanto piccola quanto si vuole, allontanando il piatto dall'istrumento).

Per tensioni elevatissime il piatto andrebbe posto ad una distanza tale dalla cassa dell'istrumento, che, colla disposizione ora detta, la capacità rispetto a terra prevarrebbe. Allora l'istrumento registrerebbe, più che altro, la differenza di potenziale rispetto a terra del conduttore su cui è montato. Per ovviare a ciò conviene utilizzare, come armatura del condensatore che riduce la tensione, solo una piccola zona della cassa dell'apparecchio, posta dalla parte del piatto D.

Un piccolo coltello separatore comandato da un cordoncino

di seta permette di chiudere in corto circuito il condensatore formante l'oscillografo, quando non si fanno misure.

Tanto la lampadina (L, fig. 3) che fornisce il raggio luminoso, quanto la scala translucida (G), sono completamente separate dall'apparecchio descritto, e vengono installate ad una distanza tale dall'istrumento che non possono essere raggiunte da scariche. La scala translucida conviene sia racchiusa fra appositi schermi, perchè la lettura venga il meno possibile ostacolata dalle altre luci che vi fossero nel locale.

*

Durante le prove cui venne sottoposto l'apparecchio, si è prima di tutto verificato che le deviazioni lette sulla scala translucida seguissero la legge quadratica, e ciò applicando direttamente una tensione sinusoidale ai morsetti dell'istrumento. La verifica venne condotta, con risultato assai soddisfacente, a mezzo di un voltmetro Weston.

Ho proceduto quindi alla taratura con differenze di potenziale più elevate, applicando la tensione per capacità alla cassa dell'istrumento nel modo detto prima, ed anche in questo caso ho potuto verificare che la legge quadratica era sempre rispettata assai bene.

Il grafico di fig. 5 mostra i punti così ottenuti, essendo la scala a 50 cm dallo specchietto.

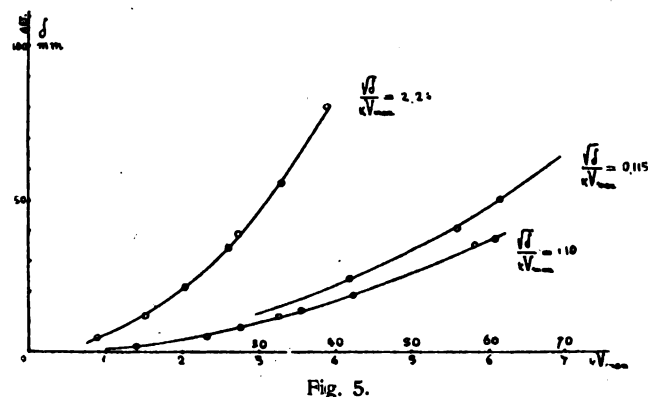


Fig. 5.

Una volta installato l'istrumento e conosciute queste curve, è facile eseguire le misure, dopo aver portato il valore di fondo scala ad una tensione prestabilita, variando la distanza del piatto dalla cassa dell'istrumento, e usando in questa taratura uno spinterometro a sfere.

Infatti essendo le curve suddette delle parabole ad asse verticale col vertice nel punto di zero, basta individuare sperimentalmente un punto perchè sia possibile tracciare colla formola

$$\frac{\sqrt{\delta}}{kV_{\max}} = \text{cost.}$$

il segmento di curva che interessa.

Nel grafico di fig. 5 le curve furono tracciate con questa formola, e, come si vede, seguono assai bene i punti trovati sperimentalmente.

La striscia luminosa che appare sullo schermo può anche fornire delle utili indicazioni sulla forma della tensione, in quanto essa presenta zone più o meno luminose, in relazione colla legge che regola il moto dello specchietto.

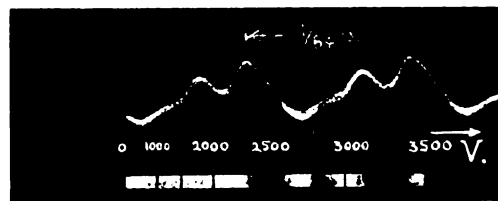


Fig. 6.

A titolo di esempio unisco la fotografia (fig. 6) di un oscillogramma (a scala quadratica) della tensione formata da un autotrasformatore a stella quando si erogava corrente solo tra il centro ed una fase, con sotto riportata l'immagine che appare sullo schermo del chilovoltmetro in queste condizioni. Si vedono assai distintamente i punti più luminosi, corrispondenti ai vari massimi e minimi presentati dalla curva di tensione. Naturalmente guardando l'immagine fornita dal chilovoltmetro

in uno specchio rotante, mosso sia pure a mano, si vede apparire l'oscillogramma come venne registrato fotograficamente.

Nel caso delle installazioni per i raggi Roentgen il chilovoltmetro ora descritto può essere montato, senza nessuna modificazione nell'impianto, al posto dell'ordinario spinterometro a punta e piatto, e colle sue indicazioni permette di ottenere continuamente il tipo di radiazione più conveniente per lo scopo che ci si propone, avvisando immediatamente l'operatore se il valore della tensione massima applicata al tubo tende a modificarsi.

LA MODERNA MATEMATICA DEI CIRCUITI TRIFASI

ERCOLE BOTTANI

(Continuazione, v. N. 30, pag. 738).

IV. - Applicazione ai circuiti trifasi di correnti alternative.

E' notorio che in questi circuiti si debbono normalmente considerare gruppi di tre grandezze fra loro fisicamente omogenee.

Ogni gruppo costituisce un sistema (o terna) di grandezze del circuito considerato; così ad esempio si dice: sistema di tensioni, terna di correnti ecc., del tale o del tal altro circuito.

Ora siccome tutte le grandezze elettriche che qui ci interessano (tensioni e correnti alternative sinusoidali, impedenze, ecc.) sono rappresentabili (§§ 2 e 4) con dei vettori nel piano, a ciascuno dei suaccennati sistemi corrisponderà una terna di vettori complanari.

Lo studio di un circuito trifase si riduce quindi a studiare le relazioni intercorrenti fra le terne di vettori che rappresentano i sistemi di grandezze in gioco.

Nel caso generale di circuiti comunque costituiti e comunque alimentati, le terne di vettori risultano di forma qualunque, ma coll'introduzione dei componenti simmetrici di una terna saremo, in ogni caso, ricondotti a studiare soltanto dei sistemi simmetrici.

E' intuitivo che in tal guisa rientrano in uno stesso quadro tutti i circuiti trifasi indistintamente, siano essi più o meno squilibrati, più o meno dissimmetrici.

Prima di proseguire è utile raccogliere qui alcuni richiami e considerazioni sui vari sistemi di grandezze elettriche che c'interessano; ne risulterà più spedita la comprensione del seguito.

Avvertiamo il lettore che tutte le relazioni di questo capitolo, salvo qualche eccezione che avremo cura di indicare, sono vettoriali. L'avviso è necessario perchè per semplicità ci siamo dispensati dal soprallineare le lettere rappresentanti i vettori.

16. — Sistema $S(I)$ delle correnti di linea. — Premettiamo due parole sulla numerazione dei conduttori o fili.

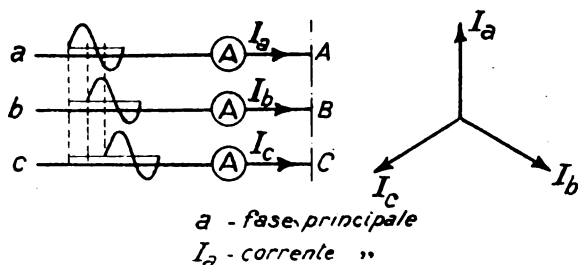


Fig. 23. — Convenzioni sul senso e sulla fase per il sistema di correnti in linea.

Essa è completamente arbitraria, ma la consuetudine vuole che le tre correnti $I_a; I_b; I_c$, percorrenti rispettivamente i conduttori $a; b; c$, siano ciascuna in ritardo rispetto alla precedente. In pratica bisognerà quindi attribuire ai fili le tre lettere $a; b; c$ in modo che risulti soddisfatto l'ordine precedente. Ciò si fa con quella operazione che viene comunemente chiamata: *ricerca dell'ordine ciclico* di un sistema di sbarre o simili.

Naturalmente il conduttore da assumersi come primo (lettera a) resta arbitrario, e noi nel seguito denomineremo questo

conduttore e tutte le grandezze ad esso relative, coll'aggettivo *principale*.

Generalmente il sistema di vettori $S(I)$ rappresentante le correnti di una linea si presenta come in fig. 23 e con la precedente convenzione, la terna viene normalmente ad avere il senso ciclico che a § 5 abbiamo chiamato normale o diretto.

Nella gran maggioranza dei casi pratici questo sistema è, o può ritenersi, *puro*; talvolta però può essere *spurio*.

Quest'ultimo caso può, ad esempio, nettamente verificarsi, quando il circuito avesse le estremità collegate a stella e con entrambi i centri a terra, o meglio è più facilmente, quando detti centri fossero collegati da un quarto filo (circuito trifase a quattro fili).⁽⁴⁾

Più in generale, possiamo dire, che la terna $S(I)$ potrebbe risultare spuria quando il circuito avesse due o più punti in comune con un altro, mentre quando i punti si riducessero ad uno solo od il circuito fosse perfettamente isolato, deve essere, per la prima legge di Kirchhoff, generalmente $I_a + I_b + I_c = 0$ cioè $S(I)$ puro.

Abbiamo detto generalmente, perchè, ad esempio, nel caso di lunghe linee ad alta tensione con un solo centro a terra, la terna di correnti in prossimità di questo centro può risultare spuria per il solo fatto che le ammettenze derivate da ciascun filo sono notevolmente diverse.

In conformità ai risultati del Cap. III°, per poter esprimere algebricamente la terna di vettori rappresentante $S(I)$, noi sostituiremo alle tre correnti date $I_a; I_b; I_c$ le tre che individuano i componenti simmetrici della terna.

Secondo le notazioni introdotte al § 13, indicheremo queste correnti con $I_{a0}; I_{a1}; I_{a2}$ (si ricordi che la loro somma dà la corrente principale I_a) e le distingueremo chiamandole rispettivamente *corrente zero*, *corrente diretta* (o uno) e *corrente inversa* (o due). Il loro calcolo si fa naturalmente colle relazioni (17) che qui ripetiamo:

$$\text{corrente zero } I_{a0} = \frac{I_a + I_b + I_c}{3}$$

$$\text{corrente diretta } I_{a1} = \frac{I_a + \alpha I_b + \alpha^2 I_c}{3}$$

$$\text{corrente inversa } I_{a2} = \frac{I_a + \alpha^2 I_b + \alpha I_c}{3}$$

nelle quali al solito:

$$\alpha = e^{j\frac{2}{3}\pi} = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\alpha^2 = e^{-j\frac{2}{3}\pi} = -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}$$

oppure graficamente, con le costruzioni indicate al § 10.

Dopo ciò l'espressione più generale di $S(I)$ sarà:

$$S(I) = S^0 I_{a0} + S^1 I_{a1} + S^2 I_{a2} \quad \left\{ S(I) \text{ spurio } \right\} \quad (20)$$

che si ridurrà ovviamente a:

$$S(I) = S^1 I_{a1} + S^2 I_{a2} \quad (20 a)$$

se il sistema è puro ($I_{a0} = 0$ perchè $I_a + I_b + I_c = 0$).

Se inoltre le tre correnti date sono uguali ($I_a = I_b = I_c$), il sistema è *equilibrato* e la (20) si riduce a:

$$S(I) = S^1 I_{a1} = S^1 I_a$$

con I_{a1} uguale senz'altro alla corrente principale I_a .

In pratica, per quanto abbiamo detto più sopra, è l'espressione (20 a) quella che occorre più frequentemente; aggiungiamo che se I_{a2} non è nulla, dati gli ordinari squilibri questa corrente risulterà piccola rispetto alla corrente diretta I_{a1} .

17. — *Correnti negli avvolgimenti di una macchina o di un apparecchio.* — Se gli avvolgimenti sono collegati a stella, il sistema di correnti che li percorre è lo stesso che percorrerà la linea e quindi per esso vale quanto abbiamo detto al paragrafo precedente.

Se invece gli avvolgimenti sono a triangolo, le correnti di linea non coincidono più con quelle degli avvolgimenti (fig. 24),

(4) Che un circuito trifase a quattro fili, data la funzione del neutro, si possa considerare come uno a tre fili percorso da un sistema trifase generalmente spurio di correnti, è evidente. Il quarto filo risulterà ovviamente percorso dalla risultante delle correnti nei tre fili principali ossia da $3 I_{a0}$.

ma fra esse, per la prima legge di Kirchhoff, sussistono le seguenti relazioni vettoriali:

$$\begin{aligned} I_a &= I_c - I_b \\ I_b &= I_A - I_C \\ I_c &= I_B - I_A \end{aligned} \quad (21)$$

Per i significati dei simboli si veda la fig. 24 (a sinistra), nella quale le frecce indicano i sensi assunti come positivi per le correnti.

Si osservi che le correnti nei lati del triangolo sono distinte con le lettere dei nodi opposti. Con questa notazione vien spontaneo di scegliere come corrente principale (delle tre $I_A; I_B; I_C$) la I_A che circola nel lato opposto al nodo in cui giunge la corrente principale (I_a) della linea.

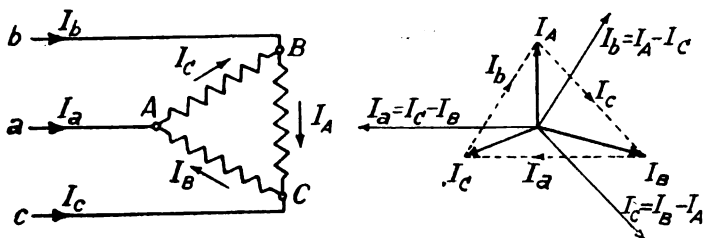


Fig. 24. — Correnti in un triangolo
B C — fase principale; I_A corrente principale.

Nel caso più generale le correnti nel triangolo possono essere diversissime fra loro, per cui il sistema $S(I_A)$ può facilmente risultare spurio; in tale ipotesi l'espressione (16) resta completa.

E' superfluo ripetere che le correnti zero (I_{A0}), diretta (I_{A1}) e inversa (I_{A2}) individuati i componenti simmetrici di $S(I_A)$ si determinano sempre colle formole (17) o colle costruzioni del § 10.

Ricordiamo piuttosto che le correnti del componente zero ($S^0 I_{A0}$) sono (in grandezza e fase) uguali fra loro ($I_{A0} = I_{B0} = I_{C0}$), cioè esse misurano un'eventuale corrente circolante nei lati del triangolo.

I componenti simmetrici delle correnti di linea $S(I_a)$ si deducono facilmente da quelli di $S(I_A)$ mediante le (21) applicando il noto principio di sovrapposizione.

Si ha infatti che:

$$\begin{aligned} I_{a0} &= I_{c0} - I_{b0} \\ I_{a1} &= I_{c1} - I_{b1} \\ I_{a2} &= I_{c2} - I_{b2} \end{aligned}$$

e ricordando che è (relaz. (19), § 13):

$$\begin{aligned} I_{b0} &= I_{c0} = I_{A0} \\ I_{b1} &= x^2 I_{A1} & I_{c1} &= x I_{A1} \\ I_{b2} &= x I_{A2} & I_{c2} &= x^2 I_{A2} \end{aligned}$$

si ottiene:

$$\begin{aligned} I_{a0} &= I_{A0} - I_{A0} = 0 \\ I_{a1} &= x I_{A1} - x^2 I_{A1} = (x - x^2) I_{A1} \\ I_{a2} &= x^2 I_{A2} - x I_{A2} = (x^2 - x) I_{A2} \end{aligned}$$

ma:

$$x - x^2 = \left(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) - \left(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = j\sqrt{3}; \quad x^2 - x = -j\sqrt{3}$$

per cui:

$$\begin{cases} I_{a0} = 0 \\ I_{a1} = j\sqrt{3} I_{A1} \\ I_{a2} = -j\sqrt{3} I_{A2} \end{cases} \text{ e in definitiva } \begin{cases} S^0 I_{a0} = 0 \\ S^1 I_{a1} = j\sqrt{3} \cdot S^1 I_{A1} \\ S^2 I_{a2} = -j\sqrt{3} \cdot S^2 I_{A2} \end{cases} \quad (22)$$

Ciò il sistema diretto delle correnti di linea ($S^1 I_{a1}$) si ottiene dall'omonimo di $S(I_A)$, ruotandolo di $\frac{\pi}{2}$ (90°) nel verso

positivo dopo averne moltiplicato i vettori per $\sqrt{3}$, e quello inverso $S^2 I_{a2}$ si ottiene analogamente dall'omonimo $\sqrt{3} S^2 I_{A2}$ ma ruotando questo nel verso negativo. (Si osservino più avanti le analogie e le differenze con le relazioni della fig. 28).

Devesi notare che siccome risulta $I_{a0} = 0$, la terna $S(I_a)$ è sempre pura qualunque sia $S(I_A)$. Da questo fatto scende che la conoscenza di $S(I_a)$ è insufficiente a determinare com-

pletamente $S(I_a)$. Infatti le reciproche delle (22) danno:

$$S^0 I_{A0} \text{ indeterminato dati solo } I_a; I_b; I_c$$

$$S^1 I_{A1} = -j\frac{1}{\sqrt{3}} S^1 I_{a1}$$

$$S^2 I_{A2} = j\frac{1}{\sqrt{3}} S^2 I_{a2}$$

Naturalmente ciò non vuol dire che I_{A0} (cioè la corrente di circolazione) non possa essere dedotta da altre considerazioni.

18. — Sistema $S(V)$ delle tensioni concatenate. — In una qualunque sezione A; B; C di un circuito trifase, il sistema delle tensioni concatenate (o tra i fili) $S(V) = V_A; V_B; V_C$ è sempre un sistema puro, perchè per l'univocità dei potenziali elettrici è (fig. 25) necessariamente $V_A + V_B + V_C = 0$.

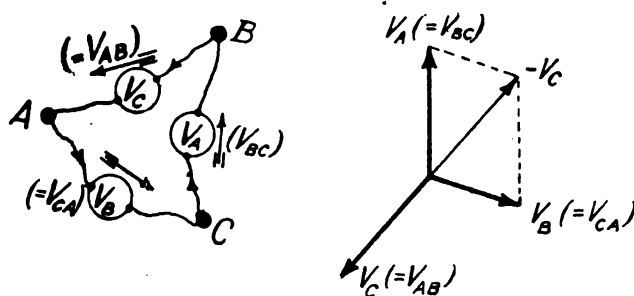


Fig. 25. — Tensioni concatenate

A; B; C — conduttori: V_A — tensione principale.

Perciò esso si scomporrà sempre nei due soli componenti diretto ed inverso, cioè, scegliendo la tensione V_A come principale, si scriverà:

$$S(V) = S^1 V_{A1} + S^2 V_{A2}$$

nella quale le tensioni diretta (V_{A1}) ed inversa (V_{A2}) si determinano con le solite formole (17) del § 13.

Richiamiamo l'attenzione del lettore sul modo qui usato per indicare le precedenti tre tensioni concatenate; perchè esso differisce alquanto da quello solitamente in uso. La tensione fra A e B viene ad esempio (fig. 25) da noi indicata con V_C , cioè coll'indice della fase non interessata, mentre più spesso essa viene da altri indicata con V_{AB} . Nella fig. 25 sono messi a confronto i due tipi di notazione.

Se la terna $S(V)$ fosse equilibrata, la tensione inversa sarebbe nulla ($V_{A2} = 0$) ed il sistema si ridurrebbe all'unico componente diretto, cioè

$$S(V) = S^1 V_{A1}$$

con V_{A1} uguale ovviamente alla tensione V_A .

Ricordiamo che in questo caso si suole dire che il circuito è *simmetrico* sottintendendo « nelle tensioni », mentre praticamente la parola *equilibrato* viene riservata ad indicare l'uguaglianza delle correnti. (*)

I circuiti della pratica sono quasi sempre pressochè simmetrici per cui è $V_{A2} = 0$ o numericamente molto piccolo di fronte a V_{A1} .

Teoricamente ogni squilibrio nelle correnti trae seco una dissimmetria nelle tensioni (sono diverse le cadute di tensione lungo ciascun filo), ma ciò non ostante, per gli squilibri ordinari, le dissimmetrie indotte non sono mai molto forti, per cui ricordiamo che come seconda approssimazione, dopo il caso di perfetta simmetria ed equilibrio, è utile considerare il caso, sia pur ipotetico, di un circuito non equilibrato nelle correnti ma ancora simmetrico nelle tensioni.

19. — Sistemi $S(E)$ di tensioni di fase. — E' noto cosa esse siano, ma ricordiamo che non si può parlare di tensioni di fase senza precisare rispetto a quale punto esse furono prese. Non va dimenticato infatti che in una stessa sezione A; B; C del circuito, detto sistema varia col variare del potenziale assoluto del punto O di riferimento (fig. 26), e che questo

(*) Si noti che mentre per verificare la simmetria di un circuito, basta in ogni caso verificare l'uguaglianza numerica delle tre tensioni concatenate, altrettanto, in generale, non può dirsi per l'equilibrio delle correnti. Potrebbe darsi, infatti, che le tre correnti avessero uguali valori e costituire ciò non ostante un sistema spurio.

è, caso per caso, completamente arbitrario. Ad esempio, al limite le tensioni di fase possono anche ridursi a due sole (due delle concatenate) qualora si assuma come punto di riferimento uno dei punti A ; B ; C della sezione considerata.

Da queste premesse scende che $S(E)$ può facilmente risultare spurio, e perciò in generale si scriverà

$$S(E) = S^0 E_{A0} + S^1 E_{A1} + S^2 E_{A2}$$

nella quale le tensioni zero, diretta ed inversa si ottengono da E_A ; E_B ; E_C (fig. 26) con le ormai ben note formole o costruzioni grafiche.

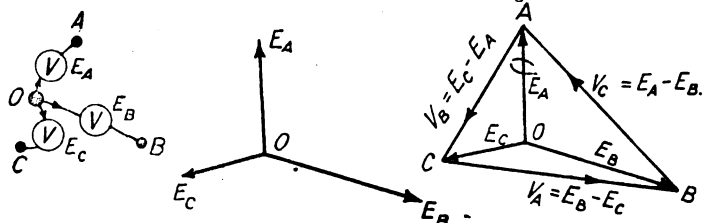


Fig. 26. — Generiche tensioni di fase.

Fig. 27. — Diagramma delle tensioni di fase e concatenate.

In una stessa sezione fra le tensioni concatenate e quelle di fase (qualunque sia il punto di riferimento di quest'ultime) sussistono le notissime relazioni:

$$\begin{aligned} (V_{BC} \Rightarrow) V_A &= E_B - E_C \\ (V_{CA} \Rightarrow) V_B &= E_C - E_A \\ (V_{AB} \Rightarrow) V_C &= E_A - E_B \end{aligned} \quad (23)$$

che giustificano la consuetudine di rappresentare il loro insieme con un diagramma simile a quello della fig. 27. Questo diagramma riesce comodo perchè ad ogni variazione del potenziale del punto di riferimento delle tensioni di fase corrisponde in esso un semplice spostamento del centro O della terna E_A ; E_B ; E_C , rispetto ai vertici A ; B ; C del triangolo formato dalle tensioni concatenate.

Le (23) permettono di dedurre i componenti di $S(V)$ da quelli di $S(E)$. Con procedimento analogo a quello svolto a § 17 per le correnti ivi considerate, si ottiene:

$$V_{A0} = E_{B0} - E_{C0} = E_{A0} - E_{A0} = 0 \text{ come deve sempre essere.}$$

$$V_{A1} = E_{B1} - E_{C1} = \alpha^2 E_{A1} - \alpha E_{A1} = (\alpha^2 - \alpha) E_{A1} = -j\sqrt{3} E_{A1}$$

$$V_{A2} = E_{B2} - E_{C2} = \alpha E_{A2} - \alpha^2 E_{A2} = (\alpha - \alpha^2) E_{A2} = j\sqrt{3} E_{A2}$$

e cioè

$$S^0 V_{A0} = 0$$

$$S^1 V_{A1} = -j\sqrt{3} S^1 E_{A1} \quad (24)$$

$$S^2 V_{A2} = j\sqrt{3} S^2 E_{A2}$$

Si noti nel diagramma della fig. 27 la posizione reciproca delle tensioni principali E_A e V_A ; e si osservi come le precedenti relazioni (24) risultano pressochè immediate osservando la fig. 28.

Reciprocamente dalle (24) si ottiene

$$S^0 E_{A0} \text{ indeterminato dalla sola conoscenza di } S(V)$$

$$S^1 E_{A1} = j \frac{1}{\sqrt{3}} S^1 V_{A1}$$

$$S^2 E_{A2} = -j \frac{1}{\sqrt{3}} S^2 V_{A2}$$

Che qualche cosa di $S(E)$ resti indeterminato dalla sola conoscenza di $S(V)$ è evidente dato che per uno stesso $S(V)$ esistono infiniti $S(E)$. Ma è degno di nota il fatto che resta indeterminato solo il componente zero ($S^0 E_{A0}$); il che, in altre parole, significa che tutti gli infiniti sistemi di tensioni di fase relativi ad una data sezione di un circuito, sono tutti composti degli stessi componenti diretto ed inverso e differiscono solo per il componente zero.

Questa osservazione ci permette di caratterizzare, meglio che con qualsiasi altra considerazione, quale punto, fra quanti furono proposti, convenga assumere come *centro astratto* della sezione ⁽⁶⁾.

⁽⁶⁾ Non si confonda il centro astratto di una sezione del circuito, con i possibili centri *concreti* quali potrebbero essere ad esempio, i punti comuni a tre avvolgimenti o impedenze che staccandosi da A ; B ; C (fig. 26), fossero collegati a stella.

Convorrà infatti definire come *centro* quel punto per il quale il sistema $S(E)$ risulta determinato dalla sola conoscenza del sistema $S(V)$, cioè il punto (esso è unico) per il quale è $E_{A0} = 0$.

Nel diagramma della fig. 27 questo centro ha per immagine geometrica il punto d'incontro delle mediane, cioè il baricentro, del triangolo formato dalle tensioni concatenate. ⁽⁷⁾

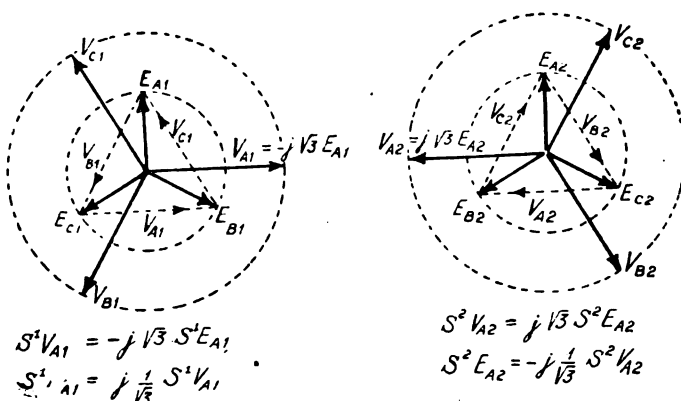


Fig. 28. — Relazioni fra i componenti omonimi di $S(V)$ e $S(E)$.

Da quanto precede scende che il sistema puro di tensioni di fase relativo al centro astratto ora definito, costituisce il nucleo comune a tutti i sistemi $S(E)$ di una data sezione del circuito. Tutti questi sistemi poi si ottengono dal primo aggiungendo ad esso una terna di sequenza zero; che graficamente risulta rappresentata dal segmento $O'O$ che unisce il baricentro O al centro O' della terna spuria considerata (figura 29).

Se un generico $S(E)$, è relativo ad un centro concreto, la sua tensione zero (E_{A0}) misura, ovviamente, la tensione che detto centro concreto ha rispetto a quello astratto.

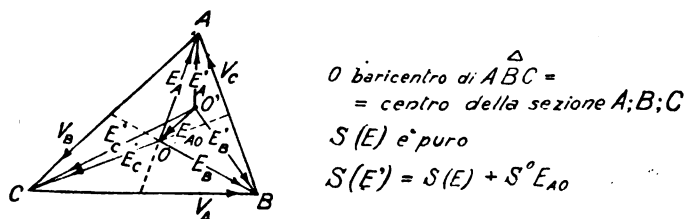


Fig. 29.

20. — *Sistemi di impedenze.* — Anche tre impedenze (reali o equivalenti) collegate sia a stella che a triangolo costituiscono un sistema trifase di grandezze.

Le impedenze sono degli operatori vettoriali (§ 4) e sono perciò rappresentabili con dei vettori. Un sistema trifase di impedenze avrà quindi per immagine geometrica una terna di vettori, esattamente come un sistema di correnti o uno di tensioni.

Siccome la rappresentazione vettoriale di dette impedenze non è familiare come quella delle altre grandezze contempliamo un esempio numerico. Siano date le tre impedenze:

$$\begin{aligned} z_a (r = 100 \Omega ; x = \omega L = 30 \Omega) & \quad z_a = 100 + j30 \Omega. \\ z_b (r = 80 \Omega ; x = \omega L = 35 \Omega) & \quad z_b = 80 + j35 \Omega. \\ z_c (r = 120 \Omega ; x = \frac{1}{\omega C} = 20 \Omega) & \quad z_c = 120 - j20 \Omega. \end{aligned} \quad (25)$$

I vettori che le rappresentano sono quelli della fig. 30 (la semiretta Or può essere comunque orientata).

E' ovvio che se le impedenze fossero uguali i tre vettori si sovrapporrebbero.

Da questo esempio scaturisce subito la grande differenza di aspetto che esiste di solito fra una terna di vettori rappresentante un comune sistema di correnti e quella che rappresenta un normale sistema di impedenze.

Normalmente i sistemi trifasi di correnti sono puri o quasi, per cui i vettori (fig. 23) risultano fra loro sfasati, su per giù, di circa $\frac{1}{3}$ di giro (120°), mentre invece i normali

⁽⁷⁾ Si dimostra infatti che le mediane di un triangolo costituiscono un sistema puro di vettori.

sistemi di impedenze sono di solito costituiti da impedenze pressochè uguali, per cui la terna dei corrispondenti vettori, sarà costituita da tre vettori pressochè sovrapposti, formanti quindi un sistema, se fosse possibile dirlo, enormemente spurio (fig. 30).

A conferma di ciò osserviamo che la resistenza ohmica è una grandezza essenzialmente positiva, per cui il semipiano tratteggiato della fig. 30 non potrà mai contenere vettori rappresentanti impedenze formate con sole resistenze, induttanze e capacità.

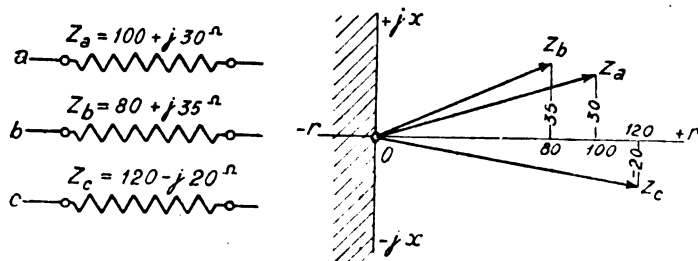


Fig. 30. — Generico sistema di impedenze.

Noi però dobbiamo toglierci la precedente restrizione perchè le terne di sequenza uno e due hanno vettori distribuiti in tutto il piano. Immagineremo quindi che esistano anche resistenze ohmiche negative. Ciò costituisce una semplice finzione, o meglio una convenzione di linguaggio analoga all'altra di dire che le reattanze sono delle resistenze immaginarie.

La scomposizione delle terne di impedenze nei loro componenti simmetrici si fa al solito modo. E' poi intuitivo, che in pratica l'impedenza zero (z_{a0}) risulterà numericamente prevalente sulla uno (z_{a1}) e sulla due (z_{a2}), tanto più quanto più tendono ad essere uguali le impedenze del sistema. In quest'ultimo caso è senz'altro $z_{a1} = z_{a2} = 0$.

Come esempio calcoliamo i componenti della terna (25):

$$\text{impedenza zero } z_{a0} = \frac{z_a + z_b + z_c}{3} = \frac{100 + j30 + 80 + j35 + 120 - j20}{3} = 100 + j15 \Omega.$$

$$\text{impedenza uno } z_{a1} = \frac{z_a + \alpha z_b + \alpha^2 z_c}{3} = \frac{100 + j30 + \alpha(80 + j35) + \alpha^2(120 - j20)}{3}$$

$$\left\{ \begin{aligned} \alpha &= e^{j\frac{2}{3}\pi} = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} \\ \alpha^2 &= e^{-j\frac{2}{3}\pi} = -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} \end{aligned} \right. \text{ e quindi:}$$

$$z_{a1} = \frac{100 + j30 + \left(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right)(80 + j35)}{3} + \frac{\left(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}\right)(120 - j20)}{3} \simeq -15,87 - j4,05 \Omega.$$

$$\text{impedenza due } z_{a2} = \frac{z_a + \alpha^2 z_b + \alpha z_c}{3} = \frac{100 + j30 + \left(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}\right)(80 + j35)}{3} + \frac{\left(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right)(120 - j20)}{3} = 15,87 + j19,05 \Omega.$$

Salvo l'approssimazione, agli stessi risultati si giunge per via grafica (fig. 31).

Noti z_{a0} ; z_{a1} ; z_{a2} si scriverà

$$S(z) = S^0 z_{a0} + S^1 z_{a1} + S^2 z_{a2} = S^0(100 + j15) + S^1(-15,87 - j4,05) + S^2(15,87 + j19,05)$$

relazione che si può volendolo, interpretare dicendo che il sistema dato equivale ad una serie di tre sistemi (fig. 31 a sinistra).

Quanto abbiamo detto per le impedenze vale completamente per qualsiasi altro sistema di operatori complessi che legghi fra loro un sistema di correnti ad uno di tensioni. Così anche un sistema di ammettenze (reali o equivalenti) si potrà esprimere con la somma di tre componenti simmetrici.

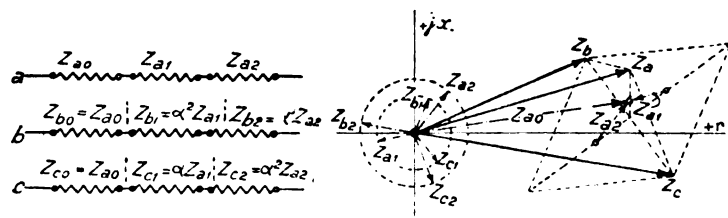


Fig. 31. — Scomposizione grafica della terna di impedenze della fig. 30.

21. — Completati così i richiami sui principali sistemi di grandezze elettriche che intervengono nei circuiti trifasi, riprendiamo quanto abbiamo sommariamente accennato all'origine di questo capitolo.

Il procedimento di calcolo che scaturisce dalla possibilità di scomporre ogni terna di vettori nei suoi componenti simmetrici è facile e fisicamente intuitivo.

Ma per meglio illustrarlo ci sia concesso di considerare, dapprima in modo un po' pedestre, un caso elementarissimo, che servirà soprattutto a fissare le idee.

Siano date tre impedenze disuguali z_a ; z_b ; z_c collegate a stella. Proponiamoci di determinare le tensioni di fase E_A ; E_B ; E_C rispetto al centro della stella (punto comune alle tre z) quando dette impedenze siano percorse da un sistema qualunque di correnti I_a ; I_b ; I_c . Per non togliere alcuna generalità al problema supporremo spuria la terna di dette correnti (*).

Il modo col quale ora risolveremo questo problema sembrerà certo artificioso, specialmente pensando che il risultato finale si può scrivere immediatamente con i procedimenti ordinari (*).

Ma è l'esame di un caso semplice che mette meglio in rilievo l'essenza fisica del metodo.

Ammettiamo allora che dei due sistemi dati $S(I_n)$ e $S(z_a)$ siansi determinati i rispettivi componenti simmetrici. Per le ipotesi fatte scriveremo:

$$\begin{aligned} S(I_a) &= S^0 I_{a0} + S^1 I_{a1} + S^2 I_{a2} \\ S(z_a) &= S^0 z_{a0} + S^1 z_{a1} + S^2 z_{a2} \end{aligned}$$

Dopo ciò il sistema $S(E_A)$ delle tensioni di fase che cerchiamo si ottiene applicando l'ordinario principio della sovrapposizione degli effetti.

Ogni componente di $S(I_a)$ percorrendo i tre componenti di $S(z_a)$ determina con ciascuno di questi un particolare sistema di tensioni; la terna incognita $S(E_A)$ risulterà, evidentemente, dalla somma di tutti questi sistemi che chiameremo parziali.

Un facile conto permette di concludere, che nel caso generale che stiamo considerando, i sistemi parziali di $S(E_A)$ saranno nove, tre per ciascun componente di $S(I_a)$.

Accenniamo alla loro determinazione con i criteri più elementari.

Sistemi di tensioni determinati dal sistema zero di impedenze. — Questo è costituito da tre impedenze uguali. Stabilirà quindi in ogni caso una terna di tensioni del tutto simile a quella del sistema di correnti che lo percorre, e girata rispetto a questa dell'angolo caratteristico (§ 4) delle impedenze.

E perciò nel nostro caso, il componente diretto $S^1 I_{a1}$ di $S(I_a)$ percorrendo il componente zero di $S(z_a)$ determinerà un sistema parziale di $S(E_A)$ pure simmetrico e diretto, il componente inverso uno pure inverso, quello zero uno zero.

Sistemi di tensioni determinati dai sistemi di impedenze uno e due. — Questi non essendo costituiti da impedenze u-

(*) Per ritenere verificata questa ipotesi possiamo supporre che il centro della stella sia collegato a terra e che lo siano contemporaneamente altri centri dello stesso circuito (§ 16).

(*) Si ottiene infatti:

$$E_A = z_a I_a; E_B = z_b I_b; E_C = z_c I_c.$$

quali (lo sono numericamente ma non hanno lo stesso angolo caratteristico) non daranno più luogo a sistemi di tensioni simili a quelli di corrente.

Infatti calcoliamo ad esempio le tensioni che il componente uno $S^1 z_{a1}$ di $S(z_a)$ determina quando è percorso dal componente diretto $S^1 I_{a1}$ di $S(I_a)$; si ottiene (fig. 32):

$$\begin{aligned} \text{tensione in } z_{a1} &= z_{a1} I_{a1} \\ \text{» » } z_{b1} &= z_{b1} I_{b1} = x^2 z_{a1} \cdot x^2 I_{a1} = x z_{a1} I_{a1} \\ \text{» » } z_{c1} &= z_{c1} I_{c1} = x z_{a1} \cdot x I_{a1} = x^2 z_{a1} I_{a1} \end{aligned}$$

ossia un sistema di tensioni sempre simmetrico ma inverso.

Alla stessa guisa si troverebbe che il componente diretto di $S(I_a)$ percorrendo $S^2 z_{a2}$ determina un sistema zero di tensioni, e così via per i rimanenti casi.

Raccomandiamo al lettore di completare e riflettere su queste utili deduzioni qualitative, perchè esse costituiscono il fondamento fisico della nuova matematica dei circuiti trifasi.

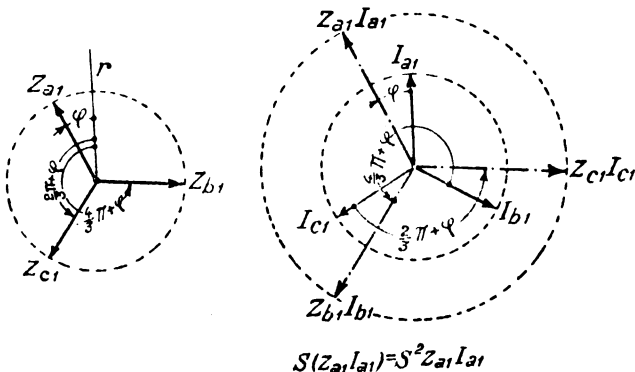


Fig. 32. — Sistema di tensioni (terna a — — —) in un sistema diretto di impedenze (terna di sinistra) percorso da un sistema diretto di correnti.

Sviluppato così, schematicamente, il nuovo procedimento mostriamo come le sequenze permettano di giungere all'espressione di tutti i precedenti sistemi di tensioni e, mediante la loro somma, di $S(E_A)$, nel modo più semplice.

Basta osservare che per la definizione di prodotto di due terne che abbiamo stabilita a § 6, un generico sistema di tensioni è senz'altro espresso dal prodotto dei due componenti impedenza e corrente che lo determinano.

Cioè in ogni caso potremo scrivere simbolicamente:

$$\text{sistema di tensioni} = S^n z_{an} \times S^m I_{am}$$

e applicando le proprietà dei simboli di sequenza (§ 15) si ottiene:

$$\text{sistema di tensioni} = S^{n+m} z_{an} I_{am}$$

Risultato che stabilisce sia la sequenza sia la grandezza dei vettori del sistema di tensioni.

Come esempio riprendiamo il caso del componente uno di $S(z_a)$ percorso dal componente diretto di $S(I_a)$; si ottiene:

$$S^1 z_{a1} \times S^1 I_{a1} = S^1 \cdot S^1 z_{a1} I_{a1} = S^2 z_{a1} I_{a1} = (z_{a1} I_{a1}; x z_{a1} I_{a1}; x^2 z_{a1} I_{a1})$$

ossia il sistema di tensioni simmetrico inverso che avevamo già trovato.

In altri casi si ottiene:

$$\begin{aligned} S^1 z_{a1} \times S^2 I_{a2} &= S^3 z_{a1} I_{a2} = S^0 z_{a1} I_{a2} \\ S^2 z_{a2} \times S^2 I_{a2} &= S^4 z_{a2} I_{a2} = S^1 z_{a2} I_{a2} \end{aligned}$$

e così via di seguito.

Il lettore verificherà che i nove sistemi parziali di $S(E_A)$ sono ordinatamente raccolti nel seguente specchio.

Sistemi di tensioni agli estremi:

| della terna $S^0 z_{a0}$ | della terna $S^1 z_{a1}$ | della terna $S^2 z_{a2}$ |
|---|---|---|
| $S^0 z_{a0} \cdot S^0 I_{a0} = S^0 z_{a0} I_{a0}$ | $S^1 z_{a1} \cdot S^0 I_{a0} = S^1 z_{a1} I_{a0}$ | $S^2 z_{a2} \cdot S^0 I_{a0} = S^2 z_{a2} I_{a0}$ |
| $S^0 z_{a0} \cdot S^1 I_{a1} = S^1 z_{a0} I_{a1}$ | $S^1 z_{a1} \cdot S^1 I_{a1} = S^2 z_{a1} I_{a1}$ | $S^2 z_{a2} \cdot S^1 I_{a1} = S^0 z_{a2} I_{a1}$ |
| $S^0 z_{a0} \cdot S^2 I_{a2} = S^2 z_{a0} I_{a2}$ | $S^1 z_{a1} \cdot S^2 I_{a2} = S^1 z_{a1} I_{a2}$ | $S^2 z_{a2} \cdot S^2 I_{a2} = S^1 z_{a2} I_{a2}$ |

Giova osservare che il prodotto di sistemi simmetrici, qualunque sia la loro sequenza, è sempre un sistema simmetrico nel senso generale del § 13.

I precedenti sistemi di tensioni sono a tre a tre della stessa sequenza perciò nella loro somma possiamo raccogliere i termini in S^0 ; S^1 ; S^2 .

Quindi l'espressione di $S(E_A)$ risulterà:

$$\begin{aligned} S(E_A) &= S^0 (z_{a0} I_{a0} + z_{a1} I_{a2} + z_{a2} I_{a1}) + \\ &+ S^1 (z_{a0} I_{a1} + z_{a1} I_{a0} + z_{a2} I_{a2}) + \\ &+ S^2 (z_{a0} I_{a2} + z_{a1} I_{a1} + z_{a2} I_{a0}) \end{aligned} \quad (26)$$

Confrontando questa espressione con la generica

$$S(E_A) = S^0 E_{A0} + S^1 E_{A1} + S^2 E_{A2}$$

si può concludere col dire che il sistema cercato di tensioni di fase è formato:

$$\begin{aligned} \text{dal componente zero } S^0 E_{A0} &= S^0 (z_{a0} I_{a0} + z_{a1} I_{a2} + z_{a2} I_{a1}) \\ \text{» » diretto } S^1 E_{A1} &= S^1 (z_{a0} I_{a1} + z_{a1} I_{a0} + z_{a2} I_{a2}) \\ \text{» » inverso } S^2 E_{A2} &= S^2 (z_{a0} I_{a2} + z_{a1} I_{a1} + z_{a2} I_{a0}) \end{aligned} \quad (27)$$

e sottointendendo i simboli di sequenza, si può anche dire che è costituito:

$$\begin{aligned} \text{dalla tensione zero } E_{A0} &= z_{a0} I_{a0} + z_{a1} I_{a2} + z_{a2} I_{a1} \\ \text{» » diretta } E_{A1} &= z_{a0} I_{a1} + z_{a1} I_{a0} + z_{a2} I_{a2} \\ \text{» » inversa } E_{A2} &= z_{a0} I_{a2} + z_{a1} I_{a1} + z_{a2} I_{a0} \end{aligned} \quad (27 \text{ bis})$$

Con queste espressioni il problema proposto si può evidentemente considerare risolto (§ 14).

22. *Principio generale per la nuova algebra dei circuiti trifasi.* — Dall'esempio del precedente paragrafo possiamo trarre la norma generale di calcolo che le sequenze permettono di adottare per i circuiti trifasi.

Il lettore verificherà facilmente che il secondo membro dell'espressione (26) non è altro che lo sviluppo, eseguito con le ordinarie regole, del prodotto

$$(S^0 z_{a0} + S^1 z_{a1} + S^2 z_{a2}) \times (S^0 I_{a0} + S^1 I_{a1} + S^2 I_{a2})$$

Ma il primo termine è l'espressione di $S(z_a)$ ed il secondo di $S(I_a)$ per cui simbolicamente possiamo scrivere:

$$S(E_A) = S(z_a) \times S(I_a) \quad (28)$$

Confrontiamo ora questa relazione con la

$$V = z \times I$$

che esprime, per un circuito monofase, la tensione V agli estremi di una impedenza z percorsa da una corrente I .

Fra di esse esiste una perfetta analogia di forma, infatti nel circuito monofase la tensione è determinata dal prodotto dell'impedenza per la corrente; nel circuito trifase il sistema di tensioni è espresso dal prodotto del sistema di impedenze per il sistema di correnti.

Questa analogia non vale solo per il caso particolare che abbiamo considerato, ma è assolutamente generale e fissata nel seguente principio:

Tutte le proposizioni e relazioni valevoli, o che si possono istituire per un circuito monofase, valgono in generale per un circuito trifase qualunque, purchè si dica e si scriva sistema di tensioni, di correnti, ecc., in luogo di tensione, corrente, ecc.

Tale principio è una diretta conseguenza delle definizioni di somma e di prodotto che abbiamo stabilito per due terne di vettori a § 6. E infatti ricordando dette definizioni la relazione (28) è intuitiva e si sarebbe potuta scrivere immediatamente.

L'enunciato principio sintetizza, in un certo senso, tutti i vantaggi della nuova algebra dei circuiti trifasi, poichè esso, autorizzandoci ad assimilare i circuiti trifasi a quelli monofasi, ci permette di scrivere facilmente delle relazioni generali fra i vari sistemi di grandezze che intervengono nei problemi, rendendone così rapida e sintetica l'impostazione.

Le relazioni simboliche così scritte si trasformano poi facilmente in altre quantitative esprimendo ciascun sistema mediante i propri componenti e sviluppando con le ordinarie regole e le proprietà delle sequenze, le espressioni nei due membri delle uguaglianze.

(Come esempio si riveda come dalla (28) si giunge alle (27)).

Per chiarire l'uso del principio vediamo l'applicazione a qualche altro caso elementare.

Se le impedenze dell'esempio svolto nel precedente paragrafo fossero state sede di f , e , m , E_a , E_b , E_c per analogia

con la $V = E + z I$ dei circuiti monofasi, si sarebbe senz'altro scritto:

$$S(E_A) = S(E_n) + S(z_n) \times S(I_n) \quad (29)$$

Devesi però notare, che per i circuiti trifasi bisogna distinguere il caso del collegamento a stella da quello a triangolo. Per entrambi valgono le stesse espressioni generali, ma mentre per il collegamento a stella devono essere poste in relazione fra loro direttamente le correnti nelle impedenze con le tensioni di fase prese rispetto al centro della stella, ossia scrivere come abbiamo fatto:

$$S(E_A) = S(z_n) \times S(I_n)$$

per il collegamento a triangolo è chiaro che bisognerà porre in relazione fra loro le correnti $I_A; I_B; I_C$, nei lati del triangolo $z_A; z_B; z_C$ con le tensioni concatenate $V_A; V_B; V_C$, ossia scrivere:

$$S(V_A) = S(z_A) \times S(I_A). \quad (30)$$

Così la (29) per un collegamento a triangolo, si scriverebbe:

$$S(V_A) = S(E_A) + S(z_A) \times S(I_A)$$

ove $S(E_A) = E_A; E_B; E_C$, è il sistema di tensioni generate nei lati del triangolo.

Come altro esempio, per il principio enunciato, possiamo dire che più sistemi di impedenze in serie equivalgono ad un unico sistema somma dei dati, e analogamente che la stessa equivalenza vale per i sistemi di ammettenze nel caso di collegamento in parallelo.

In seguito daremo alcuni esempi di sviluppi delle relazioni precedenti e di calcoli completi.

Chi ha presente il principio che permette di trattare i circuiti a corrente alternata monofase come dei circuiti a corrente continua, troverà che esso ha con quello qui enunciato numerose analogie.

Entrambi trovano la loro ragion d'essere in quanto che permettono alla nostra mente di orientarsi facilmente in problemi per loro natura complessi, (soprattutto per il numero delle variabili in gioco), utilizzando nozioni e relazioni già profondamente acquisite in problemi più semplici.

Entrambi i principi avrebbero però scarso valore pratico se le relazioni simboliche ch'essi inducono a scrivere non si potessero poi sviluppare matematicamente in modo da dedurne delle formole quantitative fra le grandezze che interessano.

Ma invece tali sviluppi sono sempre possibili, grazie all'uso dell'operatore vettoriale j , nel campo dei circuiti monofasi, e, per quanto abbiamo qui esposto, grazie ai nuovi operatori sequenza nel campo dei circuiti trifasi.

23. *Simmetria delle relazioni fra i componenti simmetrici.* — Lo sviluppo delle relazioni fra i sistemi trifasi di grandezza conduce in ogni caso a delle relazioni vettoriali sul tipo delle (27) del § 21; cioè a delle relazioni fra i componenti simmetrici (o quel che fa lo stesso, fra i vettori che li individuano) dei vari sistemi in gioco.

Giova ora osservare come dal punto di vista formale dette relazioni godano di una perfetta simmetria nei riguardi degli indici.

Il primo indice è normalmente quello che corrisponde alla grandezza principale (ad esempio $a; A$ ecc.), e avvertiamo che spesso (quando siano escluse possibili ambiguità) esso si può, senza inconvenienti, trascurare sottintendendolo. Diviene invece molto utile allorché dovendo considerare più sistemi di grandezze indicate dalla stessa lettera, esso può servire a distinguere i componenti dell'uno da quelli degli altri.

Il secondo indice invece può essere uno dei numeri 0; 1; 2 e non si può generalmente trascurare.

Ora se per un termine del tipo generico $z_{nm} I_{nm}$ definiamo grado rispetto agli indici la somma $n+m$ dei secondi indici, come per il comune grado algebrico (tenendo però presente che per la periodicità delle sequenze il grado 3 deve ritenersi equivalente al grado zero, il 4 all'uno, ecc.) possiamo dire che le espressioni (27), che qui riportiamo:

$$\begin{aligned} S^0(z_{a0} I_{a0} + z_{a1} I_{a2} + z_{a2} I_{a1}) \\ S^1(z_{a0} I_{a1} + z_{a1} I_{a0} + z_{a2} I_{a2}) \\ S^2(z_{a0} I_{a2} + z_{a1} I_{a1} + z_{a2} I_{a0}) \end{aligned}$$

contengono entro le parentesi termini di ugual grado algebrico e di ugual grado rispetto agli indici. In altre parole ogni espressione è omogenea sia rispetto agli esponenti sia rispetto agli indici.

Questa duplice omogeneità si ritrova in tutte le relazioni fra componenti simmetrici di sistemi trifasi, ed ha molta importanza pratica perchè mercè essa è possibile completare o verificare un'intera espressione noto che sia uno dei suoi termini. Ad esempio le espressioni sopra riportate si possono scrivere facilmente a memoria solo badando alla simmetria dei termini.

Aggiungiamo che il grado rispetto agli indici è sempre uguale al grado della sequenza posta a fattore, e che i due membri di una uguaglianza devono risultare sempre fra loro omogenei nel duplice modo che abbiamo indicato.

24. *Concezione razionale dei circuiti trifasi e delle grandezze che li definiscono.*

Nei problemi e nelle questioni che, a cominciare dal prossimo paragrafo, svilupperemo intorno ai circuiti trifasi qualunque, figurano sempre come dati e come incognite i componenti simmetrici delle terne di grandezze esistenti nel circuito considerato.

A questo riguardo dobbiamo premettere qualche considerazione.

Nella pratica corrente, di fronte ad un circuito trifase disimmetrico e squilibrato, l'attuale tecnica delle misure non ci permette di misurare che le correnti in ciascun filo e le tensioni concatenate o quelle di fase, scelto che sia, per queste ultime, il punto di riferimento. Sembrerebbe quindi logico assumere come dati od incognite queste grandezze, in luogo dei componenti simmetrici da noi adottati.

Ma a parte il fatto che i componenti si dimostrano un comodo ed utile elemento di calcolo, col quale si trattano facilmente anche le questioni più generali e più complesse; esistono delle altre ragioni che diremo fisiche, per consigliarne l'impiego come entità caratterizzanti i circuiti trifasi in luogo delle grandezze relative a ciascun filo.

Nella teoria elementare si considerano i circuiti trifasi come derivati dal raggruppamento di tre monofasi, ma è noto come, questa concezione, semplice, se si vuole, risulti poi imperfetta dato che i circuiti trifasi godono di proprietà loro caratteristiche, che non si ritrovano nei circuiti monofasi. Si pensi ad esempio al campo magnetico ruotante generato dallo stator di un motore o di un alternatore trifase. Il campo è ruotante soltanto finché la macchina è collegata ad una linea trifase; se infatti si stacca un filo, il campo non muta solo di valore, ma anche di natura, da ruotante che era diviene di direzione fissa rispetto agli avvolgimenti che lo producono.

È superfluo ricordare che le proprietà peculiari dei soli circuiti trifasi, derivano dall'esistenza simultanea in essi di una *terna simmetrica* di correnti mossa da una *terna simmetrica* di tensioni.

Queste osservazioni sono ben note ai tecnici, i quali, infatti considerano bensì, gli ordinari circuiti trifasi praticamente simmetrici ed equilibrati, come un insieme di tre conduttori, ma pensano a questo insieme come a un *tutto unico non scomponibile in parti*.

Noi chiameremo *razionale*, questa concezione unitaria dei circuiti trifasi, per distinguerla da quella *elementare* che li assimila all'insieme di tre monofasi.

Ma la precedente concezione razionale viene da noi quasi dimenticata non appena ci si presenti un circuito asimmetrico e squilibrato. È infatti, la disuguaglianza delle correnti nei tre fili e delle tensioni fra di essi, che ci induce a considerare le grandezze relative ad un conduttore come se fossero disgiunte da quelle degli altri.

Ora però che, per quanto abbiamo detto al § 14, una terna qualsiasi, si può considerare come la somma di alcune altre *terne simmetriche*, si può, e ci pare logico, mantenere anche ai generici circuiti trifasi il carattere di un *tutto unico*.

È evidente che all'uopo, basterà pensare e dire che in circuito trifase qualunque è percorso, non da tre distinte e diverse correnti come finora si è fatto, ma bensì dai sistemi simmetrici in cui si può scomporre la terna da esse formata; basterà pensare che il circuito sia sede, non di alcune tensioni concatenate o di fase, ma bensì dei sistemi simmetrici in cui si può scomporre il complesso delle une o delle altre.

È appunto in seguito a questa razionale concezione dei circuiti che ci occupano, che noi abbiamo fatto perdere ai componenti simmetrici il carattere di artificio matematico, sotto il quale li abbiamo finora considerati, per far loro acquistare senz'altro, quello di vere e proprie entità fisiche costituenti i generici circuiti trifasi.

A ciò si potrebbe solo obiettare, che la grandezza dei componenti non è misurabile direttamente, e che per determinarla occorrerà sempre passare attraverso la misura separata

delle singole tensioni e correnti, ma noi riteniamo che si possa studiare, e che, in un non lontano avvenire, si potranno installare dei circuiti di misura indicanti direttamente i valori dei vari componenti che possono coesistere in una terna di conduttori ⁽¹⁰⁾.

Ad ogni modo l'uso dei componenti simmetrici semplifica, come vedremo, notevolmente, molte questioni, specialmente quelle in cui entrano le proprietà peculiari dei sistemi trifasi di grandezze. Rientra, ad esempio, in tale caso lo studio del comportamento delle comuni macchine trifasi allacciate a reti asimmetriche.

Tale uso permette poi una razionale classificazione degli squilibri e delle asimmetrie e soprattutto un facile studio delle loro ripercussioni.

Inoltre, e ciò non è di secondaria importanza, con i componenti simmetrici si può adottare per i circuiti qualunque un linguaggio facile e spedito, in tutto paragonabile a quello comunemente usato per i circuiti simmetrici ed equilibrati.

In questi casi, si suole parlare speditamente, di *tensione* e di *corrente* di un circuito; di *tensione applicata* o *generata* da una macchina; di *corrente erogata* od *assorbita*, ecc., ecc. Analogamente nel caso dei circuiti qualunque sono ugualmente chiare e comode le espressioni: circuito avente la *tensione concatenata diretta* $V_{.11}$, e l'inversa $V_{.12}$; circuito percorso dalla *corrente diretta* $I_{.11}$, dall'inversa $I_{.12}$ (se è il caso si dirà che è percorso anche da una *corrente zero* $I_{.00}$); il tal motore è alimentato dalla *tensione diretta* $V_{.11}$, e dall'inversa $V_{.12}$; il carico del tal generatore è costituito dalla *corrente diretta* $I_{.11}$ e dall'inversa $I_{.12}$, ecc., ecc.

E' evidente che queste espressioni sono ovvie conseguenze della concezione razionale dei circuiti trifasi, e del fatto che per definire un sistema simmetrico basta enunciare il suo vettore principale (quello relativo alla fase scelta come principale) e la sua sequenza.

Intorno alle idee qui succintamente svolte, si può utilmente leggere anche un articolo di L. G. Stokvis ⁽¹¹⁾, il quale nella «Revue Générale de l'Electricité» va, già da alcuni anni propugnando e illustrando l'uso dei componenti simmetrici.

*

Nei seguenti esempi sottointenderemo, finchè è possibile, il primo indice dei vettori individuanti i componenti simmetrici, cioè la lettera che ricorda la fase principale.

25. *Sistema d'ammettenze equivalente ad un sistema di impedenze.* — Siano z_0, z_1, z_2 (sottointeso indice a) le impedenze zero, uno e due che definiscono i componenti simmetrici di una terna qualsiasi di esse. Si tratta di determinare le ammettenze y_0, y_1, y_2 di un sistema equivalente al precedente.

Nel caso di un circuito monofase fra un'impedenza $z = r + jx$ ⁽¹²⁾ e l'equivalente ammettenza $\bar{y} = g - jb$ ⁽¹³⁾ esiste la relazione:

$$\bar{y} = \frac{1}{z} \quad (31)$$

quindi per il principio del § 22 in un circuito trifase scriveremo

$$S(y) = \frac{1}{S(z)} \quad \begin{cases} S(z) = S^0 z_0 + S^1 z_1 + S^2 z_2 \\ S(y) = S^0 y_0 + S^1 y_1 + S^2 y_2 \end{cases} \quad (32)$$

Dalla (31) si ottiene successivamente:

$$\bar{y} = \frac{1}{r + jx} = \frac{r - jx}{(r + jx)(r - jx)} = \frac{r - jx}{r^2 + x^2} = \frac{r}{r^2 + x^2} - j \frac{x}{r^2 + x^2}$$

ossia

$$g = \frac{1}{r^2 + x^2} \quad \text{e} \quad b = \frac{x}{r^2 + x^2} \quad (\text{uguaglianze scalari}).$$

⁽¹⁰⁾ Intorno a questo argomento si veda:

R. D. Evans-New Sequence System of Polyphase Meters. — *Electrical World* - 10 febbraio 1923, pag. 333, o anche: *Journal of A.I.E.E.*, settembre 1923, pag. 973.

⁽¹¹⁾ Sur la définition de la tension, de l'intensité et du facteur de puissance d'un système triphasé. — L. G. Stokvis - *Revue Générale* 2 settembre 1922, pag. 307.

Altri articoli di questo autore verranno citati in seguito.

⁽¹²⁾ In queste relazioni z e y sono quantità vettoriali, r, x, g, b quantità scalari e perciò abbiamo momentaneamente ristabilita la sopralineatura. — Tutte le altre quantità e relative espressioni sono sempre vettoriali.

Analogamente per eliminare dal denominatore della (32) i simboli di sequenza occorrerà moltiplicare ambo i termini della frazione $\frac{1}{S(z)}$ per una espressione, diciamo così, *coniugata* di $S(z)$, così come lo è $r - jx$ rispetto ad $r + jx$.

Tale espressione è:

$$(S^0 z_0 + \alpha^2 S^1 z_1 + \alpha S^2 z_2) \times (S^0 z_0 + \alpha S^1 z_1 + \alpha^2 S^2 z_2)$$

Indicandola con Q , dopo facili sviluppi essa diviene (si ricordi che $\alpha + \alpha^2 = -1$; § 7)

$$Q = S^0 (z_0^2 - z_1 z_2) + S^1 (z_2^2 - z_0 z_1) + S^2 (z_1^2 - z_0 z_2)$$

dopo di che si verifica facilmente che:

$$Q \cdot S(z) = S^0 (z_0^3 + z_1^3 + z_2^3 - 3 z_0 z_1 z_2) = S^0 D_z$$

Con questo risultato la (32) si trasforma successivamente così:

$$S(y) = \frac{1}{S(z)} = \frac{Q}{Q \cdot S(z)} = \frac{Q}{S^0 D_z} = \\ = S^0 \frac{z_0^3 - z_1 z_2}{D_z} + S^1 \frac{z_2^3 - z_0 z_1}{D_z} + S^2 \frac{z_1^3 - z_0 z_2}{D_z}$$

e infine identificando con $S(y) = S^0 y_0 + S^1 y_1 + S^2 y_2$ si avrà:

$$\begin{cases} y_0 = \frac{z_0^3 - z_1 z_2}{D_z} \\ y_1 = \frac{z_2^3 - z_0 z_1}{D_z} \\ y_2 = \frac{z_1^3 - z_0 z_2}{D_z} \end{cases} \quad (33)$$

nelle quali è:

$$D_z = z_0^3 + z_1^3 + z_2^3 - 3 z_0 z_1 z_2$$

Nella stessa guisa si otterrebbero le espressioni reciproche:

$$\begin{cases} z_0 = \frac{y_0^3 - y_1 y_2}{D_y} \\ z_1 = \frac{y_2^3 - y_0 y_1}{D_y} \\ z_2 = \frac{y_1^3 - y_0 y_2}{D_y} \end{cases} \quad (34)$$

ove $D_y = y_0^3 + y_1^3 + y_2^3 - 3 y_0 y_1 y_2 = \frac{1}{D_z}$

Si presti attenzione all'omogeneità delle precedenti espressioni, sia nei riguardi del grado algebrico, sia nei riguardi degli indici (§ 23).

(Il termine $z_2^3 = z_2 \cdot z_2 \cdot z_2$ è di secondo grado algebrico e di grado 1 rispetto agli indici; il termine $z_1^3 = z_1 \cdot z_1 \cdot z_1$ è di grado 2 anche rispetto agli indici; $y_1^3 = y_1 \cdot y_1 \cdot y_1$ è di grado zero rispetto agli indici, ecc., ecc.).

Come caso particolare se le tre impedenze che costituiscono il sistema $S(z)$ fossero uguali, detto z il loro valore, sarebbe:

$$z_0 = z \quad ; \quad z_1 = z_2 = 0$$

e le (33) si riducono, come deve essere, a

$$y_0 = \frac{1}{z_0} = \frac{1}{z} \quad ; \quad y_1 = y_2 = 0$$

Notiamo che, in quanto precede, viene ad essere definito il reciproco $\frac{1}{S(z)}$ di una espressione $S(z) = S^0 z_0 + S^1 z_1 + S^2 z_2$; che ci permetterà quindi di eseguire, quando occorra, il quoziente di due sistemi. (Continua).

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimensile che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 800 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

LA TECNICA MODERNA DELLE TURBINE IDRAULICHE ITALIANE

GUIDO UCELLI

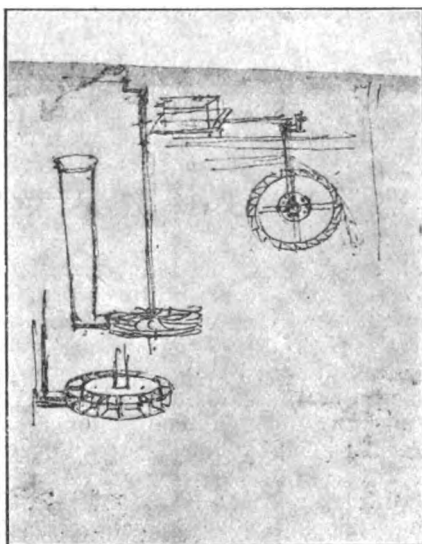
(Comunicazione alla *World Power Conference* - Londra, luglio 1924)

Se ti addivieni di trattare delle acque consulta prima l'esperienza e poi la ragione

LEONARDO DA VINCI (1452-1519).

Generalità e cenni retrospettivi sulla costruzione delle Turbine idrauliche.

La tecnica delle macchine idrauliche ha in Italia tradizioni secolari, tantochè già nel quattrocento Leonardo da Vinci, studiando perfezionamenti ed applicazioni delle antiche ruote,



segnava nelle sue tavole del « Codice Atlantico » concezioni che hanno una impressionante analogia con le moderne costruzioni.

La nota deficienza di giacimenti di combustibili fossili ha necessariamente indotto l'Italia, sin dal primo sviluppo della moderna Tecnica delle utilizzazioni delle forze idrauliche, allo sfruttamento del suo carbone bianco e questa condizione ha favorito il sorgere della Industria delle costruzioni del macchinario idraulico che costituisce ora una delle più caratteristiche produzioni meccaniche nazionali.

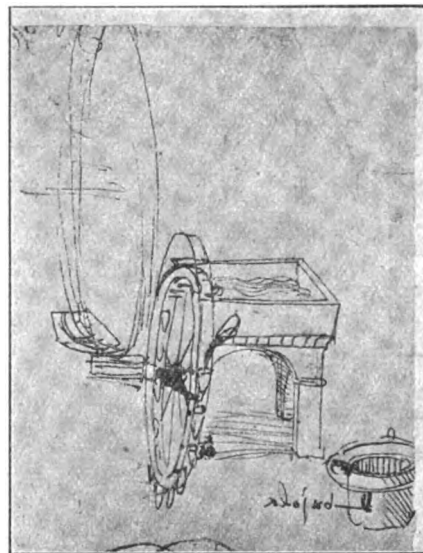
Già prima del 1880 in aggiunta alla fabbricazione delle antiche ruote ad acqua, si cominciarono a costruire in Italia le prime Turbine Idrauliche; ma si considera generalmente a partire dal 1885 (dopo l'entrata in vigore della Legge 10 Agosto 1884 sulla derivazione di acque pubbliche), l'inizio di questa Industria che in breve, anche prima dello sfruttamento attraverso le applicazioni elettriche, si affermò con notevoli Impianti di utilizzazioni locali, per azionamento di singoli Stabilimenti Industriali.

Condizioni generali e speciali, — fra le quali, non ultime, difficoltà dipendenti dalle disposizioni legislative citate e

da altre emanate in seguito che rendevano, in qualche caso, più conveniente anche economicamente lo sviluppo dell'energia termica con combustibili d'importazione. — non favorivano però lo sviluppo degli Impianti tantochè, dopo il promettente periodo dal 1905 al 1911, che portò la media annua di Concessioni a circa 80.000 HP. nominali medi (*), nel quinquennio seguente si scese a una media di circa 45.000 HP. di nuove installazioni all'anno.

Dopo la conflagrazione mondiale l'Italia ha però intrapreso una più intensa utilizzazione delle sue energie idrauliche, favorendola con provvide disposizioni legislative cosicchè, mentre sino al 1914 erano vigenti concessioni idrauliche per circa 1.000.000 di HP., dal 1915 al 1923 questa potenza è stata quasi triplicata e sempre crescenti e ingentissime sono le richieste in istruttoria.

Pur contandosi in Italia importanti Impianti costruiti da reputate Ditte straniere, la grandissima maggioranza delle Turbine installate (non ostante la mancanza di speciali protezioni

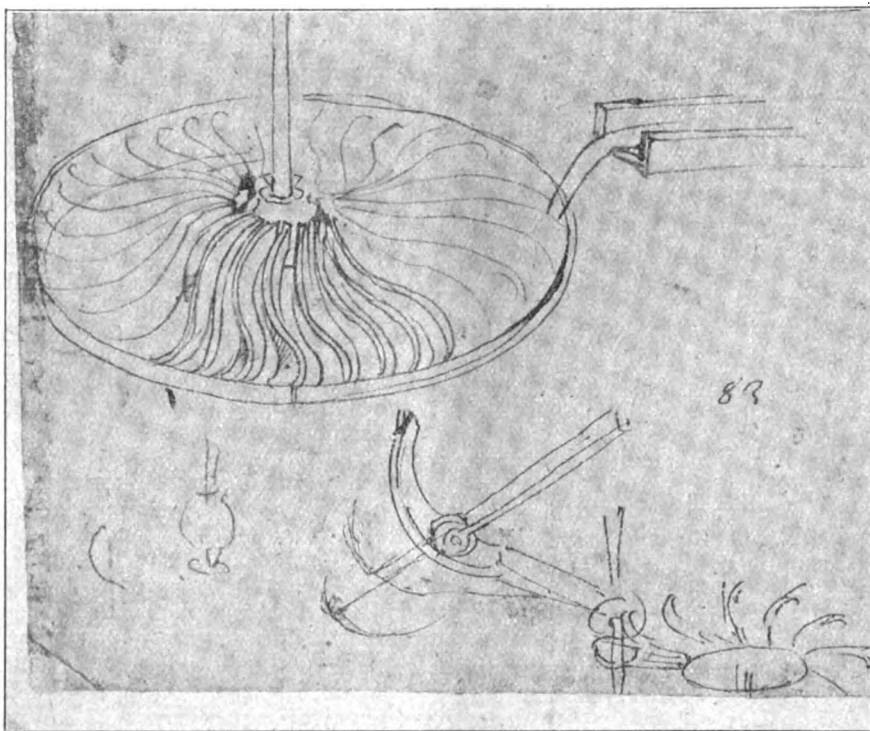


doganali) è di marca italiana. Nell'anteguerra l'importazione delle Turbine potevasi calcolare corrispondente al 15 % ca. della potenza complessiva; dopo il 1915 l'importazione si è

praticamente ridotta a zero. Contro un totale al 30 Giugno 1922 di circa 2.800.000 HP. di Concessioni Governative, le Statistiche a tutto il 1923 fanno già salire ad oltre 3.250.000 HP. la potenza complessiva corrispondente alla produzione delle Turbine per l'Italia dei Costruttori nazionali (figura 1). Considerando lo sfasamento nel tempo e pur tenendo conto delle inevitabili discordanze dovute ai gruppi di riserva e alle diverse basi di calcolo (che generalmente fanno valutare la potenza installata a $3/2$ della potenza media di concessione), già da questi dati sommari risulta evidente l'altissimo valore dell'Industria Nazionale.

Fin dall'inizio le più importanti Ditte italiane si imposero la costruzione delle Turbine caso per caso, dedicando, per le piccole come per le grandi potenze, speciali studi per ogni in-

(*) Nella memoria si è usata la indicazione delle potenze in HP (anzichè in kW come da deliberazione della Commissione Elettrotecnica Internazionale, Torino 1911) essendo tuttora espresse in HP le Statistiche Governative e quelle dei vari Costruttori di macchinario idraulico.



stallazione, allo scopo di raggiungere le più convenienti condizioni di impianto e di esercizio.

Le Turbine costruite in Italia, destinate, sino a questi ultimi tempi, quasi esclusivamente a coprire il fabbisogno nazionale, hanno in massima caratteristiche costruttive corrispondenti alle speciali condizioni degli Impianti italiani e in queste categorie — non essendo vincolate, come detto, a limitati ed invariabili tipi di serie — rappresentano, col graduale aumento delle potenze, col perfezionamento della costruzione, dei dettagli, della regolazione, degli accessori, una evoluzione tecnica ed industriale che non teme confronto con quella conseguita dalle altre Nazioni.

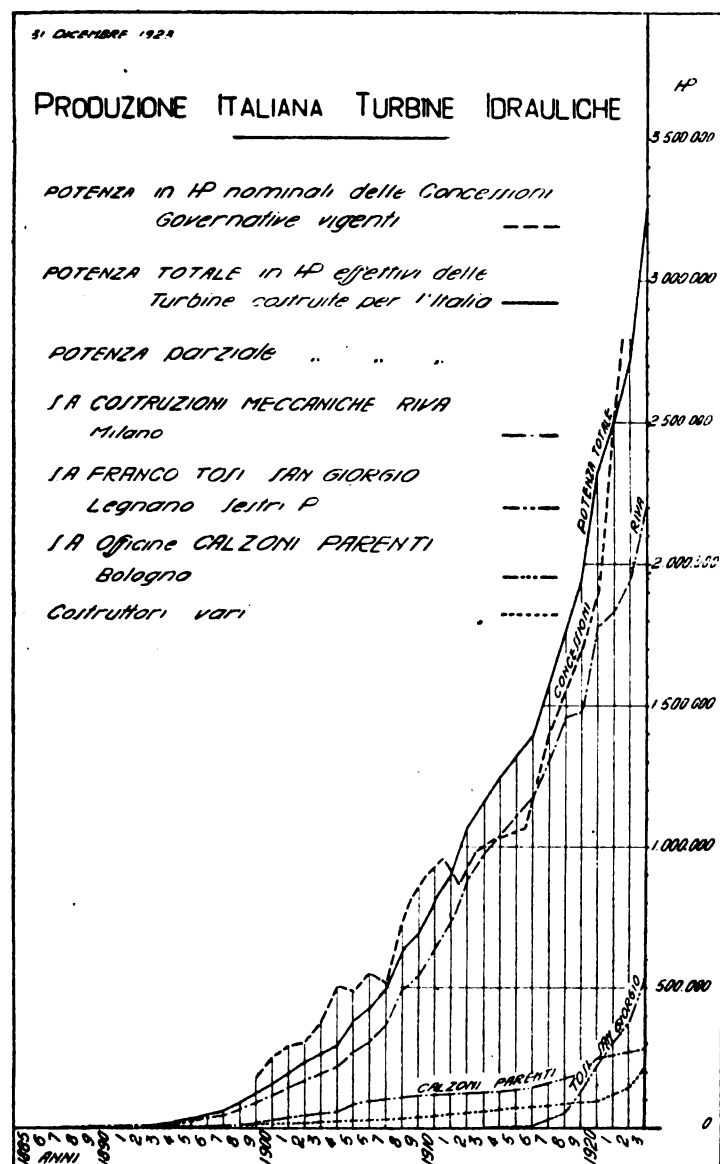


Fig. 1.

Le potenze unitarie sono andate rapidamente aumentando, parallelamente allo sviluppo delle costruzioni elettriche (figura 2).

Nel 1896, per lo storico Impianto di Paderno — primo esempio in Europa di Turbine di grande potenza e di importanti trasporti di energia elettrica a distanza — una Casa Italiana, in gara colle più reputate Industrie Estere specializzate, venne prescelta per la fornitura delle sette Turbine da 2160 HP. cadauna e l'ottimo risultato di questo Impianto — tuttora funzionante dopo oltre 25 anni di ininterrotto esercizio — incoraggiò a più importanti costruzioni, segnando l'inizio delle grandi utilizzazioni delle energie idrauliche, che si dimostrarono in breve fra i maggiori fattori della prosperità del Paese.

Nel 1899 l'alto valore della Tecnica Italiana era riconosciuto in una importante competizione internazionale: alla stessa Casa Italiana veniva affidata la costruzione di Turbine da 3000 HP. per l'impianto di St. Catharines Ontario alle Cascate del Niagara (fig. 3).

Dopo il 1908 si eseguirono unità di potenza superiore a 10.000 HP.: col 1920 si arrivò ai gruppi di 20.000 HP. ed

oltre e attualmente sono in costruzione unità della potenza di 35.000 HP.

Delle Turbine fin oggi costruite la quasi totalità è destinata ad accoppiamento con macchine elettriche, per il cui tramite sono ormai azionate quasi tutte le Industrie italiane, il maggior numero delle Bonifiche, delle Irrigazioni, degli Acquedotti e importanti linee ferroviarie e tramviarie.

Caratteristiche generali degli impianti di Turbine in Italia.

L'Italia, prevalentemente montuosa e con pianure poco estese, non ha i grandi corsi d'acqua che danno luogo a importanti impianti con grandissime portate e con cadute di pochi metri; non sono quindi richieste Turbine di eccezionali dimensioni e non è sentito il bisogno di ruote estremamente veloci.

Gli Impianti con cadute inferiori a 20 metri che, cronologicamente, costituiscono le prime utilizzazioni, pure essendo numerosissimi e di grande importanza industriale perchè molto spesso adibiti al servizio di singoli Stabilimenti, non rappresentano una parte cospicua della potenza totale (ca. il 10 %).

Più importante è il campo degli Impianti con medie cadute (da 20 a 200 metri circa) frequenti in tutte le Regioni d'Italia: in questa categoria notevoli sono le caratteristiche delle costruzioni italiane.

Nelle alte ed altissime cadute, sin oltre i 1000 metri, si contano infine esempi di utilizzazione del più grande interesse, raggiungendosi qui anche le massime potenze unitarie.

Una classe speciale di impianti a media o alta caduta, è quella per la utilizzazione di Laghi naturali o artificiali, preziosi serbatoi di energia per la integrazione dei diagrammi variabili delle Centrali influenzate dall'andamento stagionale. Fra questi il primo attuato, nel gruppo alpino dell'Adamello, rimane ancora uno dei più importanti esempi, pure essendo notevolmente superato dagli ultimi costruiti, fra i quali quello grandioso del Tirso in Sardegna per 460.000.000 di m³.

Applicazioni caratteristiche e di notevole importanza si hanno pure negli Impianti di « accumulazione idraulica » nei quali, durante le ore notturne o festive, con energia di ricupero, si azionano Pompe per il riempimento di un serbatoio sovrastante. L'acqua così accumulata alimenta poi le Turbine che forniscono l'energia necessaria per le « punte » del servizio, nelle ore di massima richiesta. Interessanti sono pure i gruppi Turbine-Pompe Centrifughe di cui si hanno esempi, anche di cospicua potenza, per Impianti di Irrigazione.

Da ultimo notiamo la importanza crescente degli Impianti con comando automatico a distanza che, pur non avendo avuto finora un vasto campo di attuazione, hanno dato occasione a geniali caratteristiche soluzioni da parte di Costruttori italiani.

Generalmente gli Impianti italiani sono accuratamente studiati in ogni dettaglio e la scelta del macchinario è oggetto di scrupolose prescrizioni. La grande cura posta nell'esecuzione degli Impianti si rivela spesso anche nella cura dedicata all'estetica delle Centrali, talune delle quali assurgono alla dignità e ricchezza di veri monumenti architettonici, ciò che impone anche ai Costruttori di Turbine speciale considerazione del problema estetico. Si deve infatti riconoscere alla maggior parte delle Turbine italiane una eleganza costruttiva caratteristica, che unisce alla solidità e sobrietà della costruzione l'armonia del disegno e la finezza e perfezione dei dettagli semplici e accurati.

Turbine a reazione in camera libera per basse cadute.

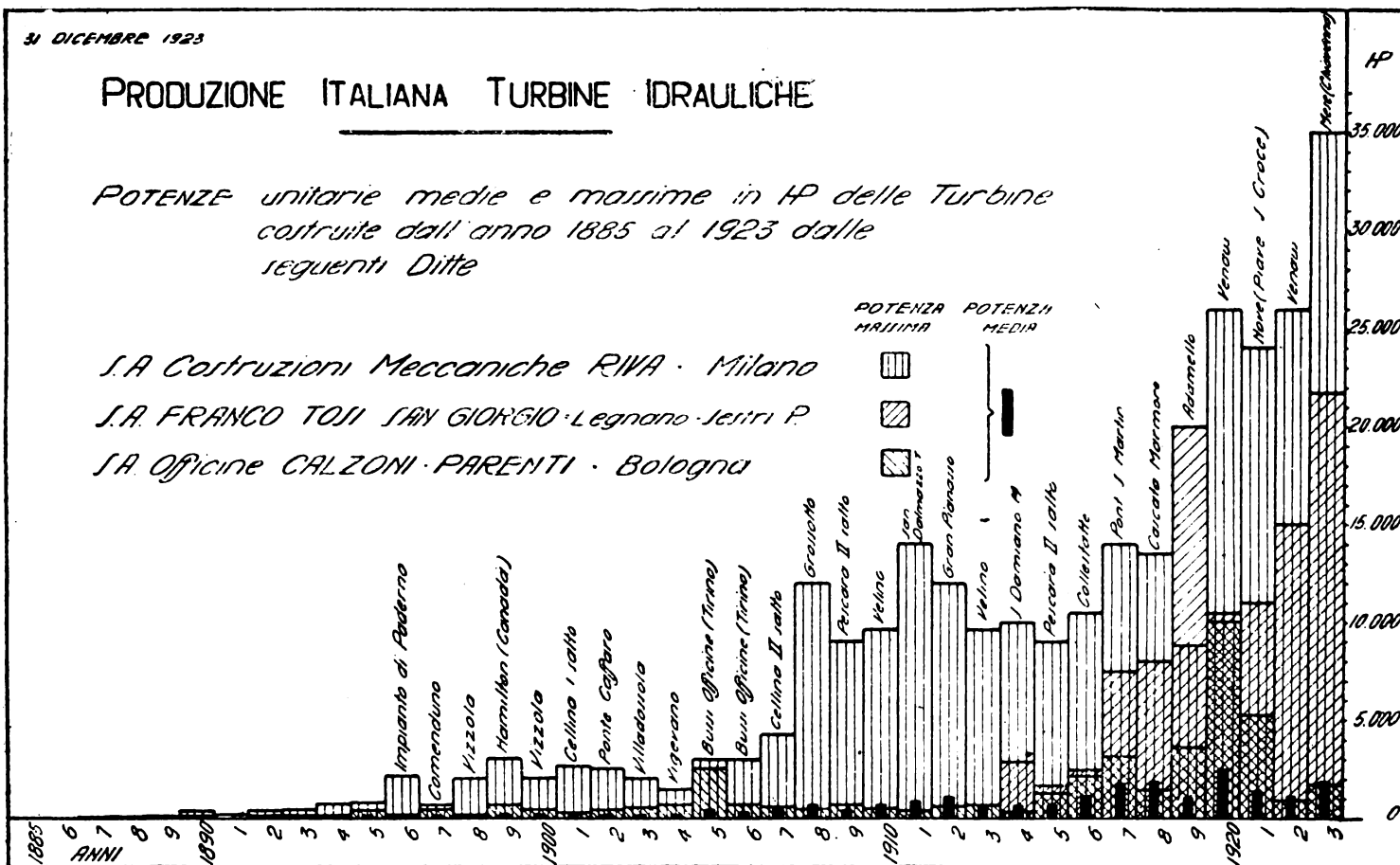
Le Turbine preferite per le basse cadute sono quelle a camera libera, che consentono di raggiungere la massima semplicità ed economia d'impianto, assicurando anche la più grande facilità d'ispezione e di manutenzione.

Da molti anni sono stati completamente abbandonati i vecchi tipi ad azione (Girard e simili) per i rilevanti vantaggi presentati dai tipi a reazione, che permettono un ottimo funzionamento anche con notevoli variazioni nei livelli di arrivo e di scarico. Le cadute utilizzate in camera libera normalmente non oltrepassano i 10-12 metri; raramente si raggiungono i 15-20 metri con camere in cemento armato e questi limiti si sorpassano solo in casi eccezionali.

Le installazioni ad asse verticale sono poco frequenti e si limitano generalmente a casi di bassissime cadute; se ne

hanno però esempi di qualche importanza: già nel 1894 si costruirono le Turbine della Filatura Crespi sull'Adda con ruota unica per 13.500 litri al secondo; nel 1904 la Centrale elettrica di Trezzo per 10.000 HP. complessivi, consumo totale oltre 100 m³. circa e nel 1906 l'Impianto di Cerro al Lambro, con ruote da 12.000 litri al secondo; fra le costruzioni moderne sono notevoli quelle eseguite per la « Tarn » (Francia) 4 unità da 25.000 litri cadauna e 4 da 30.000; in costruzione è una grande Turbina per Busachi (Tirso) con ruota da 25.000 litri (fig. 4).

per superare la velocità specifica n_s (*) delle ruote « americane lente » e « normali » (che hanno valori n_s inferiori a 300) allo scopo di raggiungere velocità atte all'accoppiamento diretto con macchinario elettrico. Pur non realizzandosi generalmente in Italia tutte le condizioni che hanno spinto altri Costruttori verso le caratteristiche delle ruote velocissime, vennero costruiti ed assoggettati a numerose e rigorose prove diversi tipi di ruote veloci, — cioè diagonale centrifugo a reazione, — diagonale con ruote a diverse corone, con distributore cilindrico, conico, ecc.



Nella maggior parte dei casi si preferiscono Turbine ad asse orizzontale (fig. 5, 6 ter); nei casi di Turbine multiple si adottano generalmente disposizioni speciali per poter accedere, anche durante il funzionamento, ai supporti intermedi. Per la miglior utilizzazione delle portate variabili a seconda delle stagioni, nei piccoli Impianti si rende a volte opportuna la disposizione dei gruppi « in tandem », che permette di escludere parte delle ruote per poter funzionare sempre nelle condizioni corrispondenti alla migliore utilizzazione dell'acqua disponibile.

In questi ultimi anni parecchie Case costruttrici, allo scopo di migliorare il comportamento delle Turbine a bassa caduta, eseguirono studi ed esperienze sullo sviluppo e sulle sezioni dei condotti aspiranti, che hanno grandissima importanza in questi Impianti, nei quali talvolta la maggior parte del salto disponibile è in aspirazione, anziché in pressione. In qualche caso si è persino arrivati a collocare l'asse della Turbina ad una quota superiore al pelo di arrivo; utilizzando la intera caduta in aspirazione (Turbine a sifone).

Si sono così individuate caratteristiche costruttive che permettono di raggiungere il miglior ricupero dell'energia corrispondente alla velocità di uscita dell'acqua dalle giranti, pur senza ricorrere alle forme speciali di origine americana (idroconi).

I distributori sono a pale direttrici equilibrate, girevoli, a comando immerso, oppure a « comando esterno » quando l'acqua ha proprietà incrostanti o corrosive. I dispositivi di manovra sono caratteristici: a catena (parallelogrammi articolati) a glifi, a tiranti registrabili, ecc.; i perni delle pale attraversano pressastoppe registrabili, oppure camere in aspirazione per evitare l'uscita dell'acqua.

La costruzione delle giranti è stata oggetto di studi speciali e di accurate esperienze: è noto lo sforzo dei Costruttori

In considerazione però specialmente delle variazioni di portata alle quali sono soggetti gli Impianti italiani, vengono normalmente preferiti tipi di ruote atti ad assicurare un buon rendimento anche a carico parziale e per questo i Costruttori italiani si sono limitati ad una velocità specifica $n_s = 500$ circa.

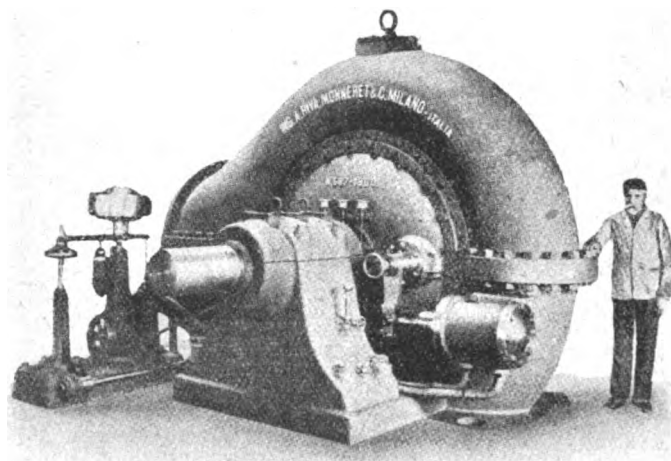


Fig. 3. — Turbina impianto Niagara.
H = 78 m — Q = 3850 l/s. — P = 3000 HP. — N = 286 g.

$$(*) \quad n_s = \frac{n \sqrt{N}}{H \sqrt{H}}$$

n = numero dei giri al 1'.
 H = caduta in metri.
 N = potenza in HP.

Turbine a reazione in camera forzata per medie cadute.

Considerando le medie cadute comprese fra i 20 ed i 200 metri circa, si contano fra queste quelle utilizzate nella maggior parte degli Impianti eseguiti in Italia fin verso il 1908 e ancor oggi in questa categoria, che rappresenta circa il 50 per cento della potenza complessiva installata, si annoverano costruzioni notevolissime per la potenza raggiunta e per i perfezionamenti tecnici applicati.

La posizione di primo ordine dell'Industria italiana in queste costruzioni era riconosciuta fin dal 1899, anno in cui furono ordinate all'Italia Turbine Francis da 3000 HP. per l'Impianto già citato alle Cascate del Niagara.

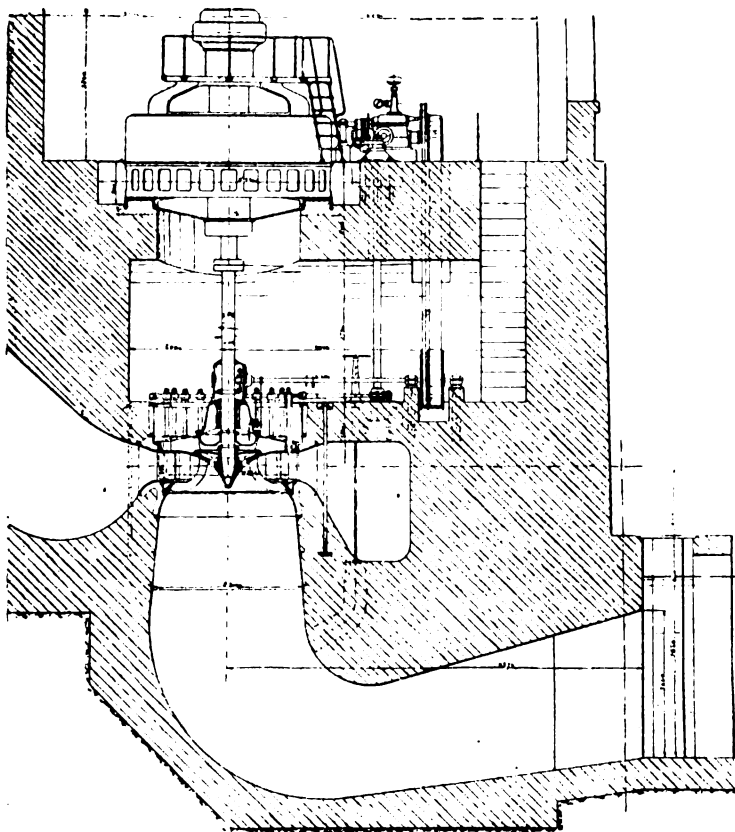


Fig. 4. — Impianto Busachi (Tirso).

Turbina per $H = 17$ m. — $Q = 25.000$ l/s. — $P = 4500$ HP. — $N = 214$ g.

Prescindendo dai vari, per quanto interessanti, esempi di Turbine « ad azione » tipo « Schuamkrug » per cadute di 150 e 170 metri (Impianti Spoleto e Piedimulera) — tipo abbandonato da una quindicina d'anni — sono invece particolarmente notevoli gli Impianti di Turbine « a reazione » tipo Francis, specialmente per gruppi di grande potenza.

La disposizione ad asse orizzontale è generalmente preferita in Italia. Si sono però eseguiti anche Impianti di qualche importanza ad asse verticale ed altri sono in corso di esecuzione (un gruppo di 24.000 HP. per la Centrale Velino-Terni, tre unità da 3000 HP per Castelnuovo Garfagnana, ecc.).

Le disposizioni più frequentemente adottate ad asse orizzontale sono: — con ruota unica a scarico semplice: Niagara (fig. 3), Bussi, Cedegolo, Velino, Fadalto I°, Volturno, Maira, Farfa, Crego, Corfino, Tanagro, Susa, ecc. — a doppio scarico: Cellina, Zogno, Giais, Pescara II°, Cismon, Serchio, Poschiavino, Aymavilles, Furlo, Coghinas, ecc. — con due ruote a scarico unico centrale: Pennarossa, Robbiato, Castelmada, Boffetto, Nera Montoro, Brasimone II° (fig. 7), Fadalto Nuovo, Arserio (Rossi) ecc.; — infine a due ruote con scarichi separati: Tirso, Molare, Borzonasca, ecc.

Fra le Turbine con quest'ultima disposizione è di speciale interesse la costruzione con dispositivo per funzionare con una sola ruota, in caso di forte riduzione della portata, analogamente a quanto praticato con le Turbine in tandem a camera libera (fig. 8).

Caratteristica è la disposizione con ruota montata di sbalzo sull'asse dell'alternatore, disposizione che elimina la necessità di attraversare coll'asse il gomito aspirante nei casi ove basta la semplice equilibratura idraulica della spinta assiale e, limitando a due soli i supporti del Gruppo idroelettrico, riduce

al minimo l'ingombro del macchinario con notevole economia anche nella costruzione del fabbricato.

Importante applicazione di questa disposizione sono le Turbine del 1° Impianto Velino (Terni) da 10.000 HP. ciascuna, funzionanti a 900 giri con 190 metri di salto.

Notevole infine la disposizione con « ruote in serie », brevettata nel 1908, colla quale si suddivide su diversi elementi la caduta disponibile nei casi in cui questa fosse notevolmente elevata, ma non ancora adatta per l'applicazione di ruote Pelton.

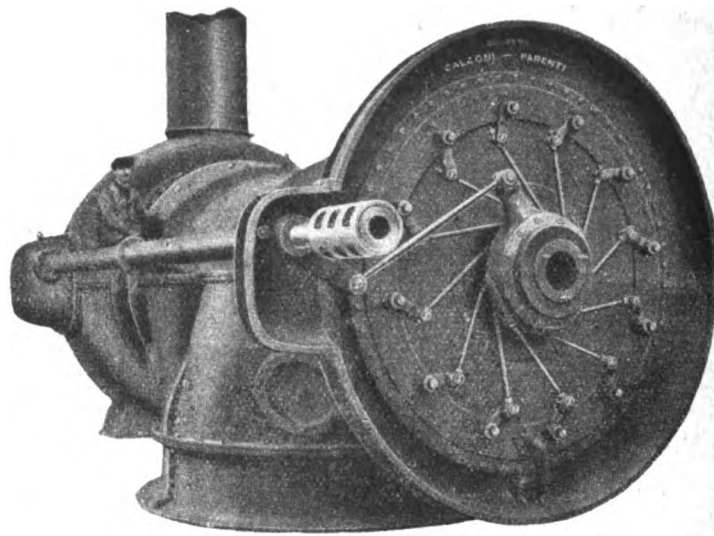


Fig. 5. — Impianto Ponte Fiume (S. Giovanni Incarico).

Turbina per $H = 15.50$ m. — $Q = 33.800$ l/s. — $P = 5500$ HP. — $N = 250$ g.

Di questi ultimi tempi si è pure introdotta in Italia la costruzione delle Turbine « Turgo » per applicazioni in campi analoghi a quelli cui sopra.

Le camere forzate per le Turbine Francis, generalmente a spirale, sono il più spesso in ghisa, — in caso di grandi portate in lamiera: Nera Montoro caduta 23 metri portata litri 120.000 smaltita da 4 gruppi, Brasimone (Fig. 7), Tronto, ecc. — e per alte pressioni in acciaio fuso: Velino, Volturno, ecc.

Degno di speciale rimarco è l'Impianto ultimamente messo in esercizio che utilizza la derivazione Piave-Santa Croce, in condizioni particolarmente favorevoli, usufruendo di un Lago naturale come bacino di carico.

Questa derivazione alimenterà, a lavori ultimati, un complesso di Impianti per una potenza di oltre 300.000 HP.; attualmente sono già eseguiti tre Gruppi da 24.000 HP. cadau-

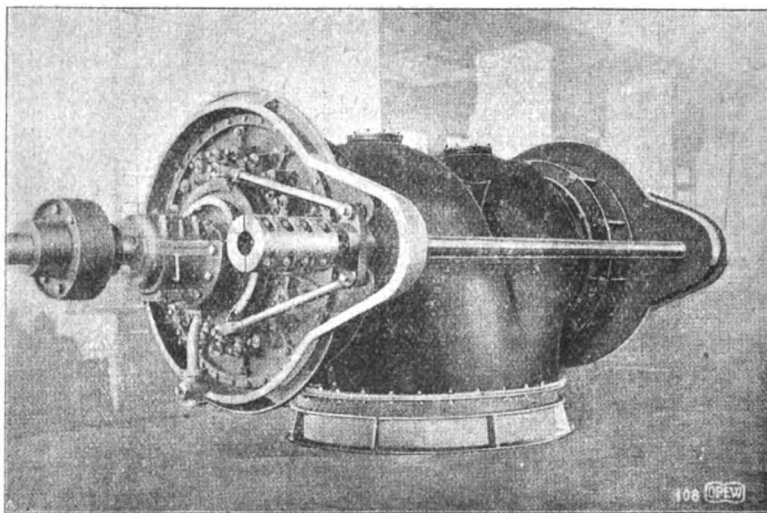


Fig. 6. — Impianto di Juckar (Spagna).

Turbina per $H = 12,20$ m. — $Q = 14.400$ l/s. — $P = 1900$ HP. — $N = 300$ g.

no con Turbine Francis a 420 giri con due spirali e scarico unico centrale, utilizzando una caduta variabile da 84 a 110 metri, che rappresentano le maggiori unità a reazione in servizio nel nostro Paese (Fig. 9).

Le ruote mobili nei vari tipi veloce, normale, lento (n , da 300 a 50) vengono costruite in ghisa, oppure con pale riportate in lamiera di acciaio e per le cadute più elevate in bronzo, od anche in acciaio fuso.

Per il distributore, a pale girevoli, abbandonate le vecchie costruzioni a glifo interno, viene oramai adottato sempre il comando a manovra esterna, la cui prima notevole applicazione risale al 1905. La costruzione originaria con leve convergenti comandate da un anello centrale (Giamà) è stata man mano modificata dai singoli Costruttori, talvolta con un doppio rimando di leve, tal'altra con leve divergenti, pure azionate da un anello esterno (Pescara): ultimamente si è applicato il comando cosiddetto « a catena » ed il comando con tiranti registrabili indipendenti, come nei tipi già citati di distributori delle Turbine a camera libera.

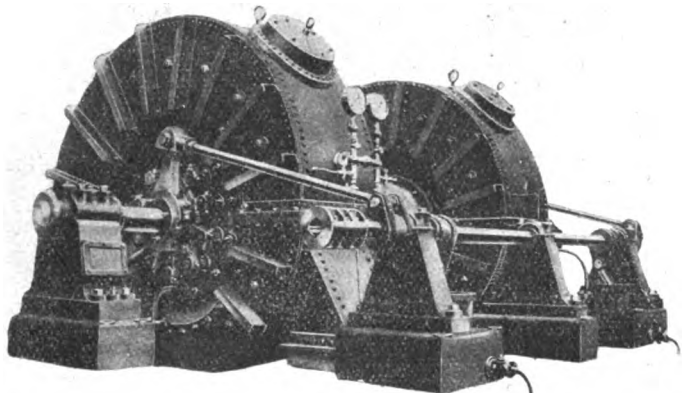


Fig. 7. — Impianto del Brasimone II° Salto (Appennino).
Turbina per $H = 38$ m. — $Q = 6000$ l/s. — $P = 2500$ HP. — $N = 630$ g.

L'equilibratura della spinta assiale è in genere ottenuta idraulicamente in modo automatico, senza ricorrere cioè alla applicazione di speciali supporti di contropinta od equilibratori sussidiari. In casi speciali sono anche adottati dispositivi con equilibratori indipendenti a circolazione d'olio sotto pressione.

Sulle superfici di tenuta delle ruote e dei coperchi si riportano anelli intercambiabili per semplificare le manutenzioni e, nelle unità importanti, si prevede anche la possibilità di registrare dall'esterno, senza smontare la macchina, gli anelli dell'equilibratura idraulica, laddove questi, per la qualità dell'acqua, sono soggetti a rapido deterioramento.

Turbine ad azione per alte cadute.

Solo verso il 1908 si è in Italia decisamente iniziata l'utilizzazione delle alte cadute, giacchè prima di tale epoca si avevano solo rari e modesti Impianti con pressioni superiori ai 200 metri.

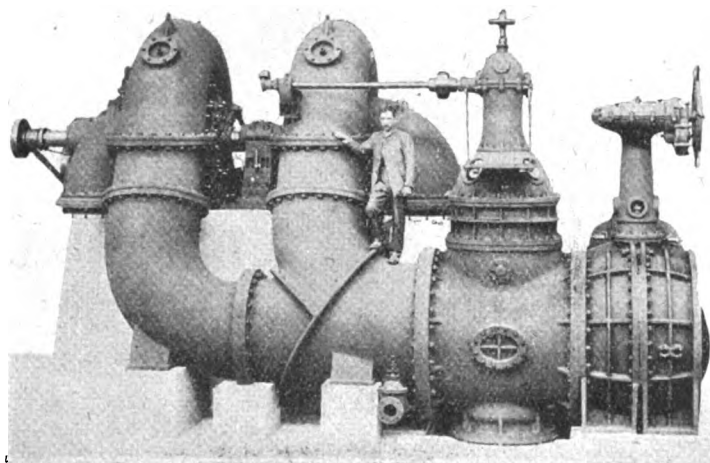


Fig. 8. — Impianto di Barcellona (Spagna).
Turbina per $H = 56$ m. — $Q = 8000$ l/s. — $P = 4675$ HP. — $N = 750$ g.

Oggi le Turbine ad azione tipo « Pelton », macchine veramente perfette sotto ogni rapporto per l'elevato rendimento e per la notevole semplicità di costruzione, rappresentano una categoria di importanza cospicua (circa il 40 % della potenza totale degli Impianti italiani) e permettono l'utilizzazione delle più alte cadute praticamente realizzabili (1000-1500 metri).

Il volume d'acqua nelle utilizzazioni di elevate cadute è sempre relativamente limitato, arrivando ad un massimo di poco superiore ai 10.000 litri; si raggiungono tuttavia potenze molto considerevoli nelle singole unità.

Per ottenere un numero di giri elevato in rapporto alla caduta ed alla portata disponibili, si costruiscono Turbine a getti multipli (due o più) agenti sulla stessa ruota ed anche Turbine a ruote multiple, con uno o più getti per ruota. (figura 10). La disposizione adottata è sempre ad asse orizzontale: sono però ora in istudio anche unità di grande potenza ad asse verticale, per un nuovo Impianto alpino. Notevoli sono le applicazioni con ruota a sbalzo sull'asse dell'Alternatore.

Le Turbine Pelton richiedono particolari cure nello studio nel disegno, nella scelta dei materiali e nei dettagli esecutivi, per ottenere la più assoluta sicurezza anche in caso di eccezionali sollecitazioni che si dovessero eventualmente verificare per imprevedibili circostanze (velocità di fuga, ecc.).

I distributori a sezione rettangolare con regolazione a lingua mobile sono da tempo quasi completamente abbandonati. Nel 1906, dopo studi e prove accurate eseguite in un Impianto

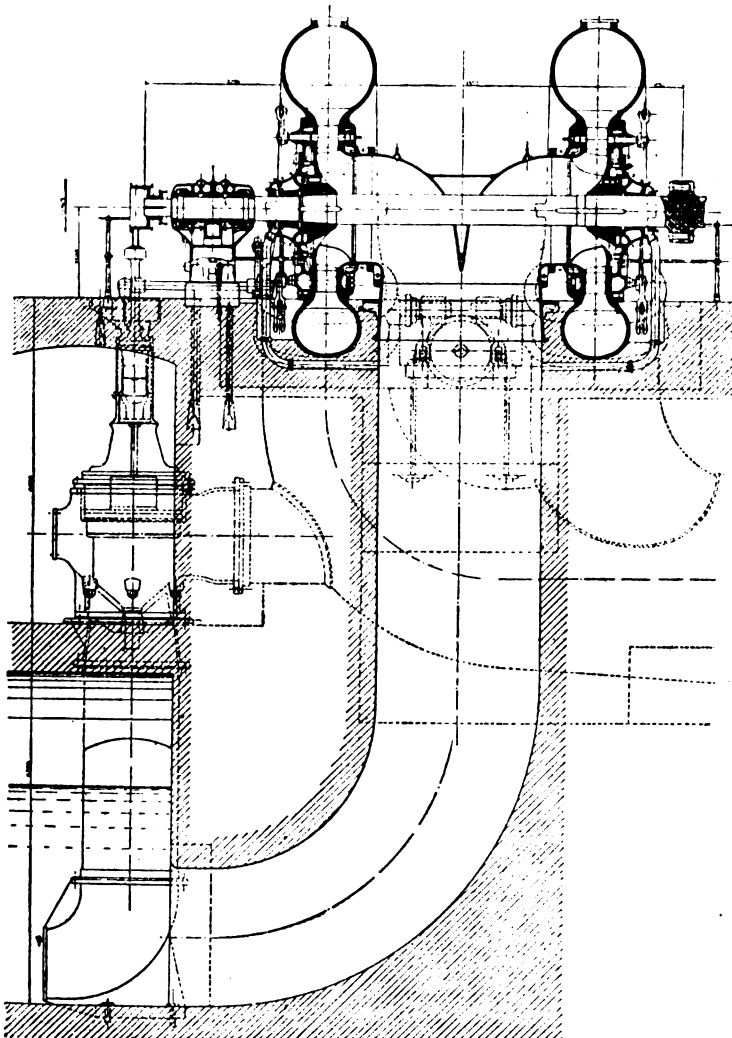


Fig. 9. — Impianti Piave-S. Croce (Vittorio Veneto).
Turbina per $H = 110$ m. — $Q = 20.000$ l/s. — $P = 24.000$ HP. — $N = 420$ g.

sperimentale su diversi tipi, venne determinata la forma più opportuna della spina, dei bocchelli e delle pale Pelton per il getto d'acqua a sezione circolare. Tali forme, studiate dai Costruttori italiani, differiscono dal tipo originario Abner- Doble ed assicurano un getto d'acqua perfettamente cilindrico e omogeneo con qualunque grado di apertura del distributore, la migliore utilizzazione dell'energia sulla ruota e la massima resistenza alle corrosioni.

Le pale, in ghisa in acciaio o in bronzo, sono generalmente costruite separatamente e solidamente fissate al disco calettato sull'asse con dispositivi speciali, oppure, a volte, fuse in un sol pezzo col disco. Le superfici percorse dall'acqua sono lavorate a lucido. Negli Impianti più importanti, ultimamente eseguiti, il disco a sua volta è applicato su un mozzo centrale riportato che viene calettato sull'albero in modo definitivo, restando facilitato lo smontaggio della ruota per i ricambi.

La manovra a mano per l'avviamento, di cui sono generalmente provviste le Turbine, è spesso costituita nelle grandi unità da un servomotore idraulico, funzionante colla pressione della condotta forzata.

Le Turbine Pelton alimentate da tubazioni di grande importanza richiedono l'applicazione di dispositivi atti ad impe-

dire la formazione di colpi d'ariete pericolosi. A questo scopo, in sostituzione degli apparecchi di « scarico sincrono » si usa ora generalmente il dispositivo di « deviazione automatica del getto combinata colla chiusura lenta automatica della spina di regolazione » secondo lo schema brevettato da un Costruttore italiano nel 1908.

Il Regolatore mantiene costante la velocità della Turbina per qualsiasi variazione di carico, intervenendo col deviatore a togliere istantaneamente il getto della ruota, senza influire sulla portata, mentre, colla successiva richiusura lenta della spina si stabilisce — dopo un certo tempo regolabile a volontà — l'apertura del distributore corrispondente al nuovo regime, senza provocare aumenti sensibili di pressione. La richiusura della spina si compie generalmente in periodo di tempo variabile da 20 a 40 secondi e la quantità d'acqua deviata e non utilizzata risulta pertanto del tutto trascurabile, ciò che costituisce un grande vantaggio negli Impianti a serbatoio. Il deviatore automatico presenta inoltre il pregio della massima semplicità e robustezza, essendo costituito da pochi organi meccanici, fra loro collegati in modo tale che, una volta registrati, non permettono nessun spostamento.

Con questo importantissimo perfezionamento, ben noto nella letteratura tecnica ed applicato con varianti dai diversi Costruttori, si è ottenuta una soluzione perfetta del problema della regolazione delle Turbine ad azione e, raggiunta la massima sicurezza per le condotte forzate, fu grandemente facilitata la pratica utilizzazione delle cadute più elevate. La deviazione del getto è attuata in diverse forme dai vari Costruttori; fra i brevetti derivati può presentare interesse il dispositivo di deviazione mediante un tegolo che dirige parte del

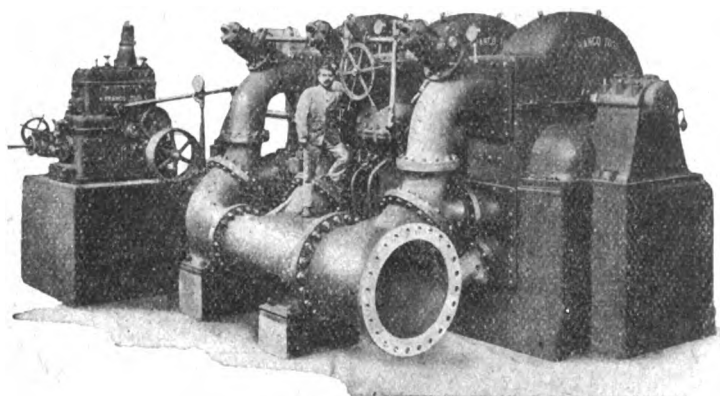


Fig. 10. — Impianto dell'Ozola.

Turbina per N 220 m. — $Q = 4000$ l/s. — $P = 9000$ HP. — $N = 500$ g.

getto deviato contro il dorso delle pale, esercitando azione frenante sulla ruota. Un dispositivo di grande semplicità per ottenere la deviazione mediante scomposizione centrale della spina, pur avendo avuto applicazioni funzionanti da diversi anni, non ha dimostrato in pratica vantaggi speciali.

Il rapporto caratteristico d/D fra il diametro d del getto e quello D della ruota è stato spinto in qualche costruzione, per realizzare elevata velocità, sino a $1/3,5$ conservando le caratteristiche di buon rendimento. Le massime dimensioni sono state raggiunte da getti di 20 cm. e da pale della larghezza di 65 centimetri.

La costruzione delle grandi unità in Italia si può considerare iniziata nel 1908 con le Turbine Pelton da 12.000 HP, per l'impianto di Grossotto; seguirono nel 1911 le unità da 14.000 HP per San Dalmazzo di Tenda; nel 1917 quelle da 15.000 per Pont Saint Martin (fig. 11); nel 1919 la Pelton da 20.000 HP per l'Adamello (Lago d'Arno) con 900 metri di salto (fig. 12) e nel 1920 le note turbine dell'impianto di Venaus (Moncenisio) che sotto una caduta statica di 1100 metri raggiungono, con una sola ruota ed un solo getto, la potenza di 26.000 HP costituendo, credesi, esempio primo nel mondo con caratteristiche di pari importanza. Questa potenza però è oggi già superata dalle turbine da 35.000 HP in costruzione per l'impianto di Mese, ai piedi dello Spluga.

Fra gli Impianti di speciale interesse per le sue caratteristiche eccezionali è da notare quello di Bardonecchia delle FF. SS. — oggetto di studio anche da parte dei tecnici stranieri. — Si tratta di gruppi di ruote Pelton da 6000 HP cadauno, costituiti da due ruote sul medesimo asse, una alimentata da due getti con un salto di 200 metri, l'altra da un solo getto, caduta 600 metri, velocità comune 500 giri (fig. 14).

Corrosioni e incrostazioni delle turbine.

Cure e studi speciali sono richiesti per ridurre al minimo le cause e le conseguenze delle corrosioni e delle incrostazioni.

Turbine in condizioni apparentemente identiche hanno comportamenti assai dissimili per diverse proprietà fisiche o

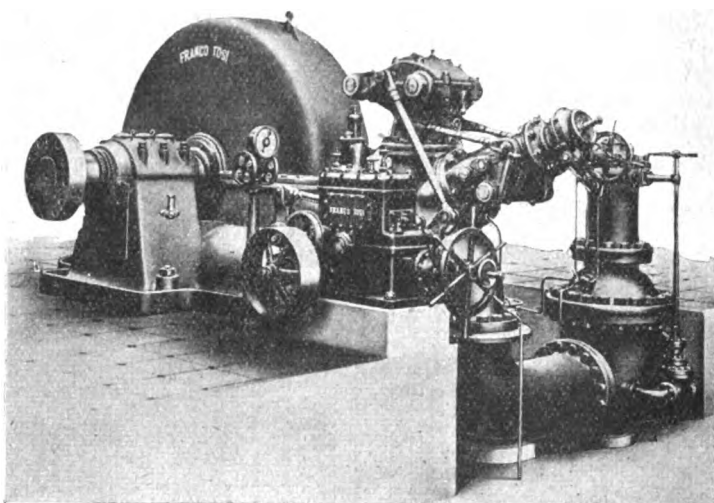


Fig. 11. — Centrale di Pont Saint Martin (Aosta).

Turbina per $H = 525$ m. — $Q = 2600$ l/s. — $P = 15.000$ HP. — $N = 504$ g.

chimiche dell'acqua, talvolta appena percettibili: ne segue che là ove il miglior acciaio si consuma rapidamente, resistono bene il bronzo od altre leghe, oppure viceversa. In taluni impianti dell'Italia centrale invece l'acqua lascia delle incrostazioni calcaree, che in tempo relativamente breve raggiungono spessori considerevoli.

Si sono quindi studiate delle forme di ruote e di distributori atte a ridurre al minimo le usure ed i depositi e a facilitare i necessari ricambi, mentre si esperimentano sempre diligentemente i comportamenti dei vari materiali e delle varie leghe.

A riparare le corrosioni si usa pure frequentemente con brillante successo la saldatura autogena, sia per le ruote Pelton che per le Francis.

Regolazione delle turbine.

La difficoltà di ottenere una precisa regolazione, mantenendo inalterata la velocità e proporzionando automaticamente al carico assorbito la potenza sviluppata, fu uno dei più gravi ostacoli che in passato limitarono lo sviluppo delle turbine idrauliche.

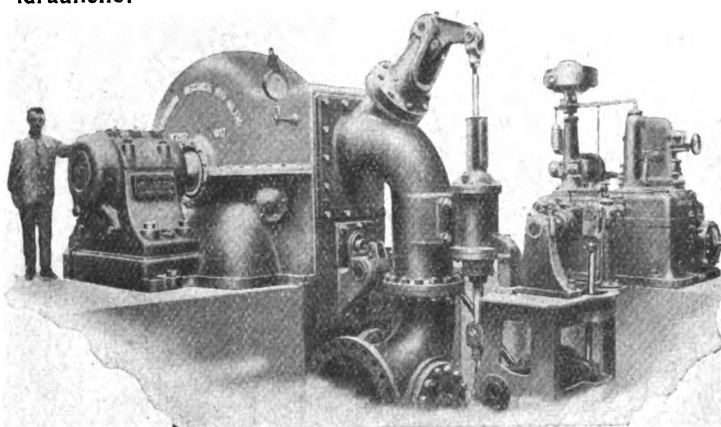


Fig. 12. — Impianto Adamello (Lago d'Arno).

Turbina per $H = 920$ m. — $Q = 2100$ l/s. — $P = 20.000$ HP. — $N = 501$ g.

I primi Regolatori costruiti ebbero servomotore meccanico; più tardi furono largamente usati i Regolatori a servomotore idraulico tutte le volte che la pressione disponibile era sufficiente allo scopo; infine, ad evitare le ben note difficoltà d'esercizio con acque impure, si usarono i regolatori con servomotori a pressione d'olio, che però, a cagione del costo elevato dell'impianto per produzione dell'olio in pressione, potevano essere applicati esclusivamente nelle grandi Centrali.

Solo nel 1900, per merito di un valente tecnico italiano, si ebbe la soluzione radicale del difficile problema che da anni era l'oggetto di studio da parte di tanti costruttori ed inventori, colla creazione del noto Regolatore autonomo a pressione d'olio

che, raccogliendo in un solo aggregato di piccole dimensioni e di costo moderato tutto quanto occorre al suo funzionamento, rappresentò la soluzione completa del problema.

Il principio di questo Regolatore venne man mano adottato da tutti i costruttori di Turbine, sia in Italia che all'estero, con semplici varianti di forma e si dimostrò così rispondente allo scopo e perfetto che, pur attraverso oltre un ventennio di studi ed esperienze, informa tuttora invariato le migliori costruzioni del genere.

I Regolatori attuali, anche nelle diverse forme studiate da costruttori italiani, mantengono le caratteristiche fondamentali del primo esemplare citato, pur essendo stati perfezionati e completati con dispositivi diversi per corrispondere alle esigenze delle varie applicazioni e cioè:

- per la messa in parallelo di diversi gruppi con manovra dal quadro delle centrali elettriche;
- per la regolazione dell'apertura delle Turbine in proporzione alla portata d'acqua disponibile;
- per regolare la differenza di giri da pieno carico a vuoto (staticità) da un dato massimo, positivo o negativo, sino a zero (isodromia);
- per impedire la « fuga » delle Turbine provocandone l'arresto in caso di rottura della cinghia di comando del regolatore;
- per funzionare, a scelta, a diverse velocità prestabilite, come è richiesto dagli impianti a due o più frequenze;
- per la messa in marcia e l'arresto delle Turbine a distanza, ecc.

I Regolatori sono generalmente costruiti in serie normali di varie grandezze, con potenze crescenti da circa 50 kgm. a 4000 kgm: modelli speciali sono eseguiti solo per Turbine di eccezionale importanza.

Il tempo di regolazione, richiesto dal servomotore per fare tutta la sua corsa, varia generalmente da 2 a 4 secondi e consente una perfetta regolazione della velocità con un piccolo valore del GD^2 delle masse rotanti, mentre esclude la possibilità di pericolosi colpi d'ariete nelle Turbine alimentate da tubazioni. La staticità è generalmente contenuta nel limite del 4-5 per cento.

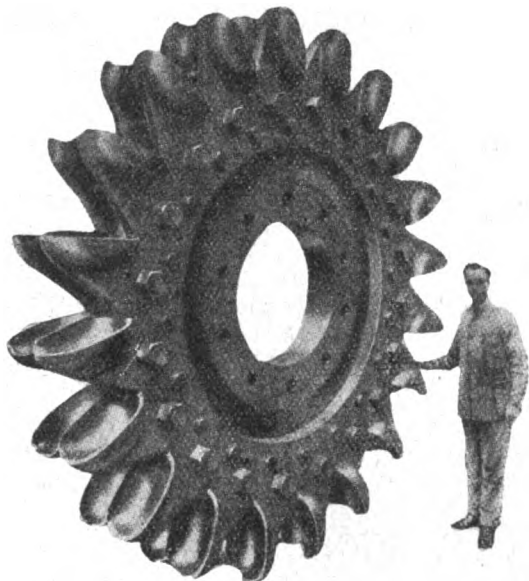


Fig. 13. — Impianto di Venaus (Moncenisio).
Ruota Pelton $H = 1020$ m. — $Q = 2400$ l/s. — $P = 26.000$ HP. — $N = 500$ g.

Fra i diversi tipi italiani derivati è da notare in modo particolare il Regolatore « a campana manometrica regolatrice » che invece di utilizzare il pendolo centrifugo per il comando del servomotore, utilizza la pressione statica di una colonna liquida, la cui pressione è generata da una pompa centrifuga e varia col quadrato del numero dei giri.

In questo Regolatore sono pure notevoli il « servomotore rotativo a pressione d'olio » e vari altri dispositivi che rendono la costruzione una delle più interessanti fra le congeneri.

Altro rinomato costruttore italiano eseguisce un tipo caratterizzato principalmente dal comando della valvola distributrice a mezzo di un servomotore e dalla disposizione del pendolo centrifugo coassiale con la valvola di regolazione, realiz-

zando per tale modo notevole semplicità negli organi di comando del servomotore.

Studi particolari esigono, in relazione al funzionamento dei regolatori, gli Impianti muniti di lunghe condotte forzate ad evitare i fenomeni di colpi d'ariete dovuti ad aperture od a chiusure troppo veloci dei distributori.

E' vanto della Scienza italiana, per merito degli studi magistrali del Prof. Lorenzo Allievi, lo sviluppo completo e rigoroso della teoria di questo fenomeno; la pratica sperimentale ha esattamente confermato i risultati previsti dal calcolo e poterono così stabilirsi regole sicure per la costruzione delle tubazioni, delle valvole sincrone e dei Regolatori di pressione.

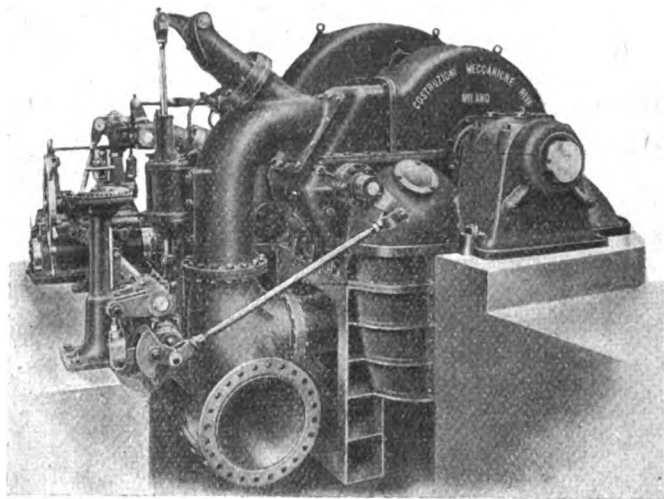


Fig. 14. — Impianto Bardonecchia (Ferrovie Stato).

Turbina per due salti:

$H = 600$ m. — $Q = 500$ l/s. — $P \approx 6000$ HP. — $N = 50$ g.
 $H = 200$ m. — $Q = 1200$ l/s.

A permettere una valutazione del progresso raggiunto nell'importante campo della regolazione basterà ricordare che nel collaudo recentemente effettuato sulle Turbine Pelton di Venaus, il distacco repentino del carico di circa 26.000 HP ha dato luogo ad una variazione di velocità inferiore del 5 % della normale di 500 giri, mentre il deviatore del getto, applicato alla Turbine per impedire la formazione dei colpi d'ariete nella condotta forzata, ha esplicato un'azione così perfetta che al manometro registratore fu constatata una variazione quasi impercettibile nella pressione normale di servizio di 102 kg. cmq.

Centrali automatiche.

Il comando automatico a distanza del macchinario di Centrali idroelettriche, realizzato in taluni casi mediante dispositivi esclusivamente elettrici, è stato oggetto di varie applicazioni, ma non ebbe finora notevole sviluppo.

Anche questo difficile problema venne brillantemente risolto con dispositivi idrodinamici da un geniale tecnico italiano, usando « servomotori rotativi » già da lui studiati e brevettati precedentemente per altre applicazioni: la soluzione consiste nell'applicare detti servomotori alle manovre di apertura e di chiusura delle Turbine a mezzo del loro Regolatore normale, — il comando dei servomotori rotativi, quando deve essere eseguito a grande distanza, viene effettuato elettricamente mediante un semplice elettromagnete.

Anche nel caso di Centrali asincrone si è ottenuta una geniale soluzione del problema dell'automaticità mediante un apparecchio speciale « idrodinamico », in aggiunta al Regolatore di velocità, azionabile elettricamente a distanza. Si possono così effettuare automaticamente le manovre per l'inserzione o per il disinnesto della Centrale automatica della rete, mentre durante il funzionamento continuano, sempre automaticamente, le ordinarie manovre di regolazione della velocità, di apertura della Turbina in proporzione alla portata d'acqua disponibile, ecc., ecc.

Un esempio notevole di impianto con comando a distanza è quello di Turbigo Inferiore, in cui funziona un gruppo da 2000 HP completamente controllato dalla Centrale superiore, lontana quasi un chilometro, ed un interessante esempio di Centrale automatica asincrona è quello di Piazzola sul Brenta (Amm. Camerini) con un gruppo da circa 300 HP.

Studi completi e brevetti esistono anche per applicare lo stesso sistema di comandi elettro-idro-dinamici per il completo automatismo di Centrali idroelettriche con normali alternatori.

Accessori per impianti idraulici.

Per il completamento degli Impianti i costruttori italiani forniscono normalmente tutti gli organi accessori: paratoie e valvole di vari tipi (valvole automatiche, valvole sincrone a richiusura o ad efflusso integratore) con appropriati meccanismi di comando — a mano, — a servomotore idraulico, — a motore elettrico, — con apparecchi elettro-idrodinamici per funzionamento automatico, o a distanza, con dispositivi interessanti, taluni dei quali oggetto di originali brevetti.

Le tubazioni forzate nei vari tipi chiodati, saldati e « blindati » sono oggetto dell'attività di alcuni costruttori di Turbine ed anche di rinomate Industrie particolarmente specializzate.

Costruttori italiani di Turbine idrauliche.

Produzione complessiva per Italia ed estero.

| DITTA | Sede | Inizio costruz turbine | Numero turbine | Potenza complessiva turbine costruite al 31-12-1923 HP |
|--|--------------------------|------------------------|----------------|--|
| S. A. Costr. Meccaniche Riva Ditte Riunite A. Riva-A. Calzoni | Milano | 1885 | 2699 | 2.258.729 |
| S. A. Franco Tosi S. A. San Giorgio | Legnano } Sestri P. } | 1913 | 204 | 567.000 |
| S. A. Officine Calzoni-Parenti (trasformata nella S. A. Officine Parenti già Off. Riunite Calzoni-Parenti - 1-1-1924) | Bologna | 1885 | 2218 | 288.575 |
| Ing. S. De Pretto & C. (1893-1916: 771 Turbine = 48990 HP) S. A. De Pretto-Escher Wyss (1921-1923: 165 Turbine = 108048 HP) | Schio | 1893 | 936 | 157.038 |
| S. A. Cantieri Navali-Acciaierie già Società Veneta di Costruzioni Meccaniche e Fonderia - Treviso | Venezia | 1908 | 300 | 22.000 |
| S. A. Ing. Moncalvi & C. | Pavia | 1905 | 719 | 19.427 |
| S. A. Officine Riunite Italiane | Brescia | 1892 | 349 | 14.705 |
| S. A. Off. Meccaniche e Fonderie Ing. Pietro Veraci | Firenze | 1905 | 164 | 9.800 |
| Produzione complessiva al 31 dicembre 1923 | | | 7589 | 3.337.274 |

Organizzazione produttiva - Esportazione.

L'industria delle Turbine che si è venuta sviluppando in Italia da parecchi decenni, ha fatto sorgere varie Officine specializzate in questa produzione e in costruzioni di macchinario affine ed ha pure interessato l'attività di Aziende che occupano contemporaneamente posizione eminente in altri campi della produzione meccanica.

Tanto nell'una come nell'altra categoria i larghi mezzi di produzione consentono di affrontare con tranquillità ogni problema esecutivo e possono corrispondere alle più grandi richieste del mercato italiano, con notevolissima disponibilità per l'Esportazione. Stazioni sperimentali e sale di prova sono annesse alle officine delle più importanti Case costruttrici che, con tecnici di riconosciuto valore, danno largo contributo al progresso della meccanica idraulica.

Si crede qui opportuno far cenno di una iniziativa di tecnici italiani per assoggettare la conduzione degli impianti idraulici a norme legislative analoghe a quelle da tempo imposte per le caldaie a vapore, allo scopo di garantire la maggiore sicurezza degli impianti; sarebbe certamente utile che tale iniziativa fosse assunta internazionalmente.

L'esportazione sino agli anni precedenti la guerra mondiale non ha avuto grande sviluppo, pur contando da tempo forniture italiane eseguite per l'estero sia di Turbine che di Regolatori. Notevoli però sono le costruzioni assunte in questi ultimi tempi per grandiosi impianti idroelettrici in Francia e nelle colonie francesi e per un impianto caratteristico di accumulazione idraulica nel Cile, con Turbine e pompe Centrifughe, per conto di una Compagnia inglese; sono inoltre in sviluppo nuove organizzazioni per una più intensa attività all'estero.

L'industria italiana specializzata in questa caratteristica produzione, che ha certo più importanza per l'alto valore tecnico che per l'impiego di grandi masse di materiali, si lusinga pertanto di poter sempre più intensamente collaborare alla messa in valore delle energie idrauliche mondiali col contributo dei suoi tecnici, il cui valore è documentato dai progressi conse-

gniti, — delle sue maestranze, la cui abilità è bene apprezzata in questa produzione speciale, — della sua esperienza infine, provata in impianti di eccezionale importanza e interesse.

A migliore e completa documentazione della saldezza della organizzazione nazionale per la produzione delle Turbine idrauliche, si vuole da ultimo ricordare il servizio reso da questa industria all'Italia durante la guerra mondiale allorché, nella angosciosa crisi per la deficienza del combustibile, con mezzi eccezionalmente ridotti riusciva, fra le più grandi difficoltà di approvvigionamento e di lavoro, a mantenere la piena efficienza di tutte le Turbine in esercizio e a creare nuovi Impianti idroelettrici per alimentare le industrie belliche e assicurare le attività indispensabili del Paese in armi: contributo di valore non secondario alla grande Vittoria alleata.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Gli Impianti della "Interregionale Cisalpina".

Riceviamo:

Alla seduta del recente Congresso dell'A.E.I.E. l'on. G. Ponti, Presidente dell'Associazione, nel suo applaudito discorso ha tracciato a grandi linee quella che dovrà essere la « rete nazionale » di trasmissione e di distribuzione dell'energia elettrica.

L'ossatura principale di questa grande rete sarà costituita da quelle che verranno felicemente definite « superlinee », cioè le condutture elettriche ad altissima tensione.

Nel resoconto del discorso Ponti apparso sui giornali, mentre si elencavano « superlinee » per ora solo progettate o ancora in costruzione, non è fatto cenno di un'importante condotta, che è la prima, e per il momento l'unica, in esercizio regolare alla tensione di 130 kV.

E' questa la linea Brugherio (Milano) - Reggio Emilia, appartenente alla Elettrica Interregionale Cisalpina, lunga 153 km e costruita per un carico di 30.000 kW. Se ne sta ora ultimando il prolungamento fino a Bologna, raggiungendo così la lunghezza complessiva di 214 chilometri.

La linea in questione è stata progettata per permettere l'integrazione e lo scambio dell'energia fra impianti idroelettrici a regime idraulico differente, cioè quelli alpini della Società Edison e quelli appartenenti delle Società Emiliana ed Idroelettrica Ligure.

Attualmente sono in corso i lavori per l'allacciamento alla linea stessa dell'arteria proveniente dalle centrali dell'Ovesca (Soc. Edison) destinata a funzionare a una tensione d'esercizio di 130 kV.

L'allacciamento si farà alla cabina di trasformazione di Brugherio, dove convergerà pure la linea a 130 kV che la Interregionale Cisalpina stessa sta costruendo per convogliare l'energia dei propri impianti sul Liro di Chiavenna. Tale condotta comporta due terne, capaci complessivamente di un carico di 60.000 kW.

Poichè ho fatto cenno degli impianti dell'Interregionale Cisalpina, aggiungerei ancora che le grandi cabine di trasformazione di Brugherio e di Reggio Emilia sono attrezzate con macchinario per funzionamento all'aperto, e che l'unica loro differenza con le cabine interamente all'aperto consiste in una leggera copertura superiore, avente il solo scopo di sostenere parte dei sistemi di sbarre con i relativi coltelli.

Questo a proposito di quanto è detto nell'articolo « L'impianto del Temù in Valle Camonica della Società Generale Elettrica dell'Adamo » apparso in « Elettrotecnica » del 15 ottobre di quest'anno (pagina 712), dove si accenna alla progettata cabina di S. Polo d'Enza, la quale, secondo quanto è detto nell'articolo stesso, dovrebbe essere il primo esempio di grande cabina ad alta tensione costruita interamente all'aperto.

Ing. GASPARONI

Direttore Gen. Soc. Elettrica Interregionale Cisalpina.

Abbiamo fatto posto molto volentieri a questa lettera dell'Ing. Gasparoni, in omaggio al criterio del « repetita juvant ». La nuova linea della Società Interregionale non dovrebbe, infatti, aver bisogno di essere ricordata ai lettori del nostro giornale dopo le notizie dirette ed indirette che di essa pubblicò l'Ing. Norsa su queste colonne (1922, pag. 62, 141, 171; 1924 pag. 142). Né, d'altra parte, abbiamo mancato di dare a suo tempo notizie dei grandi impianti intrapresi dalla Società Cisalpina nella Valle del Liro (1922, pag. 487). Ma l'occasione ci è particolarmente gradita per ricordare all'egregio Ing. Gasparoni ed ai suoi Colleghi tutti, che da due anni abbiamo intrapreso un lavoro di descrizione sistematica dei nuovi impianti italiani di notevole importanza, e che accogliamo sempre a braccia aperte quei direttori di Società che, fornendoci notizie e materiali grafici ci facilitano un compito che non è davvero senza fatiche e che urta con-

tinuamente contro difficoltà ed ostacoli che ne rendono lo sviluppo assai meno rapido di quanto avremmo desiderato. E vogliamo sperare che dopo le odierne notizie l'Ing. Gasparoni vorrà fornirci i dati e gli elementi necessari per una completa descrizione degli impianti della Interregionale-Cisalpina, alla quale ci accingeremo con entusiasmo.

Sarà quello il modo migliore di far conoscere, da tecnici a tecnici, opere e lavori che indubbiamente onorano l'ingegneria italiana.

(N. d. R.).

:: SUNTI E SOMMARI ::

ACUSTICA.

A. STEFANINI — Il fonometro di Zwaardemaker e la misura fisiologica del suono. (N. Cimento, Serie 7, Vol. 26, N. 10-11-12, ottobre-novembre-dicembre 1923, pag. 137).

Il fonometro di Zwaardemaker consiste in un piccolo tubo, avente le dimensioni del condotto uditivo, il quale è in comunicazione con un tubo più largo, formante una camera di risonanza che sbocca in una camera assai più ampia. Sull'asse del risuonatore è sospeso, con un sottile nastro di platino, un piccolo specchio col piano a 45° sull'asse. Il fonometro viene campionato con un diapason elettromagnetico e con un fischietto Galton attivato da un soffio di cui si misura l'erogazione e la pressione. Zwaardemaker e Ohma⁽¹⁾ trovarono che, se la distanza dello specchio dall'estremità libera del risuonatore è convenientemente scelta, le sue deviazioni sono proporzionali all'energia cinetica convogliata dall'onda sonora ed al quadrato dell'ampiezza di oscillazione del diapason adoperato. Così essi conclusero che l'intensità del suono è proporzionale al quadrato dell'ampiezza di oscillazione del corpo sonoro e non alla prima potenza dell'ampiezza di oscillazione come credono voglia sostenere lo Stefanini. L'A. invece fa una netta distinzione fra *energia meccanica* del corpo vibrante, e quindi fra l'energia sonora, la quale è certamente proporzionale al quadrato dell'ampiezza di oscillazione, e l'*intensità fisiologica* del suono che vi corrisponde che è invece, secondo l'A., proporzionale alla prima potenza di questa ampiezza. Cioè l'orecchio giudica l'intensità del suono proporzionale alla quantità di moto MV e non alla forza viva $\frac{MV^2}{2}$ del corpo vibrante. Ora, poichè il fonometro misura l'energia meccanica dell'onda sonora, forza viva, e l'orecchio invece l'intensità fisiologica del suono, le misure di Zwaardemaker non possono servire alla decisione. L'A. suggerisce in fine le esperienze, già proposte sin dal 1889⁽²⁾, le quali, secondo lui, risolverebbero la questione.

b. na.

* *

ELETTROFISICA.

A. PONTREMOLI — Sulla scarica nei gas rarefatti. (N. Cimento Serie 7, Vol. 26, N. 10-11-12, ottobre-novembre-dicembre 1923 pag. 115).

Il Wood⁽¹⁾ nei suoi studi su lunghi tubi di scarica a idrogeno, oltre ad aver trovato che il numero delle righe, osservabili in sorgenti terrestri, della serie di Balmer è di 20 anzichè di 13, ha notato che la dissociazione dell'idrogeno nel tubo di scarica è assai maggiore di quanto sia attribuibile ad uno stato di puro equilibrio termodinamico nell'interno del tubo, alla temperatura a cui avviene la scarica. Il Wood ha osservato che a questa elevata dissociazione è necessaria la presenza del vapore d'acqua nel tubo, mentre è dannosa la presenza di tracce metalliche. Egli immagina che il vapore d'acqua costituisca un velo protettore dalle possibili inquinazioni delle pareti di vetro, le quali avrebbero un'azione catalitica.

L'A. invece, basandosi sull'influenza del vapore d'acqua in altri fenomeni fisici e chimici propende per ammettere che la spiccata azione nei tubi di Wood dipenda dal fatto che la presenza del vapore d'acqua facilita la ionizzazione dell'idrogeno molecolare. Inoltre questa dissociazione, che può raggiungere un grado molto cospicuo per convenienti densità di corrente, varia con la corrente e con la pressione. La corrente aumenta il grado di dissociazione per il fatto che, anche supponendo che la temperatura non vari notevolmente, pure le cariche in cui il gas si trova dissociato, prima della scarica, per effetto del campo elettrico imposto, possono essere animate da grandi velocità, le quali, agli effetti dell'urto hanno la stessa influenza di una elevatissima temperatura. La diminuzione di pressione favorisce anch'essa la scarica, perchè il campo avrà maggior probabilità di produrre queste velocità anormalmente grandi, fino ad un determinato limite. Infatti la corrente è proporzionale oltre che alla velocità, al numero delle cariche, e quindi a basse pressioni i tubi s'induriscono.

⁽¹⁾ Ueber physiologische Schallmessung - Zeitsch. f. Sinnesphysiologie, 54, p. 79, 1922.

⁽²⁾ N. cimento (3) 26 e 27, 1889.

⁽¹⁾ Wood - Proc. Roy. Soc. London, 97, p. 455, 1920; 102, p. 1, 1922. Phil. Mag. 42, pag. 729, 1921; 44, pag. 538, 1922.

La presenza delle tracce metalliche è invece dannosa perchè, secondo l'A., provoca una notevole ricombinazione dell'idrogeno atomico in molecolare. Infatti a parità di pressione e temperatura un vapore metallico è più ionizzato di un gas, e si può facilmente vedere come la pressione parziale degli elettroni in un metallo è in generale superiore a quella degli elettroni provenienti dalla ionizzazione del gas che lo circonda. Esisterà dunque una diversa concentrazione degli elettroni tra metallo e gas: gli elettroni tenderanno a passare nel gas variando le condizioni di equilibrio termodinamico per l'aggiunta, nella reazione di ionizzazione gassosa, di uno dei componenti. A questo flusso di elettroni, che parte dagli elettrodi o dalle tracce metalliche, verso il gas circostante, è da attribuirsi la notevole ricombinazione dell'idrogeno atomico. L'A. si propone di eseguire esperienze sulla ionizzazione spontanea, sulla conduttività dei gas e vapori metallici, le quali porteranno o meno alla conferma di queste ipotesi.

b. na.

* *

IDRAULICA.

OSCAR HOFFMAN — Contributo al calcolo statico delle condotte forzate. (L'Energia Elettrica, ottobre 1924, pag. 38).

L'A. ricorda come, nel caso di tubi cilindrici omogenei, le equazioni di Lamé danno risultati esatti e confermati dalle esperienze. Manca invece una soluzione esatta per il caso generale, di anelli o tubi non omogenei (cemento armato) o non cilindrici (tubi blindati, ecc.). In questi casi si ricorre generalmente alle formule di Mariotte che suppongono una distribuzione uniforme delle tensioni tangenziali su tutto lo spessore del tubo; supposizione non più valevole per spessori notevoli.

L'A. ha studiato delle formule per il calcolo approssimativo che consentano una maggiore esattezza. In analogia alla teoria delle travi inflesse, l'A. suppone diviso l'anello in fibre circolari concentriche e ammette che non vi sia fra tali fibre alcuna trasmissione di sforzo, ossia che lo sforzo radiale sia in ogni punto eguale a zero: $\sigma_r = 0$. Trascura inoltre la contrazione trasversale delle fibre, ammettendo per il coefficiente di Poisson $m = \infty$.

L'A. stabilisce con semplici considerazioni la formula

$$\sigma_t = E \frac{\Delta r}{r}$$

dove E indica il modulo d'elasticità (in generale variabile) e Δr lo spostamento radiale in un punto della parete distante r dall'asse dell'anello. Scrivendo poi l'eguaglianza fra la risultante della pressione interna ($p l, r_1$) e la somma delle tensioni tangenziali delle fibre ($\int_{r_1}^{r_2} \sigma_t l dr$) ricava una espressione di Δr e di σ_t che assumono in definitiva la forma:

$$\Delta r = \frac{p l_1 r_1}{E_0 L} \quad (1) \quad \sigma_t = \frac{E}{E_0} \frac{p l_1 r_1}{L r} \quad (2)$$

In queste formule p indica la pressione, l_1 la lunghezza interna assiale dell'anello considerato, r_1 il raggio interno, E_0 un modulo d'elasticità costante che si assume come base, ed L rappresenta una quantità che l'A. chiama momento logaritmico della sezione del tubo e che è definita dalla formula

$$L = \int_{r_1}^{r_2} \frac{E}{E_0} \frac{l}{r} dr$$

Praticamente conviene calcolare L approssimativamente dividendo la sezione in strisce parallele all'asse di cui si misura l'area Δf e la distanza r dall'asse, e ponendo $L = \sum \frac{E}{E_0} \frac{\Delta f}{r}$.

Le formule (1) e (2) sono generali per qualunque forma della sezione del tubo.

Nel caso di tubi cilindrici omogenei avendosi $E = E_0$ e $l = \text{cost}$ si ha

$$L = l \cdot \log_e \frac{r_2}{r_1} \quad (3) \quad \text{e quindi} \quad \sigma_t = \frac{p r_1}{r \log_e \frac{r_2}{r_1}} \quad (4)$$

I risultati di questa formula, confrontati con quelli esatti della formula di Lamé $\left\{ \sigma_t = p \frac{r_1^2}{r_2^2 - r_1^2} \left(1 + \frac{r_2^2}{r^2} \right) \right\}$ si dimostrano assai più approssimati di quelli che si ricavano colla solita formula di Mariotte $\left(\sigma_t = \frac{p r_1}{r_2 - r_1} \right)$.

Un anello omogeneo di qualunque sezione si calcola scomponendo la sezione stessa in rettangoli o trapezi, e calcolando il momento logaritmico totale come somma dei momenti delle singole parti. Pel rettangolo vale la (3) mentre per il trapezio si ha:

$$L = \left(l_1 - \frac{l_1 - l_2}{\frac{r_2}{r_1} - 1} \right) \log_e \frac{r_2}{r_1} + l_1 - l_2 \quad (5)$$

dove l_1 ed l_2 indicano la lunghezza delle due basi (parallele all'asse e distanti da esso r_1 ed r_2).

Per i tubi in cemento armato l'A. richiama l'attenzione sul fatto, molte volte non ben tenuto presente, che lo scopo pratico, ossia la tenuta del tubo, dipende dalla sollecitazione massima nel cemento e non nelle armature; le incrinature si verificano prima di aver raggiunto nelle armature le sollecitazioni di rottura. Il calcolo, per essere approssimato, deve considerare il comportamento dell'intera sezione composta di cemento e di ferro.

Siano E_c ed E_f i moduli d'elasticità del cemento e del ferro, e n il rapporto $\frac{E_f}{E_c}$; f_1 ed f_2 le sezioni della spirale interna e di quella esterna d'armatura, per 1 cm. di lunghezza del tubo; r_1 ed r_2 le distanze dall'asse dei baricentri delle due armature.

Si ha:

$$L = \log_e \frac{r_2}{r_1} + n \left(\frac{f_1}{r_1} + \frac{f_2}{r_2} \right)$$

La sollecitazione massima nel cemento è sulla superficie interna:

$$\sigma_{c \max} = \frac{p}{L} \quad (6)$$

e le tensioni nelle armature saranno:

$$\sigma_{f_1} = \frac{n r_1}{r_{f_1} L} \quad \text{e} \quad \sigma_{f_2} = \frac{n r_2}{r_{f_2} L}$$

Risulta quindi che lo spessore deve essere tale che la tensione massima calcolata colla (6) non superi 5-8 kg/cm² se si vuole un margine di sicurezza paragonabile a quello delle condotte metalliche.

Le armature metalliche sono tanto meglio utilizzate quanto più sono poste vicine alla superficie interna. L'influenza delle armature dipende anche dal valore del rapporto n per il quale è consigliabile assumere il valore $n = 45$.

Nei tubi in cemento armato con rivestimento interno di lamiera, la tenuta è garantita dalla lamiera e la sicurezza dipende dalla tensione massima in essa. Questa tensione massima sarà sempre così elevata che la tensione corrispondente nella parete di cemento sorpasserà il limite di rottura. Il calcolo di stabilità deve quindi tener conto soltanto della lamiera e delle armature metalliche. Assumendo un unico modulo E_f e considerando un anello lungo 1 cm, si ha

$$L = \frac{d}{r_1} + \frac{f_1}{r_{f_1}} + \frac{f_2}{r_{f_2}}$$

indicando con d lo spessore della lamiera e con r_1 il valore $(r_1 + \frac{d}{2})$.

La sollecitazione massima nella lamiera sarà $\sigma_{l \max} = \frac{p}{L}$ e quella nelle due armature:

$$\sigma_{f_1} = \frac{p r_1}{r_{f_1} L} \quad \text{e} \quad \sigma_{f_2} = \frac{p r_2}{r_{f_2} L}$$

La pressione fra lamiera e cemento deve pure essere verificata e risulta espressa da

$$p_c = \left(p - \sigma_{l \max} \frac{d}{r_1} \right) \frac{r_1}{r_1 + d} \quad (7)$$

Dato il carico di sicurezza della lamiera si può variare lo spessore d , variando opportunamente le sezioni delle armature; sarà economico ridurre d al minimo compatibile colla perfetta esecuzione dei giunti e colla pressione p della (7), che non deve superare il carico di sicurezza del cemento. Sulla resistenza del tubo non influisce lo spessore del manto di cemento. Le armature sono utilizzate in ragione inversa alla loro distanza radiale.

L'A. critica poi brevemente le formule date dal Kleinogel sul « Bauingenieur » del 1920.

R. S. N.

* *

IMPIANTI.

G. FANTOLI — Intorno ai problemi delle dighe per serbatoi e del loro tipo nelle applicazioni italiane. (L'energia Elettrica, ottobre 1924, pag. 3).

L'A. prendendo le mosse dalla sciagura del Gleno, mette in evidenza come, prima del tragico accidente, si fossero diffuse in Italia, anche fra i tecnici, molte idee errate ed esagerate nei riguardi delle dighe ad archi multipli. Secondo i dati dell'A. questo tipo di dighe stava per essere applicato da noi su larghissima scala, senza che si tenesse sufficiente conto delle condizioni meteorologiche nelle località di costruzione, della presenza a valle di centri abitati, delle altezze sempre maggiori delle dighe stesse e di tanti altri coefficienti della maggiore importanza sui quali l'A. richiama la più viva attenzione dei tecnici.

Le ragioni dell'eccessivo favore in cui le dighe ad archi multipli erano venute fra noi, sono additate specialmente in una conoscenza inesatta di quanto a questo proposito era stato fatto all'estero.

Infatti le dighe di tipo sottile costruite fuori d'Italia sono in realtà assai poche e sempre in condizioni particolari. L'A. ricorda, fra quelle ad archi multipli: la diga di San Dieguito nella California meridionale (altezza m. 41,5 in una valle deserta) costruita nel 1919,

e quella di Salt Lake negli S. U. (altezza m. 30,5; densità di popolazione 2,5 per km²) in costruzione; fra le dighe a lastroni ricorda quella di La Prêle, pure negli Stati Uniti (alta m. 41, densità di popolazione 0,8 per km²) del 1909 e quella di Guajabal (Porto Rico) del 1913, alta metri 36,5.

Fuori di questi esempi si trovano all'estero solo pochissimi casi di dighe sottili, limitate a 20 o 30 metri d'altezza, ben lontane quindi dai tipi colossali che si stavano progettando fra noi.

L'A. ritiene giustificata anche per le nostre regioni l'adozione del tipo sottile per altezze mediocri e limitate capacità di serbatoi, osservando però anche in tali casi che non possano ritenersi soddisfacenti ed applicabili le prescrizioni del capo V, delle vecchie Norme ministeriali.

Erroneamente poi si sono volute estendere alle dighe ad archi multipli le considerazioni relative alle dighe sottili ad arco semplice. Quest'ultimo tipo risponde bene là dove si verificano peculiari condizioni di assoluta saldezza delle imposte rocciose e di ristrettezza della gola da sbarrare in rapporto all'altezza dello sbarramento.

Tra le dighe ad arco semplice l'A. ricorda: quella italiana di Corfino (altezza m. 35,50 con metri 44 di corda); quella svizzera di Amsteg (altezza metri 31,60, corda metri 30); quella recentissima di Montejacque nella Spagna (altezza metri 72 e corda di metri 60); quella di Jogne (altezza metri 52 e corda metri 77). Nella California è in costruzione la diga ad arco semplice di Pacoima che toccherà i 114 metri di altezza con una apertura massima della gola, in sommità, di 150 metri. Il massimo ardimento in questo campo è segnato dall'arco del Salmon Creek nell'Alaska, che su 51 metri di altezza ha un'apertura di metri 157; si tratta però di una costruzione eseguita in un territorio che ha una densità di popolazione di 0,04 abitanti per km². L'A. trascura di proposito le dighe che non si possono ascrivere al tipo ad arco sottile, pel rilevante spessore dato alla costruzione.

Dovunque all'estero predomina il tipo di diga a gravità, nelle costruzioni di qualche importanza. A dimostrazione di questo asserto l'A. riporta una interessante statistica delle dighe più recentemente costruite nei diversi Paesi.

La Svizzera ha in costruzione tre grandi dighe a gravità. Quella di Wäggitthal (Zurigo) avrà un'altezza di 100 metri, con profilo triangolare, e spessore di metri 4 in sommità; capacità del serbatoio 140 milioni di metri cubi. La diga di Barberine (Vallese) pure a profilo triangolare, alta 80 metri, ha spessore di metri 4,50 in sommità; serbatoio di 37,5 milioni di metri cubi. Appena iniziata è la diga del Grimbelt nell'Oberhasli, pure a gravità che raggiungerà i 100 metri di altezza producendo un invaso di 100 milioni di metri cubi. La Svizzera rifiuta decisamente i tipi di dighe sottili.

In Francia è in costruzione la diga di Eguzon (Indre) prevista per una altezza di 61 metri, a tipo triangolare, per un serbatoio da 58 milioni di metri cubi; pure di tipo triangolare è quella di Chavanon (Dordogna) che raggiungerà gli 85 metri invasando 210 milioni di metri cubi d'acqua. Anche a gravità sono le recentissime dighe di Haut Cher (45 metri e 26 milioni di m³), di Dardennes (33 metri), di Lignon (altezza definitiva 54 metri, invaso di 27 milioni di m³, e quelle di Bouillouise e dell'Aule. Quanto a dighe sottili poco vi è da citare oltre quelle di Selune (Manica) ad archi multipli, alta 15 metri e quella di Belle Isle (Côte du Nord) alta 16 metri.

La Spagna presenta un complesso di lavori imponente. Unico esempio di tipo sottile sembra essere l'arco unico di Montejacque, già citato. Sono invece a gravità tutte le grandiose costruzioni più recenti. La diga di Camarasa è alta 95 metri, di tipo triangolare, con spessore in sommità di metri 4, e invaso di 110 milioni di metri cubi; quella di Tremp tocca i 100 metri, è di tipo triangolare e invasa 220 milioni di m³. L'A. cita esempi di molte altre dighe spagnole recenti costruite sul tipo a gravità, delle quali una quindicina superano i 40 metri di altezza.

La Germania offre un unico modesto esempio di tipo sottile nello sbarramento di Vöhrenbach (Selva Nera) per un'altezza massima di ritenuta di 26 metri e un invaso di poco più di un milione di metri cubi. Abbondano invece i tipi a gravità fra i più importanti dei quali sono meno noti: la diga di Waldeck alta 48 metri con uno sviluppo di 400 metri al coronamento, per un serbatoio di 202 milioni di metri cubi, e quella di Schwarzenbach (Baviera) alta 70 metri con un invaso di 15 milioni di metri cubi.

In Austria sono in costruzione dighe a gravità in Carinzia, nel Voralberg e in Stiria. Non risultano notizie di nessun esempio di diga sottile.

Lo stesso può dirsi dell'Inghilterra, dove si possono ricordare fra le costruzioni più recenti, le due dighe a profilo triangolare, a tracciamento, di Derwent (altezza metri 55) e di Howden (altezza 59 m.).

La Scandinavia non ha dighe importanti. Costruzioni recenti sono l'arco di Gideabacka alto metri 26, e la diga tra i laghi di Suorva (Laponia), costruita in territorio quasi deserto, ad archi multipli, prevista per una altezza di 17 metri.

Negli Stati Uniti si hanno, nel campo dei tipi sottili, gli esempi di San Dieguito, del Guayabal e di La Prêle già ricordati. Si può aggiungere la New Bear Valley Dam ad archi multipli alta metri 21,60, costruita ad una altitudine di 2000 metri sul mare, ma in condizioni climatiche enormemente diverse da quelle delle nostre Alpi. La diga di Gem Lake, in regione desertica, pure ad archi multipli, è alta 25 metri. Per il tipo sottile si potrebbero citare altri esempi ma tutti inferiori ai 20 metri di altezza.

Per il tipo a gravità l'elenco, per gli Stati Uniti, riesce lunghissimo. Fra le più recenti ed importanti l'A. ricorda la diga Arrowrock

che supera di parecchio i 100 m.; quelle Elephant Butte, Sun River, Kensico che superano i 90 metri. Sono appena ultimate o ancora in lavoro la diga Don Pedro (California) alta metri 85 con invaso di 320 milioni di m^3 ; la diga O' Shannhessy (California) che toccherà i 130 metri con invaso massimo di 427 milioni di m^3 ; la diga Wilson alta 36 metri con uno sviluppo di 1253 metri; la diga San Joaquim River (California) alta metri 99 con sviluppo di metri 1260. Gigante fra tutte sarà la diga San Gabriele (California), da poco iniziata che avrà una ritenuta normale di 160 metri, con uno spessore alla base di metri 128. Molti altri esempi minori sarebbero da ricordare. E' in discussione il progetto per una diga a gravità sul Boulder Canyon del Colorado, la quale dovrebbe spingersi a 215 metri di altezza.

Nel Canada vi sono diverse dighe a gravità ma d'altezza media. Mancano esempi di qualche importanza per i tipi sottili.

Nell'America Meridionale non vi è cenno di dighe sottili. Fra quelle a gravità merita di essere ricordata una diga in Bolivia costruita ad una altitudine di 4636 metri sul mare.

In Africa troviamo un arco unico in una stretta gola sul Crocodile River presso Pretoria, alto 52 m. Sono invece a gravità la diga di Assuan con ritenuta di 26 metri e uno sviluppo di due chilometri, quella di Richmond (Transval) alta 60,65, e quella di Mazoe (Rhodesia) alta 25 metri.

L'Australia offre esempi notevoli di dighe ad arco unico ma sempre in gole strettissime. In Tasmania è nota la diga ad archi multipli di Great Lake lunga 336 metri ma la cui altezza si limita a 12 metri. Fra le dighe ad archi multipli vi sono invece costruzioni grandiose: quella di Burrinjuck tocca i 74 metri (invaso 960 milioni di metri cubi); quella di Cataract River è alta 58 metri e invasa 97 milioni di m^3 ; alla stessa altezza giunge la diga di Hobart (Tasmania); ecc.

Errata è risultata la notizia diffusa da alcune Riviste di una diga ad archi multipli alta 55 metri progettata nell'India (Sukkur Barrage). Non esiste in India nessuna costruzione o progetto di diga sottile. Sono invece a gravità molte notevoli dighe come quella di Bhandara alta 82 metri per un serbatoio di 306 milioni di m^3 e quella di Bahtgarh alta 60 metri e lunga 1626 metri per un serbatoio di 688 milioni di m^3 . Sono in progetto la diga di Cauvery alta 60 metri per un serbatoio di 2264 milioni di m^3 e quella di Bhakra alta 120 metri per un invaso di 3396 milioni di m^3 .

Da questo confronto statistico l'A. trae la conclusione che l'opinione tecnica mondiale dimostra una netta sfiducia verso il tipo sottile, limitandolo a pochi casi di minore importanza mentre i tipi a gravità si preparano a superare i 200 metri. L'A. esorta i tecnici italiani alla più grande prudenza ed al più profondo esame critico quando si tratti di questi problemi che involgono interessi tanto grandiosi.

R. S. N.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

A. DUFOUR e R. MESNY — Studio oscillografico di alcuni generatori a triodi. (L'Onde Électrique, N. 23 e 24, novembre e dicembre 1923, Vol. 2°, pag. 620 e 692).

Gli Autori hanno intrapreso, con l'ausilio dell'oscillografo a raggi catodici Dufour, lo studio dei principali fenomeni che si manifestano nei circuiti generatori a triodi usati nella radiotecnica ed hanno in primo luogo rilevato forma, ampiezza e fase della corrente oscillatoria, della corrente anodica, della tensione anodica e della tensione di griglia in tre noti tipi di apparati generatori.

Il 1° di questi apparati è schematicamente rappresentato nella fig. 1. La presenza di spire morte e l'esistenza di accoppiamento ca-

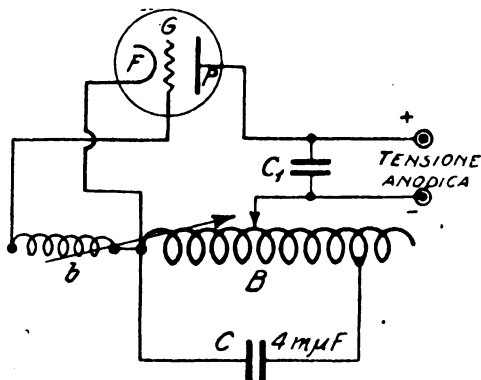


Fig. 1.

pacitivo fra B e b, influiscono nel far sì che le curve rilevate si discostino alquanto da quelle previste dalla teoria (fig. 2). La curva della tensione di griglia è asimmetrica rispetto all'asse delle ascisse il che dimostra l'esistenza (durante l'alternanza positiva) di una corrente di griglia assai intensa, la quale, percorrendo la bobina b, fa variare essa tensione. La corrente anodica si stabilisce bruscamente; poi, a causa del manifestarsi della corrente di griglia, che le sottrae elettroni, diminuisce quasi subito con rapidità, per tornare in seguito lentamente all'incirca fino al primitivo valore e scomparire infine

quasi ad un tratto allorché la griglia, divenuta negativa, arresta gli elettroni. Queste variazioni repentine originano le oscillazioni smorzate di alta frequenza visibili lungo la curva, specialmente nel semi-periodo di griglia negativa.

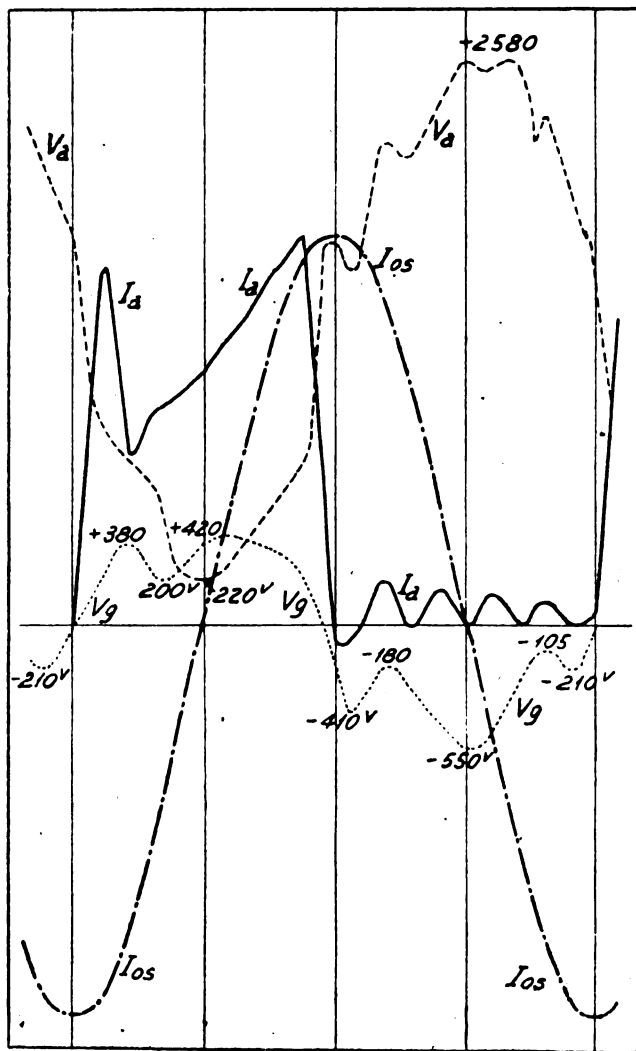


Fig. 2.

L'esperienza mostra che tali oscillazioni si manifestano nei circuiti $PC_1(BC)F$ e $PC_1(BC)bG$, ossia nei circuiti che si chiudono sulle capacità degli elettrodi del triodo. Mettendo infatti un circuito di arresto fra C_1 e P, si osserva che la curva della corrente anodica si modifica sensibilmente in corrispondenza di due frequenze

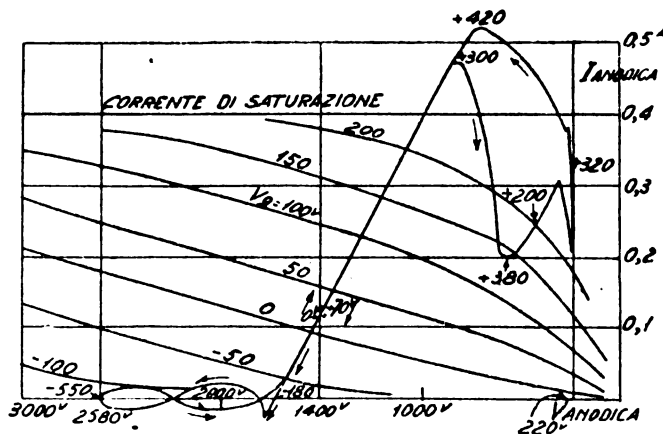


Fig. 3.

f_1 ed f_2 ; inserendo il circuito di arresto, prima fra B ed F e poi fra B e b, si ottengono le stesse modificazioni, una volta in corrispondenza di f_1 ed una volta in corrispondenza di f_2 . Gli stessi effetti si manifestano sulla curva della tensione anodica, la quale, analogamente a quanto avviene per la curva della tensione di griglia, è asimmetrica rispetto al suo valor medio. La curva della corrente oscillante è praticamente una sinusoide; invero occorrerebbero metodi di indagine assai più sensibili di quelli impiegati, se si volesse mettere in evidenza l'effetto della corrente anodica, di gran lunga meno intensa, sulla corrente oscillatoria, le scale di I_a e di I_{os} sono affatto diverse nella figura 2).

Nella fig. 3 è riportata la curva oscillografica corrente anodica — tensione anodica ed assieme con essa sono tracciate le caratteristiche statiche del triodo impiegato. Si può rilevare il quasi completo accordo fra queste caratteristiche e quella dinamica ed il fatto che la corrente anodica sorpassa temporaneamente il valore di saturazione. (I numeri segnati lungo la caratteristica dinamica indicano le tensioni di griglia corrispondenti). Il secondo fenomeno si manifesta solo in questo tipo di apparato generatore.

La capacità C_1 (fig. 1), destinata a lasciar passare la componente variabile della corrente anodica, interviene nella costituzione delle sue armoniche, tanto nei riguardi della loro frequenza quanto nei riguardi della loro intensità. Se la si diminuisce fino a completa soppressione si constata modificazioni assai appariscenti nella forma della curva di corrente anodica ed anche (per $C_1=0$) differenze di forma fra le oscillazioni successive. Aumentando C_1 la curva tende a semplificarsi fino ad un certo limite, oltre il quale invece le accidentalità tornano ad aumentare come se alla oscillazione che chiameremo normale si aggiungesse una scarica oscillante fortemente smorzata. Ciò induce a credere che il condensatore C_1 si scarichi nel circuito PC_1 (CB) F (fig. 1); la influenza del valore di C_1 sul periodo è piccola, perchè C_1 è in serie con gli altri condensatori, quella sull'intensità è invece preponderante.

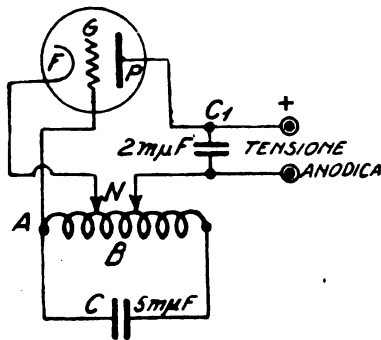


Fig. 4.

Nel secondo tipo di apparato generatore esaminato l'induttanza di griglia fa parte del circuito oscillante (fig. 4). L'assenza di spire morte, il diminuito valore della induttanza di griglia e la quasi assoluta mancanza di accoppiamenti capacitivi parassiti fanno prevedere che la forma delle varie curve deve approssimarsi a quella teorica.

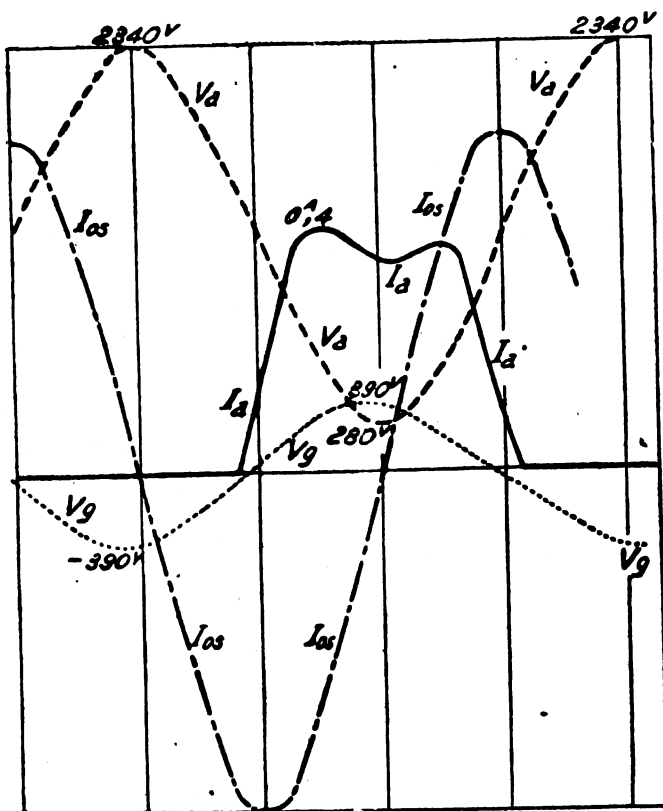


Fig. 5.

Infatti (fig. 5) questa volta anche le curve della tensione anodica e della tensione di griglia risultano praticamente sinusoidali. Per questa ultima ciò è dovuto al fatto che, per il debole accoppiamento esistente fra il circuito di griglia e quello di placca e per la piccolezza della corrente anodica di fronte a quella del circuito oscillante, il solo termine che praticamente determina la tensione di griglia è $M I_{osc}$. Anche la curva della corrente anodica è all'incirca una

mezza sinusoidale, limitata però da un tratto all'incirca orizzontale, corrispondente alla saturazione, in cui permane altresì l'avvallamento dovuto allo stabilirsi della corrente di griglia. Questo avvallamento può essere limitato introducendo nel circuito di griglia una conve-

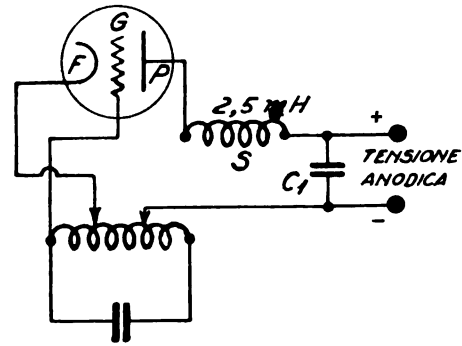


Fig. 6.

niente resistenza non induttiva. Con l'aggiunta di una induttanza nel circuito anodico (fig. 6) è stato osservato che la curva della tensione di griglia e quella della corrente oscillatoria rimangono sinusoidali;

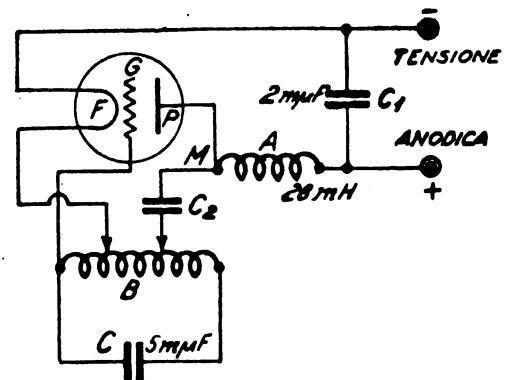


Fig. 7.

invece quella della corrente anodica ed ancor più quella della tensione anodica risultano molto variate. Si manifestano in esse oscillazioni supplementari di frequenza elevata, in quadratura fra di loro

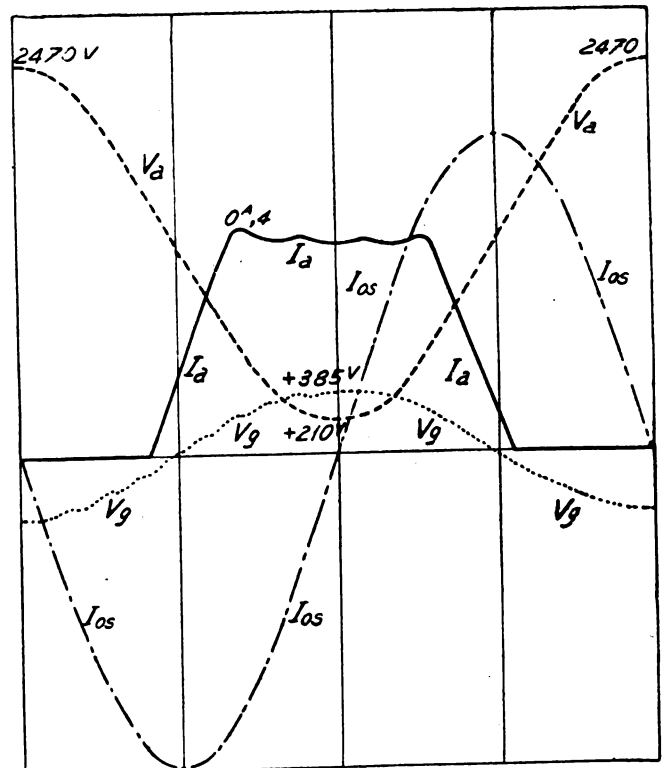


Fig. 8.

e che si producono nel circuito PSC_1F allorchè la corrente anodica varia.

Risultati ancor più semplici e maggiormente conformi alle previsioni teoriche sono stati ottenuti adottando la schema rappresentato nella fig. 7.

La fig. 8 mostra la forma e la fase delle curve rilevate con tale schema, mentre nella fig. 9 è riprodotto un oscillogramma cartesiano in coordinate, corrente oscillatoria, tensione anodica, che mostra come queste due grandezze siano in quadratura.

Le esperienze sono state effettuate su due onde, una di 2300 ed una di 3350 m. La regolazione degli apparati è sempre stata fatta in modo da ottenere la massima potenza oscillatoria, da avere cioè, per una data tensione anodica, la maggiore possibile intensità di corrente nel circuito oscillante.

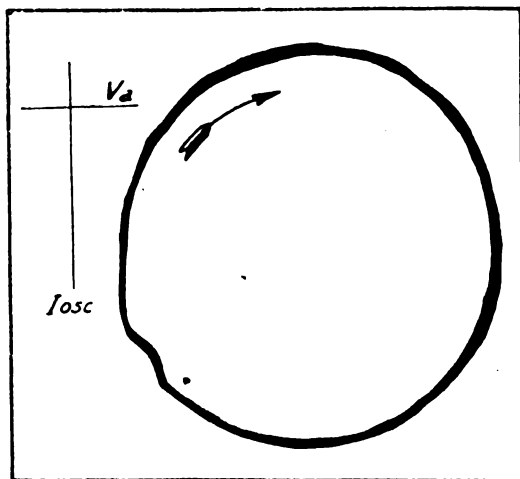


Fig. 9.

Gli autori hanno constatato sempre un accordo quasi perfetto fra i dati quantitativi che si possono ricavare per integrazione dagli oscillogrammi (dopo aver determinato mediante taratura le scale dell'oscillografo) e le indicazioni di ordinari strumenti di misura inseriti nei circuiti. Le prossime ricerche saranno indirizzate allo studio dell'influenza della tensione media di griglia ed alla determinazione dei rendimenti e delle potenze massime erogabili. U. Ru.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

G. L. MEYFARTH — Alcuni locomotori monofasi delle Ferrovie Federali svizzere. (R. G. E., 15 settembre 1923, pag. 378).

Le ferrovie federali svizzere ⁽¹⁾ nel 1918 ordinarono alle Officine di Sécheron (Ginevra) l'equipaggiamento elettrico di alcuni locomotori, fra cui quelli tipo 1-B-1+B-1 destinati ai treni diretti passeggeri della linea del Gottardo. Essi devono rimorchiare treni di 300 tonnellate, su pendenze fino al 26 per mille, con velocità di 50 km-ora, raggiungendola in 4' al massimo; fare per tre volte, in 24 ore, il percorso Chiasso-Lucerna e viceversa, con fermate di 15' agli estremi.

Le loro caratteristiche sono:

| | | |
|--|--------|--------|
| Larghezza, compresi i respingenti | m | 16 240 |
| Diametro ruote motrici | " | 1 610 |
| " " portanti | " | 0 930 |
| Rapporto ingranaggi | 1 : 57 | |
| Numero motori gemelli da 450 kW | n. | 4 |
| Potenza, a 54 km-ora, durante 1 ora | kW | 1 800 |
| " " " in servizio continuo | " | 1 440 |
| " " " in servizio di 15' | " | 2 160 |
| Sforzo di trazione, durante 1 ora | kg | 12 000 |
| " " " in servizio continuo | " | 9 600 |
| " " " in servizio di 15' | " | 14 400 |
| " " " all'avviamento | " | 19 600 |
| Peso della parte meccanica | tonn | 54,2 |
| " " " elettrica e trasmissione | " | 55,8 |
| Peso rispettivo sugli assi: tonn 13, 18, 18, 12,5 — 18, 18, 13,5 | | |
| " aderente | tonn | 72 — |
| Velocità massima in servizio | km-ora | 75 |

La figura mostra inferiormente l'intelaiatura e superiormente la cassa cui sono fissati il trasformatore in olio e le parti elettriche, tranne i motori, (è visibile la batteria di interruttori). Due corridoi laterali collegano le cabine, agli estremi. La sospensione è su tre punti: un perno, in supporto fisso, fra i due assi motori anteriori; un altro, fra l'ultimo asse motore e l'asse portante posteriore, con supporto spostabile longitudinalmente, e infine un supporto a rulli, sopra al centro d'attacco del carrello posteriore.

Il locomotore si compone di un treno anteriore, con 1 asse portante, due assi motori, 1 asse portante, (tipo Adam), e un treno posteriore, con due assi motori e un asse portante.

La frenatura si può fare con freno a mano o con freno Westinghouse, atto a uno sforzo pari al 90 % del peso aderente e al 40 % del peso sul secondo asse portante. I pattini sono quattro per ogni asse motore e due, con sospensione mobile, per ogni asse portante. I pantografi sono due, con bobine di self e coltelli separatori sul loro circuito. L'interruttore ad alta tensione si comanda dall'interno delle cabine con dispositivo elettropneumatico, per la chiusura, ed elettrico, per l'apertura; la prima può anche farsi a mano, e la seconda, meccanicamente, dalla cabina.

Una resistenza ohmica limita alla chiusura, l'intensità a 150 A; in difetto, agisce un relais di massima che distacca l'interruttore. Il trasformatore (raffreddato mediante il passaggio d'aria in fasci di tubi inseriti nel coperchio), ha le prese di corrente per i motori su otto punti diversi.

La batteria di interruttori elettropneumatici ha dispositivi di interdipendenza così da evitare false manovre; tre bobine di reattanza limitano la corrente, per ogni interruttore, a un quarto di quella necessaria ai motori.

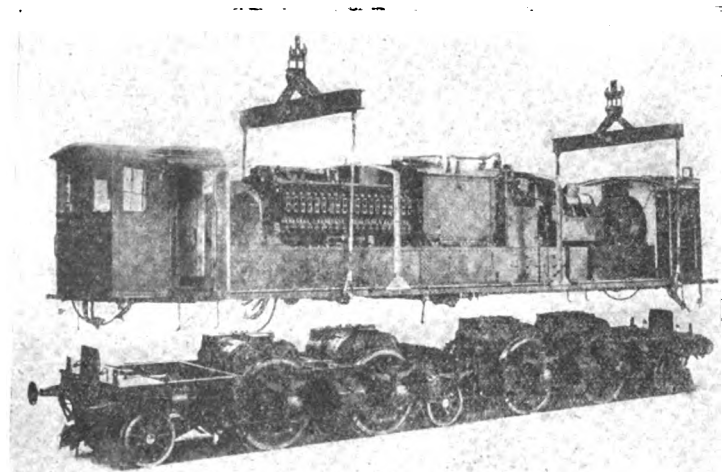


Fig. 1.

È notevole il numero delle tacche di marcia (28) che, coi 18 interruttori e le otto prese sul trasformatore, assicura il rapido graduale avviamento anche perché il trasformatore ausiliario, che serve per l'eccitazione indipendente dei motori all'arresto, in marcia normale contribuisce a modificare la tensione dei motori, mediante 2 dei 18 interruttori.

I due «cambi di marcia», a comando elettropneumatico, agli estremi del locomotore, hanno le posizioni di avanti, indietro e arresto, e si possono, al caso, far funzionare a mano; portandoli a «zero» si escludono i motori.

I motori in serie, esapolari, sono quattro, gemelli, ognuno da 2 x 225 kW, uno per asse. I motori gemelli presentano vari vantaggi rispetto a quello unico di potenza doppia, tra cui il minor momento d'inerzia degli indotti, ciò che riduce, nella frenatura, i rischi di rottura delle molle di collegamento agli assi. Due rocchetti, montati sugli assi di ogni coppia, trasmettono lo sforzo ad una ruota dentata calettata su un albero cavo, cui, mediante molle elicoidali, sono connesse le due ruote motrici.

Nella posizione di arresto, i motori sono eccitati separatamente; uno speciale commutatore, inserendo il trasformatore ausiliario, permette la regolazione. Il manovratore mette la manovella del commutatore al punto morto e quella del cambio di marcia alla posizione di arresto, poi, mediante la prima, regola la corrente di eccitazione: dagli amperometri dei motori, rileva lo sforzo frenante ottenuto. I dispositivi di comando sono alimentati da corrente continua a 36-45 V, fornita da una batteria di accumulatori connessa ad un gruppo convertitore; un combinatore accentra i comandi dell'interruttore ad alta tensione, dei commutatori, dei circuiti dei motori e del cambio di marcia; le manovre sono connesse meccanicamente o elettricamente così da evitare false manovre.

Gli altri particolari di montaggio sono press'a poco i soliti.

Il primo di questi locomotori, provato nell'ottobre 1921, entrò subito in servizio sulla linea Berna-Thoune, i cui tratti, specialmente duri, permisero di rilevare i meriti dell'accoppiamento elastico tra albero e ruota dal punto di vista dei rischi di slittamento. Inoltre si constatò che con un treno di 411 tonn (compreso il locomotore), su pendenza del 26 per mille, invece dei 4' previsti, bastarono 150-160'', per raggiungere la velocità di 50 km-ora (coefficiente di aderenza 1 : 3,5).

e. m. a.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi o perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

(1) V. L'Elettrotecnica, pag. 503 del 1921, pag. 616 del 1922 e pag. 65 del 1923.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

Il Congresso dell'Associazione Nazionale Ingegneri.

A complemento della notizia pubblicata a pag. 726, diamo il testo del voto emesso dal Congresso dell'Associazione Nazionale Ingegneri sulla interconnessione degli impianti elettrici:

«1) Per quanto riguarda i collegamenti fra impianti e fra zone, allo stato attuale lasciarne l'iniziativa e le esecuzioni alla industria privata, la quale ha mostrato fin d'ora di saper fare, conciliando l'interesse del Paese col proprio.

«2) Ammettere l'intervento dello Stato in quanto si riferisce al controllo sugli impianti e sui loro collegamenti; dello Stato però considerato come supremo disciplinatore e tutore del pubblico interesse, senza che abbia normalmente ad esercitare poteri tali da intralciare le private iniziative.

«3) Nei rapporti fra gli installatori di linee ed i proprietari di fondi attraversati, salvaguardando i diritti della proprietà, ritoccare le vigenti disposizioni in modo da impedire ostruzionismi e facilitare le modalità di esecuzione.

«4) Il problema dei rapporti fra utenti e distributori essere della massima importanza nei riguardi dell'interesse generale delle popolazioni e dell'economia nazionale rivestendo ormai la distribuzione dell'energia elettrica carattere di utilità pubblica, epperò darsi incarico alla Presidenza Generale affinché, d'accordo con le altre Associazioni tecniche competenti, continui l'esame per determinare il modo più opportuno secondo il quale potrebbero dirimersi eventuali controversie».

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

Comitato autonomo per l'esame delle invenzioni. — Presso il Comitato Nazionale Scientifico Tecnico ha avuto luogo la definitiva costituzione del Comitato per l'Esame delle Invenzioni.

Esso è stato così costituito:

S. E. Ing. Cesare Nava, On. Prof. Ing. Giuseppe Belluzzo, On. Ing. Paolo Bignami, On. Dott. Odorico Odorico, On. Ing. Francesco Somaini, Comm. Luigi Brioschi, Prof. Roberto Lepetit, Ing. Francesco Massarelli, Ing. Carlo Tarlarini.

Furono eletti: Presidente l'On. Belluzzo, Vice-Presidenti l'On. Bignami e il Comm. Brioschi.

Il nuovo Comitato per le Invenzioni ha per scopo di dare agli inventori l'assistenza scientifica, tecnica, finanziaria, indipendentemente l'una dall'altra, ove se ne veda l'opportunità e la possibilità, essendo escluso qualsiasi scopo di lucro.

La sede del Comitato per l'Esame delle Invenzioni è in Milano, Piazza Cavour, 4 (R. Politecnico) presso il Comitato Nazionale Scientifico Tecnico, nel padiglione dell'Associazione Industriali d'Italia.

IMPIANTI.

Norme tecniche del Ministero dei Lavori Pubblici di Francia per la costruzione delle dighe a gravità. — Il Ministero dei LL. PP. di Francia con circolare in data 19 ottobre 1923, ha pubblicato le norme per la costruzione delle dighe di sbarramento per la formazione di serbatoi e laghi artificiali. Tali norme riguardano solo le dighe a gravità e sono accompagnate da una relazione della Commissione incaricata dello studio della questione dalla quale relazione sono estratte le notizie che pubblichiamo. (Annali dei Lavori Pubblici, Anno LXII, n. 2, febbraio 1924, pag. 157).

Tale relazione comincia con la descrizione dei vari tipi di dighe, espone poi lo sviluppo che hanno avuto storicamente i metodi di calcolo e dà ragione dei concetti che hanno informato la compilazione delle norme. Circa la forma da assegnare alla pianta, la Commissione francese ritiene che, piuttosto di assegnare una norma precisa per la scelta del tipo rettilineo o curvilineo, convenga fare dipendere la scelta dalle condizioni locali non essendo da escludere la forma curvilinea per lunghezze anche rilevanti, quando la conformazione della valle consenta la costruzione di appoggi molto solidi.

Per la sezione trasversale invece è tassativamente prescritta la forma triangolare con coronamento a paramenti verticali e col paramento a monte di inclinazione tale che a serbatoio vuoto la linea delle pressioni non esca dal terzo medio della sezione.

Circa l'importante questione delle sollecitazioni termiche la Commissione francese ritiene che, a causa dell'incertezza dei dati sperimentali, non convenga tenerne conto nei calcoli, ma convenga invece adottare quegli accorgimenti costruttivi, che possano dare garanzia che le variazioni di temperatura non producano lesioni nella compagine muraria della diga.

Questa perciò deve essere costruita a tratti verticali alternati ed indipendenti. Lo spazio che risulta compreso fra un tratto e l'altro deve essere coperto con lastre stagnanti appoggiate in modo opportuno al paramento a monte; si formano così tanti giunti di dilatazione, che consentono, oltre la libera deformazione del calcestruzzo, quando

questo si contrae per il graduale raffreddamento della massa, anche le deformazioni che accompagnano le variazioni della temperatura ambiente. Poichè queste variazioni non interessano spessori superiori a cinque metri, le dilatazioni per variazioni di temperatura esterna interessano solamente il coronamento della diga; i giunti di dilatazione delle parti più basse, sottoposte alle più alte pressioni, possono quindi anche venire stagnati, quando sia avvenuto il raffreddamento completo della massa.

La interessante questione delle sotto pressioni è pure esaminata e discussa dalla Commissione. Ad evitare eventuali infiltrazioni di acqua nella massa muraria e quindi la corrispondente sottopressione, si possono assegnare alla diga le dimensioni necessarie, perchè in ogni giunto orizzontale le sollecitazioni elastiche in corrispondenza del paramento interno siano maggiori della corrispondente pressione idrostatica, oppure costruire un muro di guardia appoggiato a pilastri facenti corpo col massiccio della diga, od anche ricavare in corrispondenza del paramento a monte una rete di drenaggi verticali facenti capo ad una galleria, in modo che una eventuale trapelazione di acqua sia subito svelata ed individuato il punto dove avviene.

Le fondazioni della diga devono essere ben protette da possibili sottopressioni e per ciò la Commissione consiglia la costruzione di un diaframma di muratura a monte della diga, e l'accurata ricerca di ogni fessura della roccia mediante acque colorate, in modo che sia possibile renderla poi perfettamente stagna mediante iniezioni di malte fluide di cemento.

Il calcolo delle varie sezioni deve essere fatto in modo che in nessun punto, nè a serbatoio pieno, nè a serbatoio vuoto, possa determinarsi uno sforzo di tensione. Il metodo di calcolo da preferirsi sarà uno di quelli basati sulla teoria della elasticità e nei disegni di progetto devono essere tracciate le linee di compressione massima a serbatoio pieno ed a serbatoio vuoto, le linee di sforzo di taglio massimo a serbatoio pieno ed a serbatoio vuoto, le linee isostatiche corrispondenti al carico massimo e a quello di scorrimento.

Per la costruzione non sono dettate norme speciali degne di rilievo, oltre le consuete norme di carattere generale per la scelta dei materiali, le quali si usano osservare in ogni costruzione importante.

Per raggiungere una maggiore economia è consentito di variare la dosatura del cemento delle malte, e di impiegare nel calcestruzzo pietrame di grossa pezzatura ed anche la messa in opera di grossi blocchi di pietra, purchè accuratamente rivestiti di malta. E. Sa.

TELEGRAFIA, TELEFONIA, SEGNALAZIONI.

L'inaugurazione del nuovo cavo telefonico Genova-Milano-Torino. — Sabato 25 ottobre, alle 12, nella Sala delle Statue nel Castello Sforzesco a Milano si svolse la cerimonia inaugurale del nuovo grandioso impianto telefonico di collegamento fra le tre principali città del nord d'Italia. Esso è il primo impianto del genere in Italia e comprende tre cavi sotterranei partenti dalle tre città e riunitisi a San Giuliano sulla linea Alessandria-Tortona, dove è stata costruita una stazione di sezionamento e di amplificazione. Ci riserviamo di pubblicare presto una estesa descrizione di questo impianto che fa onore alla tecnica ed alla industria italiana alle quali sono dovute la costruzione e la posa dei cavi; per ora basti dire che i cavi sono muniti di bobine Pupin e di amplificatori a valvole, e che costituiscono il primo passo verso la costruzione di una rete nazionale che si dovrà estendere in futuro dalle Alpi alla Sicilia.

La cerimonia, semplice ed austera, si svolse alla presenza del Presidente del Consiglio e del Ministro delle Comunicazioni, e ad essa assisteva un pubblico folto di invitati fra i quali si notavano le maggiori personalità tecniche italiane.

La nostra Associazione era rappresentata dal Presidente Generale Prof. Sartori e dal Vice Presidente generale, Ing. Soleri.

Il Dott. Piero Pirelli, Presidente della Società a cui si deve l'impianto, presentò con poche, acconcie parole, il Ministro delle Comunicazioni che portò il compiacimento del Governo per l'opera compiuta, esponendo poi succintamente il programma governativo per i servizi telefonici. Seguì il Prof. Di Pirro, l'animatore tecnico dei telefoni dello Stato che con lucida sintesi espose i progressi tecnici della telefonia dai primordi fino ad oggi e descrisse la genesi e la esecuzione del nuovo impianto che ha caratteristiche che lo rendono notevole fra tutti gli impianti telefonici d'Europa.

La conferenza del Prof. Di Pirro si chiuse con alcuni riusciti esperimenti di trasmissione telefonica attraverso i nuovi cavi. Ogni sedia era munita di un microfono così che ogni invitato potè seguire lo scambio di messaggi che fu iniziato dal Presidente del Consiglio con un saluto ai rappresentanti di Genova e Torino i quali, alla loro volta risposero inneggiando alla nuova conquista della tecnica e del lavoro. Seguirono alcune prove di trasmissione con e senza bobine di Pupin e amplificatori, ed infine la riunione si chiuse con un rinfresco offerto dalla Società.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Regime fiscale e sviluppo dell'illuminazione elettrica.

Un Congresso come l'ultimo di Spezia, tutto dedicato ai problemi dell'illuminazione, non sarebbe stato completo se non vi si fosse trattato anche del regime fiscale italiano in materia di energia per luce. Alla cosa ha provveduto, con la consueta perizia, l'Ing. CIVITA con una relazione densa di dati e di cifre, della quale pubblichiamo oggi integralmente il testo, e che, nonostante l'apparente aridità della materia, sarà senza dubbio letta col più vivo interesse.

Come giustamente fece rilevare il Civita, per tutto un complesso di circostanze diverse, non è questo il momento di pensare ad una immediata e radicale riforma della nostra legislazione fiscale in materia; ma è necessario che il problema sia intanto esaminato a fondo per predisporre la riforma indispensabile e perchè le considerazioni economiche stanno alla base anche dell'auspicata maggior diffusione della luce elettrica.

Assai istruttivi sono al riguardo gli elementi statistici raccolti dal Civita nella seconda parte della sua relazione, in cui egli mette a confronto il consumo medio per abitante, di energia per luce nelle varie regioni d'Italia, con gli indici della corrispondente ricchezza media, quali è possibile ricavare dal gettito delle tasse che sono più significative al riguardo. E si vedrà come il roseo quadro dell'avvenire, tracciato dall'Ing. Clerici, in base a quanto è accaduto negli Stati Uniti, sia forse un po' troppo futurista, almeno per una gran parte del nostro paese.

D'altronde è intuitivo che il presunto sviluppo non possa avvenire che assai lentamente e per gradi (basta pensare al tempo richiesto dalla costruzione dei nuovi impianti) ed il riuscitissimo Convegno della Spezia avrà certo avuto, in ogni caso, una benefica influenza.

L'igiene dell'illuminazione.

Diamo pure oggi il testo di un'altra relazione alla riunione della Spezia. Il Prof. L. CAROZZI, Capo del Servizio d'Igiene e della sicurezza dell'Ufficio internazionale del lavoro di Ginevra, vi tratta in forma sintetica i vari aspetti del problema di una buona illuminazione, riassumendo e completando quanto in proposito fu esposto anche da altri relatori.

L'impianto di Larderello alla World Power Conference.

Dell'impianto di Larderello, il quale utilizza l'energia dei soffioni di vapore boracifero, si è occupato altre volte il nostro giornale; ma era ben giusto che di esso si parlasse in una conferenza internazionale destinata a fare l'inventario delle possibili fonti di energia che la natura ha messo a disposizione dell'umanità. Il Principe GINORI CONTI ha provveduto ad illustrare l'impianto, che può veramente dirsi unico al mondo, con la relazione di cui oggi pubblichiamo il testo. Chi ha partecipato alla W. P. C. ricorda con quanto interesse sia stata seguita la sua esposizione, come pure la illustrazione fotografica e cinematografica che dell'impianto di Larderello fu fatta durante la serata italiana.

LA REDAZIONE.

Per il cambio di indirizzo inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.

LEGISLAZIONE E STATISTICA DELLA ILLUMINAZIONE IN ITALIA

DOMENICO CIVITA



Comunicazione alla XXIX Riunione Annuale dell'A. E. I.
Spezia - Settembre 1924

Ottima è stata l'idea della Presidenza della A. E. I. di riunire quest'anno i soci per trattare uno dei problemi che interessano non solo i produttori di energia elettrica ed i costruttori di apparecchi — quanto il pubblico — il problema della illuminazione che da noi è stato sempre troppo negletto mentre appassiona vivamente i paesi più evoluti.

L'impulso che da questo Congresso potrà venire ad una maggiore diffusione della luce elettrica, quando si voglia procedere con i criteri moderni e razionali della illuminazione degli ambienti domestici, delle officine, delle strade, dei pubblici locali, ecc., non potrà raggiungere risultati concreti se ad esso non corrisponderà un equo costo della energia elettrica per luce o se non si applicheranno tariffe di penetrazione.

Ora, dolorosamente dobbiamo constatare come un elemento ostacolato è costituito non dalle esigenze e dalla volontà delle Imprese Elettriche, quanto dalla pressione fiscale e dagli intralci che la corrispondente legislazione oppone alla adozione di tariffe di penetrazione.

Non sarà quindi superfluo che si esamini nella nostra Riunione anche questo lato della questione tanto più che alle enormità fiscali si è giunti soltanto da pochi mesi e le loro ripercussioni non si sono ancora completamente palesate.

Nei nostri Convegni, fin dall'inizio della nostra fondazione, ci siamo spessissimo occupati della legge 8 agosto 1895 che stabilisce l'imposta sul consumo del gas e dell'energia elettrica per illuminazione e riscaldamento.

Tale imposta fece parte del cosiddetto omnibus finanziario Sonnino-Boselli del 1895, varato in quel periodo di lesina nel quale tutto veniva utilizzato per aumentare i proventi dell'erario onde portare il bilancio al pareggio. Ed infatti l'Italia è, se non proprio l'unica, una delle pochissime nazioni del mondo nella quale un Governo abbia pensato di tassare la luce elettrica!

Per essere precisi, nel 1895 doveva essere tassato il solo gas, ma considerando che in quei tempi la luce elettrica era pochissimo usata e costituiva un lusso per i ricchi, per evitare anche sperequazioni e per non far strepitare le allora potenti Compagnie di gas, quasi tutte straniere, fu applicata l'imposta anche sul consumo di energia per luce e riscaldamento estendendo così ad essi una legge ed un congegno studiato essenzialmente per l'industria del gas. Nessuno, e tanto meno il Governo dell'epoca, prevedeva il forte sviluppo che avrebbe preso in seguito l'illuminazione elettrica! Le previsioni sul gettito dell'imposto non giungevano nei primi tempi ad un milione all'anno!

Ma la perequazione delle aliquote di tassa fra luce elettrica ed a gas stabilita dalla legge del 1895 (non mi occupo qui del riscaldamento tanto più che oggi quello elettrico è stato dichiarato esente) che dopo numerosi studi ed indagini era stata assodata fra i 6 centesimi per kWh ed i 2 centesimi per m³ di gas (per quanto non in relazione a considerazioni razionali ma fondata su dati più o meno empirici) immediatamente veniva alterata dal rapido diffondersi delle reticelle Auer, met-

tendo immediatamente in condizioni sfavorevoli l'industria elettrica rispetto a quella del gas.

Il Governo successivo presentava al Parlamento il 23 novembre 1898 un disegno di legge nel quale, col dichiarato proposito di meglio perequare le aliquote, proponeva di portare quella del gas da 2 a 5 centesimi il m³ e quella elettrica da 6 a 10 centesimi il kWh.

La nostra Associazione affidava ad una Commissione lo studio di tale disegno di legge, e questa, in una pregevolissima relazione del gennaio 1899 faceva presente non solo molte utili ed importanti modifiche al congegno della legge del 1895, ma si opponeva strenuamente a che venisse aumentata la imposta a 10 centesimi per kWh.

Del disegno di legge del 1898 più non si parlò. Fino al 1903, l'applicazione della legge del 1895 si andava facendo abbastanza pacificamente fra le Imprese Elettriche e gli Agenti della Finanza, tenendo presenti i concetti fondamentali esposti dall'on. Boselli nella Relazione di accompagnamento all'omnibus Sonnino.

Ma nel 1903, una circolare del Ministero delle Finanze, ribadita da altra del dicembre 1906, aggravava la situazione delle Imprese Elettriche, tendendo a snaturare la portata della tassa, con l'evidente proposito del Governo, di passare dalla tassazione del consumo a quella della produzione, con l'altro non confessato ma non meno evidente proposito di colpire in seguito anche tutta l'energia elettrica e non solo quella destinata alla illuminazione. Infatti, dal 1906 la Finanza ha cominciato a raccogliere con sufficiente esattezza anche i consumi non tassati, mettendo in evidenza nelle statistiche ufficiali il provento che ne avrebbe ricevuto se avesse estesa la tassazione!

E ciò in un Paese come il nostro nel quale si sarebbe dovuto in qualsiasi modo favorire l'uso dell'energia idroelettrica e non renderla oggetto di cupidigia fiscale!

Ricordiamo noi tutti vecchi, l'insurrezione degli elettrotecnici contro le suddette circolari del 1903 e del 1906; gli studi fatti, gli ordini del giorno votati dalle nostre Sezioni e nelle Riunioni annuali, le incessanti richieste per la modifica di una legge, già inizialmente imperfetta ed inceppatrice dell'industria, che la Finanza cercava di sempre più aggravare nella interpretazione.

Il coro di proteste non rimase inascoltato, giacchè con suo decreto 15 dicembre 1911 l'allora Ministro delle Finanze, on. Facta, nominava una Commissione, presieduta dal sen. Giuseppe Colombo, per la riforma della legislazione, al duplice scopo di renderla del tutto rispondente ai progressi fatti dalla tecnica e di eliminare gli inconvenienti verificatisi nel campo pratico.

A detta Commissione furono presentate memorie da parte degli Esponenti, dalla nostra A. E. I., da Camere di Commercio (notevole fra le altre quella di Milano) da Associazioni industriali, ecc.

Venne allora prospettata la opportunità di abolire la tassazione dei kWh consumati, venne fatta rilevare l'incongruenza della tassazione in base alle candele e quella dei *forfait*, e fra le altre proposte venne avanzata quella di riversare le tasse sull'organo illuminante seguendo il sistema già adottato (per quanto con poco buoni risultati) dalla Germania.

Ma anche nel 1912 nulla più si fece e la legge del 1895, con tutti i suoi difetti ha continuato a trascinarsi fino al novembre del 1921, salvo qualche ritocco di dettaglio amministrativo praticato dal fisco.

Durante la guerra, in seguito alle vive pressioni fatte da noi e da tutti gli altri interessati, una modificazione si era già ottenuta — quella dell'abolizione dell'imposta sul riscaldamento elettrico — abolizione sancita prima da un decreto Luogotenenziale 13 settembre 1916 e poi dal Parlamento con apposita legge (16 luglio 1917, n. 1169).

Col R. D. 19 novembre 1921, n. 1592, si comincia ad avere una modificazione in molti punti della vecchia legge e vengono accolte alcune delle proposte avanzate fin dal 1912.

Ma anche tale Decreto si rivelava imperfetto, onde il Governo lo modificava ancora col R. Decreto 1792 del 10 maggio 1923, e finalmente tutto l'insieme degli articoli della vecchia legge del 1895, successivamente modificati e rimodificati è stato oggi coordinato in un testo unico pubblicato il 20 agosto 1924.

Prima di entrare in merito, debbo ricordare un'altra serie di provvedimenti emanati parallelamente.

Nel 1902 il Governo, per venire in aiuto dei Comuni che

avevano sgravato il dazio consumo sui farinacci, consentiva loro di riscuotere un dazio sul consumo di energia elettrica per illuminazione e riscaldamento, da commisurarsi sulle stesse quantità accertate dalla Regia Finanza per l'imposta erariale, ma con aliquote *ad valorem* sul prezzo di vendita dei kWh.

Non molti Comuni profittavano di tale facoltà allorchè scoppiò la guerra. Durante la guerra e dopo venivano facoltizzate varianti nei limiti massimi di tali aliquote *ad valorem*, e si estendevano le facoltà di applicazione.

Finalmente col Decreto 24 settembre 1923 ed in base al Regolamento 25 febbraio 1924, tutti i Comuni oggi possono imporre il dazio in una misura fissa per kWh secondo la categoria dei Comuni stessi.

La esistenza del dazio comunale ha per 22 anni influito sinistramente nel senso che ha fatto sempre soprassedere alle modifiche della legge del 1895 per non turbare gli interessi delle finanze locali.

L'idea di imporre una tassa sugli organi illuminanti, prospettata, come ho detto, nel 1912 ma in sostituzione delle imposte sul consumo, era piaciuta al Governo, ma siccome l'appetito viene mangiando, anzichè considerarla come surrogato, i funzionari del Ministero delle Finanze ebbero a suo tempo la luminosa idea di metterla in parallelo con l'imposta sul consumo.

Nel novembre 1918 ⁽¹⁾ difatti lo Stato dichiarava di voler assumere l'approvvigionamento diretto fra molti altri articoli, anche delle lampadine.

Nel 1919 ⁽²⁾ istituisce su di esse un diritto di monopolio *ad valorem*. Nel 1921 ⁽³⁾ al diritto di monopolio venne sostituita una imposta di fabbricazione che venne precisata nel novembre successivo ⁽⁴⁾. Nel dicembre 1923 ⁽⁵⁾ si modifica la misura della imposta e il congegno per la sua riscossione.

Infine col testo unico pubblicato il 20 agosto ⁽⁶⁾ si dà un assetto organico alla legislazione in materia.

Ci troviamo quindi di fronte a tre categorie di imposte che oggi colpiscono direttamente il consumatore di luce elettrica: la erariale, la comunale, e quella sugli organi di illuminazione e che sommati insieme costituiscono il carico fiscale complessivo da considerare, al quale poi si deve anche aggiungere un'altra tassa, che sta fra quella di bollo e la tassa scambio, e che colpisce col 2,40 per mille l'importo globale della fornitura del gas o della luce elettrica, come meglio dirò in seguito.

*

L'imposta erariale sul consumo della energia elettrica per luce, che si era mantenuta dal 1895 fino al 1921 nella misura di 6 centesimi per kWh è stata oggi portata a 20 centesimi, dopo essere stata per quasi due anni sui 10 centesimi. L'imposta sul consumo del gas per luce e riscaldamento dai 2 centesimi iniziali si è oggi elevata ad appena 2,5 centesimi.

Per i *forfait*, oggi la tassazione vien fatta in base ai kilowatt impegnati presso i consumatori con un massimo di L. 400 per kW-anno, corrispondente ad un consumo massimo di 2000 kWh per kW impegnato, essendosi abolita la tassazione in base alla candela-anno.

Il dazio comunale attualmente in vigore colpisce l'energia nella stessa misura della imposta erariale nei Comuni superiori a 20.000 abitanti, e per metà di tale misura negli altri. Però è fatta facoltà ai Comuni che hanno i loro bilanci dissestati di aumentare le aliquote del 25 per cento.

Quindi, nei Comuni con più di 20.000 abitanti il dazio può giungere a 25 cent. per kWh o a 500 lire per kW-anno (a *forfait*), e negli altri, rispettivamente a 12,5 cent. e a 250 lire.

Per il gas, il dazio è di 2,5 cent. per m³ per i Comuni aventi più di 20.000 abitanti e di 1,5 cent. per gli altri, con la stessa applicabilità di aumento del 25 % che può quindi portarli a cent. 3,125 ed a 1,875 cent.

L'imposta di fabbricazione sulle lampade a filamento di carbone è di L. 0,25 per lampada fino a 10 watt, di 0,50 per lampade consumanti da 10 a 110 watt, e di L. 1 per quelle di consumo superiore. Le lampade monowatt di consumo inferiore a 5 watt pagano L. 0,25; quelle di consumo fra 5 e

(1) D. L. N. 1724 del 18 Novembre 1918.

(2) R. D. N. 1553 del 17 Agosto 1919.

(3) R. D. N. 848 del 3 Luglio 1921.

(4) R. D. N. 1593 del 16 Novembre 1921.

(5) R. D. N. 2710 del 9 Dicembre 1923.

(6) D. M. dell'8 Agosto 1924.

60 watt L. 0,85, quelle di consumo fra 60 e 200 watt, L. 1,50, quelle di consumo fra 200 e 500 watt L. 3,00 e le superiori a detto consumo L. 6.

Per le mezzo-watt la tariffa è:

| | |
|--------------------------|---------|
| fino a 5 watt | L. 0,25 |
| da 5 a 60 watt | » 1,00 |
| da 60 a 200 » | » 3,00 |
| da 200 a 500 » | » 6,00 |
| oltre 500 » | » 10,00 |

Tale imposta colpisce sia le lampade nazionali che quelle importate.

Per farsi un'idea di ciò che rappresenta tale altro carico, dobbiamo riflettere che nel 1923, si sono consumate circa 21 milioni di lampadine, e 520 milioni circa di kWh.

Si prevede che l'imposta sulle lampadine gitterà circa 16 a 18 milioni. Prescindendo da ogni considerazione sul numero totale di lampadine installate, per ogni lampadina si pagheranno circa 80 cent. e per ogni kWh 3 a 4 cent.

Da indagini fatte in pratica si può dire che l'imposta sugli organi illuminanti rappresenta un aumento medio del 20% dell'imposta sul consumo, poichè si deve tener conto delle lampade che durano meno, di quelle che si rompono, ecc.

In complesso il carico fiscale che colpisce la luce può raggiungere (come di fatti raggiunge), i seguenti valori per kW-ora:

Nei Comuni superiori a 20.000 abitanti.

| | |
|---|------------|
| Imposta erariale | cent. 20 — |
| Dazio comunale | » 20 ÷ 25 |
| Imposta fabbricazione lampade | » 3 ÷ 4 |

Totale cent. 43 ÷ 49

Nei Comuni inferiori a 20.000 abitanti:

| | |
|---|-------------|
| Imposta erariale | cent. 20 — |
| Dazio comunale | » 10 ÷ 12,5 |
| Imposta fabbricazione lampade | » 3 ÷ 4 |

Totale cent. 33 ÷ 36,5

Per i *forfaits* i suddetti gravami globali possono raggiungere 880 a 1000 lire per kw-anno e rispettivamente 680 a 750 per i Comuni inferiori a 20.000 abitanti.

Queste cifre fanno spavento se si mettono in confronto col prezzo di vendita della energia consumata.

Dalle più recenti statistiche che ho compilato sulle tariffe di vendita di energia, mi risulta che il prezzo di base italiano attuale può considerarsi che si aggiri su 1 lira per kWh. Si è inferiori a tale prezzo nelle grandi città, dove l'energia per luce si paga fra 0,70 e 0,90 per kWh.

Nei centri inferiori dove maggiore è l'uso dei *forfaits* e dove per la minore densità specifica della distribuzione questa costa di più, la luce a contatore paga da L. 1 a 1,20. Sono rari i casi in cui si superano le L. 1,20 ÷ 1,30.

Fanno eccezione le Puglie dove la tariffa media è da L. 2,50 a 3, la Calabria dove vi sono grandi differenze fra centro e centro, la Sicilia dove si sta in media sulle L. 1,50, l'Istria e la Sardegna, a motivo della preponderante generazione termica.

Aggiungendo al prezzo della energia gli oneri fiscali si raggiunge con una impressionante uniformità per quasi tutta l'Italia, il costo medio di L. 1,20 ÷ 1,40 per kWh, ma con questa differenza che la pressione tributaria per esempio a Roma, aumenta il prezzo di vendita del 63%, a Napoli del 50%, a Milano del 60%, a Torino del 64%, ecc., ed in altri grandi centri del 50 ÷ 60%, mentre nei piccoli centri si mantiene sul 30 %.

Il che vuol dire che il Governo si è preoccupato di perequare automaticamente le tariffe abolendo per il pubblico ed incamerando a favore dei Comuni i vantaggi di tariffe ribassate di cui godevano gran parte degli utenti dei grandi centri.

Peggio è avvenuto per i *forfaits*.

Le tariffe per tale tipo di fornitura sono oggi diversissime da centro a centro per l'influenza dei vecchi contratti, per gli aumenti apportati dai decreti post-bellici, per le evoluzioni determinate dall'impiego delle lampade a filamento metallico.

Le tariffe a *forfaits* sono ancora e in moltissimi casi commisurate alle candele, per colpa della legge fiscale del 1895 che non ha consentito, fino ad oggi, ad adottare una più razionale unità di misura.

Grosso modo, ed in media molto generale si sta sulle 2 lire per candela anno. Calcolando sul consumo presunto di 2000 ore, al quale corrisponde il massimo della tassa, e su lampade di non grande intensità cui corrisponde un consumo pratico di 1,1 a 1,2 watt per candela, il kW-anno viene ad essere venduto in media a meno di 1000 lire. Il peso fiscale rappresenta quindi il 100 % del costo della corrente!

Ma più grave ancora è la condizione se si pensa ai *forfaits* popolari (che in fondo sono i più diffusi), ed a quelli delle scale, locali di servizio, ecc.

Mentre le autorità comunali e le stesse Società Elettriche si erano sempre preoccupate in passato di favorire l'uso della luce elettrica presso i meno abbienti concedendo *forfaits* a tariffe che oggi si aggirano su 1 lira per candela-anno, cioè facendo pagare il kW-anno da 500 a 600 lire, il tributo frustra tale beneficio.

A Roma, per esempio, le case popolari hanno la tariffa di L. 0,93 per candela-anno. Calcolando questa a 1,2 watt, sulle 2000 ore che oggi il fisco assegna al consumo presunto dei *forfaits* nella Capitale, per ogni lampada da 10 candele, ad esempio, l'utente deve pagare:

| | |
|--|----------------|
| All'azienda Elettrica | L. 9,30 |
| all'Erario | » 4,80 |
| al Comune per dazio | » 6,00 |
| imposta fabbricazione su 3 ricambi di lampade all'anno | » 2,55 |
| | <hr/> L. 22,65 |

e cioè, di fronte a L. 9,30 di corrente si pagano 13,35 di tassa — vale a dire il 140% in più!

Peggio ancora è accaduto nel Trentino dove non vi erano le imposte sulla luce e dove le Aziende, specialmente favorite dal Governo austriaco nei finanziamenti, avevano ed hanno tuttora tariffe a *forfait* bassissime. Si è calcolato che in seguito ai nuovi pesi fiscali recentemente introdotti nelle nuove provincie, il costo del *forfait* verrà raddoppiato ed in alcuni siti triplicato!

Il fatto è che fra imposta erariale, dazio comunale e imposta sugli organi illuminanti oggi i consumatori pagano qualcosa come 200 milioni all'anno mentre il totale degli introiti del ramo luce per le Aziende elettriche non è attualmente molto lontano dai 500 milioni. La pressione tributaria quindi aumenta nella media generale italiana del 40% il costo della illuminazione.

Ed il gas?

— Esso è stato stranamente favorito nella formulazione delle modifiche alla legge del 1895.

Sul metro cubo di gas si pagano 5 centesimi fra imposta e dazio nei centri superiori a 20.000 abitanti e 4 in quelli inferiori con un limite massimo nei Comuni a bilanci dissestati di 5,625 e di 4,375 centesimi.

Per poter confrontare il carico tributario con quello sulla luce elettrica, occorre riportarsi alla unità illuminante ed al tipo di lampade.

I gassisti dicono che si ottiene in media la candela-ora con becchi incandescenti con due litri di gas, in becchi da 50 candele in su. Cioè, rapportandoci ai normali apparecchi di uso domestico, si avrebbe un consumo di 100 litri di gas all'ora.

Tralascio, per non essere accusato di esagerazione, di considerare i becchi intensivi, che consumano poco più di 1 litro per candela, e faccio i raffronti tra i tipi più comuni: paragonabili alle nostre lampade monowatt. Le cinquanta candele a gas pagano di imposta nei grandi centri, mezzo centesimo all'ora — con lampade a filamento metallico da 60 watt si pagano corrispondentemente 3 cent. cioè sei volte di più. Nei piccoli centri, le imposte sono rispettivamente 4 millesimi (gas) e 18 millesimi (luce elettrica).

Ma vi è di peggio. Mentre, come ho detto innanzi, l'aliquota tributaria media della luce elettrica è del 40 per cento, sul costo per il gas risulta del 6 per cento giacchè secondo gli ultimi listini il prezzo medio di vendita del gas oscilla in Italia sui 75 cent. al m³ e non raggiunge la lira che in due o tre città. Sul costo quindi di 7,5 cent. del gas necessario a produrre 50 candele si pagano di imposta e dazio 5 o 4 millesimi e si conferma così come i gravami fiscali sulla luce elettrica siano sestupli o più di quelli imposti sulla luce a gas.

Come si è giunti a tale stridente sperequazione?

Dopo la guerra il gas ha perduto quasi tutta la sua clientela per illuminazione mentre ha intensificata quella per riscaldamento e cucine. Siccome gli impianti interni a gas sono

unici per l'una e per l'altra applicazione, sarebbe stato impossibile ogni discriminazione di imposta. Per non gravare quindi troppo l'imposta sul riscaldamento, dopo che si era tolta quella sul riscaldamento elettrico, il legislatore ha pensato bene di stabilire un'imposta unica di 2,5 cent. per m³, pensando che il gas non avrebbe mai potuto influenzare sulla diffusione della luce elettrica anche per i suoi più alti prezzi di vendita.

Ma poi è venuto a sovrapporsi il dazio comunale che altera ancora più le proporzioni, e il pericolo che non ha voluto vedere il legislatore, cominciano invece a vederlo gli Esercenti imprese elettriche, che già notano una contrazione nel consumo individuale.

Si potrebbe anche chiedere come e perchè il Governo ha creduto di elevare la tassa a 20 centesimi il kWh, estendendo poi il dazio anche a tutti i Comuni.

E' da escludere che abbia voluto tener conto della svalutazione della lira.

Per le Imprese elettriche i noti decreti hanno applicato alla lira carta un valore in lire oro diverso che per tutti gli altri.

Lo Stato, le Provincie, i Comuni e gli Enti pubblici pagano le Aziende elettriche con una lira che per essi vale 60 centesimi oro. Per gli utenti, la lira con cui pagano le Aziende vale 53 centesimi-oro. Ma viceversa allorchè lo Stato deve introitare vuole calcolare la lira 23 centesimi-oro, al pari di tutti i fornitori delle Imprese elettriche che non ammettono la reciprocanza nella valutazione artificiosa della moneta!

Esclusa quindi la ipotesi della valutazione alla stregua del cambio, deve ricordarsi come le Imprese avessero proposto di aumentare l'importo della tassa, sia per abolire l'imposta di fabbricazione sulle lampadine, sia per compensare l'erario dei sussidi delle 40 lire su HP promessi per i nuovi impianti. Il Tesoro ha accolto le proposte, ma non solo non ha abolito l'imposta sulle lampadine quanto non ha mai voluto dare un centesimo dei promessi sussidi, ed ha iscritto in bilancio i maggiori proventi dell'imposta (oltre 50 milioni) distraendoli così dalla destinazione per cui erano stati proposti.

Per la questione del dazio la cosa è anche più grave poiché è stato un regalo voluto fare a tutti i Comuni per assestare i loro bilanci, e al Ministero delle Finanze non hanno pensato al danno enorme che con ciò hanno fatto a tutti, gravando in tal modo una merce di primissima necessità la quale prima era colpita in misura ma meno grave e da una parte soltanto dei Comuni.

La legislazione tributaria della luce non ha quindi alcuna base giuridica od economica — rappresenta un eccesso di fiscalismo odioso e dannoso che colpisce più i poveri che i ricchi, e che è contrario a tutti i principi della equità sociale.

Ed è doloroso che ciò che nessun Governo passato ha mai osato fare, lo abbia fatto il Governo fascista che pur nel suo programma dimostrava intenzioni di valorizzare ed esaltare tutte le risorse nazionali!

*

Non è mio scopo di esaminare qui in dettaglio il nuovo testo unico sulla imposta erariale, per la ripercussione che ha sui produttori e distributori di energia, che oltre alle tasse ripetibili dagli utenti sono gravati poi dall'altra tassa per la licenza di esercizio, che rappresenta un ulteriore onere tutt'altro che indifferente — dati i moderni tipi di distribuzione collegata. Dalle poche decine di lire si passa oggi alle migliaia per ciascuna licenza.

Considererò invece tutte queste disposizioni dal punto di vista dei consumatori.

Due sono i difetti gravi che secondo me esse hanno. Il primo è l'esagerato peso dei tributi; il secondo è il sistema che si è voluto mantenere e che è di grave intralcio alla adozione di un più razionale sistema di tariffe che costituirebbe l'unico modo per favorire il maggior consumo. Nel 1896 il consumo di energia per illuminazione era bassissimo — raggiungeva appena 10 milioni di kWh all'anno, e la tassa fruttava all'erario 600 mila lire.

Colpire il kWh poteva essere anche logico, perchè data tutta l'organizzazione della produzione e della distribuzione a quell'epoca, noi si poteva pensare ad altro sistema, dal momento che si colpiva contemporaneamente il consumo dei metri cubi di gas. Le prime difficoltà si palesarono allorchè si diffusero i *forfaits* per i quali al consumo controllato dai contatori presso gli utenti si doveva sostituire un consumo presunto. E le prime lotte col Fisco nacquero appunto per i *forfaits* e con esse lo studio da parte degli esercenti di qualche altro si-

stema che fosse meno di intralcio alla loro attività commerciale. Ma, come ho già ricordato, tutti questi studi a nulla hanno approdato, ed ancor oggi è stato ribadito il sistema della tassazione del kWh che implica la discriminazione esatta dell'uso della corrente ed obbliga le guardie di finanza a dare la caccia ai kWh perchè nessuno di essi sfugga alla tassazione.

Per addivenire alla abolizione dell'inconsulta imposta sul riscaldamento, dopo venti anni di discussione, la Finanza ha dovuto architettare tutta una serie di complicazioni onde premunirsi dalle possibili frodi, ed anche oggi la necessità di effettuare impianti distinti per la luce ed il riscaldamento domestico è una delle principali ragioni dello scarso diffondersi di questo.

Il Fisco è inesorabile e dal suo punto di vista ha ragione, ma non si accorge di tutto il danno che fa al progresso ed alla civiltà col rendere proibitive certe comodità, che in fondo poi potrebbero anche formare altra buona materia di cespiti fiscali.

Si ripete per la luce elettrica ciò che è avvenuto per gli zuccheri. Lo Stato ha voluto fare dello zucchero un suo cespite: dapprima lo ha colpito lievemente, a poco a poco la tassa ha quadruplicato il costo.

L'Italia è forse l'unico paese del mondo in cui il consumo specifico dello zucchero sia bassissimo, ciò che è anche un danno dal punto di vista igienico. Oggi ci avviamo a fare il bis con la luce elettrica.

Nel 1915 l'imposta sulla luce elettrica rappresentava il 6 per cento del valore della merce e nessuno disse nulla trattandosi di una piccola aliquota. Oggi per gli utenti più poveri l'imposta aumenta dal 100 al 150 per cento il costo dell'energia mentre per i ricchi oscilla fra il 40 ed il 65 per cento. Naturalmente i primi si sentono poco incoraggiati ad usufruirne.

Ora, non sarò certo io, conscio delle esigenze del Bilancio e delle difficoltà finanziarie in cui si dibatte lo Stato, a proporre l'abolizione di una imposta sul consumo, pur riconoscendo che ha lo stesso valore negativo dell'analoga imposta sullo zucchero (per non parlare di altri tipi di imposte indirette sui consumi di natura più voluttuaria). Ma impenitente studioso di questi argomenti ai quali mi appassiono da oltre venti anni, voglio ancora una volta prospettare la assoluta necessità di cambiare tutto il congegno dell'imposta, per lo meno per armonizzarla con le esigenze elettrotecniche moderne.

Il problema è assai più urgente ed importante di quanto comunemente si creda.

Le Aziende elettriche oggi seguono ancora i sistemi di tariffazione studiati 25 anni fa, quando la produzione era localizzata, la generazione o l'integrazione termica in auge, non si parlava di integrazione con serbatoi o laghi artificiali, di interconnessioni, di scambi di energia, ecc.: quando la luce costituiva il principale scopo delle Aziende, quando il gas si vendeva a pochissimo prezzo, le lampadine consumavano 3,5 watt per candela, il carbone costava 30 lire la tonnellata, il petrolio 60 centesimi il litro.

La guerra è venuta ancor più ad alterare una situazione di cose così anacronistica, bloccando i vecchi tipi di tariffe alle quali i Reali decreti post-bellici hanno facoltizzato aumenti percentuali fissi.

Non mi diffonderò ad analizzare tale complessa questione. Avverto solo che oggi gli Esercenti stanno studiando nuovi sistemi di tariffazione razionale che tengano conto dello stato attuale, totalmente diverso da quello di 10 o 15 anni fa, e tengano conto anche dell'influenza del costo dei nuovi impianti in relazione a quello degli impianti prebellici.

Perchè questo studio possa condurre a risultati concreti non dovrebbero esservi intralci o pastoie.

L'energia è una merce la quale costa ugualmente al produttore qualunque ne sia la destinazione: e costa al distributore in relazione al peso individuale di ogni utente sul complesso delle spese di gestione.

Le Aziende elettriche hanno seguito sempre il sistema di adattare le tariffe al cliente per favorire la diffusione e le applicazioni, tenendo conto del coefficiente di utilizzazione e caricando di più l'utenza luce in relazione a quella di forza motrice col giusto criterio di favorire gli usi riproduttivi in confronto di quelli consuntivi. E si è anche favorito oltre misura l'impiego dei cosiddetti *cascami*. Oggi, pur non allontanandosi da questi sani criteri economici, devesi tutto rivedere per eliminare una serie di stridenti sperequazioni che si sono venute col progresso del tempo a formare.

Ma la legge fiscale interviene e colla sua pesantezza annulla ogni beneficio che potrebbe essere concesso dalle Imprese, perchè la Finanza vuol conoscere esattamente i kWh

consumati per luce e ad essa poco importano le esigenze del produttore, dei distributori e degli utenti, che potrebbero anche prescindere talvolta dall'identificazione dell'uso.

In molti paesi esistono tipi di tariffe che tengono conto non tanto dell'uso della energia come dell'orario di impiego. Nella Svizzera, ad esempio, da tempo si applicano contatori con orologio. A Ginevra l'energia si paga, per qualsiasi uso, oggi, 90 centesimi di franco svizzero nelle ore di prima sera, centesimi 25 nelle ore chiare del giorno e centesimi 8 in quelle di notte. A Zurigo, rispettivamente 60, 25 e 4, a Losanna 72, 12 e 4,5, a Berna 50, 20 e 4.

Ribassi sono poi accordati a seconda del quantitativo di kWh consumati rispetto al carico massimo e all'impiego. Tale tipo di tariffa che implicitamente differenzia il valore della merce secondo l'orario di impiego, che corrisponde poi anche ad una differenza di uso e ad una giusta esigenza degli esercenti, da noi non potrebbe essere assolutamente adottata, sino a che il fisco vorrà discriminare l'energia usata per la luce da quella destinata per usi esenti da tasse. E le stesse difficoltà si incontrerebbero per qualsiasi altro sistema di tariffe per usi promiscui. Per contentare il fisco, le Aziende elettriche ed i consumatori dovrebbero sobbarcarsi a spese non indifferenti di impianti differenziati ed a continue vessazioni per i controlli. Oggi si può dire che le Aziende elettriche lavorano principalmente per il fisco, le cui esigenze sono predominanti su quelle della gestione.

E' logico tutto ciò, ed è in armonia colla tecnica e col progresso?

Non mi dissimulo le difficoltà di conciliare gli interessi statali con quelli del pubblico e delle Aziende elettriche, ma credo che con un po' di buona volontà da parte di tutti, e specialmente da parte del Governo, si potrebbe venire ad una soluzione soddisfacente.

Fin dal 1907 avevo proposto il sistema di tassazione *ad valorem* prescindente dalla conoscenza fiscale dei kWh consumati.

Il Ministero delle Finanze ha sempre esclusa la possibilità di applicarlo, accampando ragioni in parte giuste, in parte confutabilissime.

Nel 1912, ritornai a ripetere le mie proposte ma le Commissioni dell'A. E. I. e della A. E. I. E. si erano entusiasmate per il sistema tedesco della imposta sugli organi illuminanti e non vollero propugnare la tassazione *ad valorem*. L'imposta da essi proposta è venuta, ma non si è abolita l'altra, e così noi abbiamo avuto il danno e le beffe.

Oggi, con le aliquote cui si è giunti non sarebbe neanche il caso di proporre di trasferire tutta la imposta sul costo delle lampadine. Si dovrebbero caricare 200 milioni circa di lire su 21 milioni di lampadine, ciò che renderebbe proibitivo il loro costo e ucciderebbe la illuminazione elettrica. E' vero che le stesse imposte si pagano per altra via, ma non spenderò molte parole per avvertire che per il pubblico la cosa non sarebbe la stessa. La lampadina è oggetto troppo delicato e fragile per ammettere che ad occhi chiusi si anticipi su di essa tutta l'imposta corrispondente al consumo di energia che dovrebbe assorbire durante la sua precaria esistenza.

Esclusa la tassazione dei kWh, che impedisce l'adozione di tariffe razionali, esclusa la tassazione presuntiva sull'organo destinato ad assorbire i kW, non vi è che il ritorno al principio fiscale di colpire la trasmissione del denaro corrispondente al servizio od al consumo, e cioè passare al concetto della tassa sugli affari.

Una delle principali obiezioni che furono fatte a suo tempo contro tale tipo di tassazione, riguarda la difficoltà della discriminazione fra consumi tassabili e consumi esenti che avrebbe portato fatalmente alla tassazione generale di tutta l'energia, a qualsiasi uso destinata.

Anzi, ricordo che l'ing. Renzo Norsa (*) senz'altro proponeva tale tassazione generale unica con aliquota minima per tutta l'energia generata nelle centrali, antivedendo fin da dieci anni fa quella necessità di revisione del sistema di tariffazione al quale prima ho accennato. Ma il Paese tutto insorgerebbe qualora si volesse colpire l'energia destinata ad usi riproduttivi con una qualsiasi tassa. L'unica materia prima che abbiamo è l'energia elettrica e guai a farla divenire un cespite fiscale. Non si è mai applicato il dazio doganale sul carbone e non si deve assolutamente pensare a colpire, sia pure con aliquote infime la forza motrice, o l'energia destinata a processi

elettrochimici o elettrosiderurgici o per le applicazioni agricole, di trazione, ecc., ecc.

Io francamente non ho mai veduto e non veggio l'impossibilità di colpire con una tassa *ad valorem* il consumo dell'energia il cui prezzo unitario superi un dato valore che faccia supporre una destinazione speciale e suscettibile di balzello, e tanto meno veggio l'impossibilità o la difficoltà di colpire il solo corrispettivo del consumo per luce.

Qualche caso speciale di vendita a tariffe ridotte o per usi promiscui (che si ravvisa principalmente negli Stabilimenti industriali) non mi sembra che possa elevarsi all'onore di una eccezione così formidabile da rendere improcebile il sistema. Nè mi fa impressione l'eccezione, pur da molti avanzata, che stabilendo ad esempio un'aliquota fissa sull'importo della bolletta, verrebbero a colpirsi con una imposta maggiore quegli utenti dell'Italia del Sud che già pagano l'energia il doppio ed il triplo di quelli del resto d'Italia, perchè è talmente minima la percentuale di tale energia generata esclusivamente per via termica rispetto al totale, che potrebbero stabilire senz'altro la esenzione dall'imposta sul sovrapprezzo termico, senza nessun grave danno per l'erario. Infatti nella media dell'ultimo triennio (che pur contiene l'anno eccezionale 1921-22), non si giunge in tutta Italia ad una produzione termica del 5 per cento rispetto alla totale. Il consumo degli utenti del Sud a tariffe elevate, nel 1923 è asceso appena a 14 milioni di kWh rispetto a circa 520 milioni, cioè al 2,7 per cento.

Fra pochissimi anni anche tutto il Sud sarà alimentato con energia idroelettrica, e le tariffe anche lì si uniformeranno con quelle del Nord. Sarà perciò sempre facile, in via transitoria, escogitare il modo di non gravare questa minima percentuale di utenti, mentre sarebbe illogico che per una inapprezzabile eccezione si rinunciasse a provvedimenti utili per la quasi totalità degli utenti.

D'altra parte debbo ricordare come lo stesso Ministero delle Finanze non si è fatto prendere da scrupoli quando ha cominciato ad applicare la tassa scambi per alcune categorie di consumatori.

Basterebbe seguire le norme prescritte per l'applicazione di tale tassa per poter trasformare l'attuale imposta commisurata ai kWh consumati dagli utenti in una tassa sugli affari o sulle vendite o scambi, da percepirsi in un X per cento dell'importo della fattura o bolletta, da esigersi in modo virtuale col sistema dell'abbonamento e con la giustificata alla finanza in base a documenti, come ora si fa per la speciale tassa che colpisce appunto le fatture o bollette del gas o della elettricità, che sostituisce la tassa di quietanza ma che è ad essa molto superiore e che si avvicina nel concetto alla tassa scambi.

Non è qui nè il luogo nè il momento per entrare in maggiori dettagli, nè avanzare suggerimenti al Governo sul modo come compilare un nuovo provvedimento legislativo.

Ho voluto soltanto richiamare l'attenzione sulla necessità di addivenirvi, e sulla possibilità di concretare qualcosa che tenendo conto delle esigenze del Tesoro non costituisca un intralcio allo sviluppo che è doveroso dare alla illuminazione elettrica.

*

Un tempo erano le Case costruttrici e le Aziende elettriche tedesche che si erano fatte iniziatrici di propaganda per favorire il maggior consumo di lampade, di contatori e di quanto altro serve alla illuminazione elettrica. La guerra ha allontanato la Germania dal resto delle nazioni ed al suo posto oggi troviamo gli Stati Uniti d'America, che da qualche anno compiono un lavoro invidiabile di penetrazione e di persuasione.

In Italia si comincia appena ora a far qualcosa e questo Congresso rappresenta un primo ottimo passo.

Non sarà perciò superfluo esaminare la situazione italiana dal punto di vista della diffusione della illuminazione elettrica per cavarne direttive nell'opera alla quale ci accingiamo.

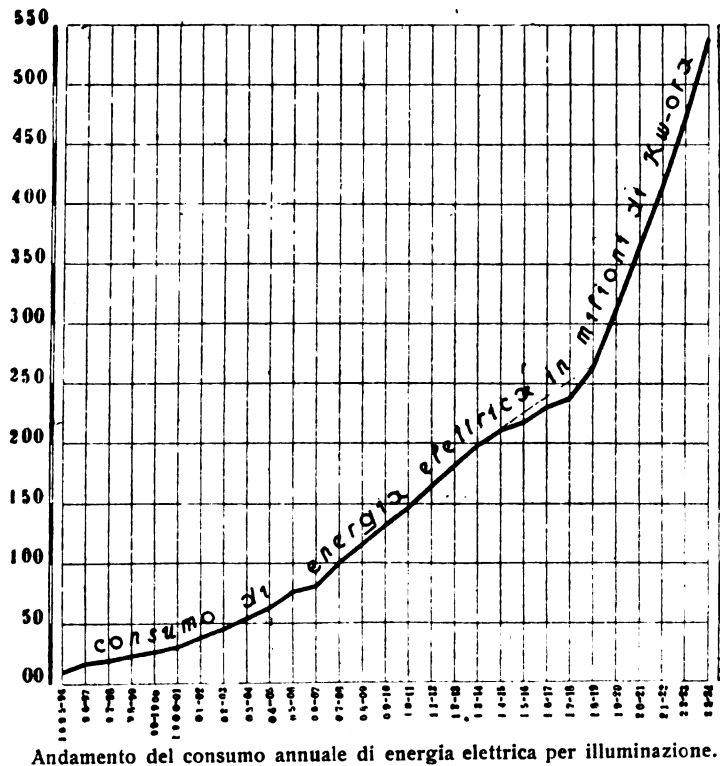
Il diagramma che mostro, indica la progressione del consumo in kWh da parte degli utenti, dal 1895 ad oggi. La linea è impressionante per la regolarità del suo andamento e per la costanza quasi assoluta del gradiente.

Una lieve deflessione si riscontra nel periodo 1907-1908, nel quale cominciarono a diffondersi le lampadine a consumo ridotto ed altra deflessione più sensibile si nota nel periodo bellico per le restrizioni imposte alla illuminazione, ma le riprese successive dimostrano come si sia trattato di eccezioni transitorie.

(*) *Riforma Sociale* - maggio 1924.

Nel 1923-24 sono compresi i consumi delle provincie re-dente non prima d'ora potuti considerare.

La progressione incessante è anche più commendevole in quanto nel trentennio si sono avute le più sensibili evoluzioni nella tecnica delle lampade. Nel 1895 queste consumavano 3,5 watt per candela e le tariffe medie dell'energia si aggirano sulla lira per kWh. Le lampade più usate erano quelle di 10 e 16 candele ed il costo di 100 candele-ora si aggirava su 35 centesimi. Per la illuminazione intensiva si usavano lampade ad arco a bassissimo consumo specifico.



Andamento del consumo annuale di energia elettrica per illuminazione.

Vennero poi le lampade al tantalio a 2 watt, fecero una fugace apparizione le Nernst, fino a che comparve verso il 1905 la lampada a tungsteno cosiddetta monowatt. Si temeva da parte delle Imprese elettriche una forte contrazione del consumo. Si vide che invece gli utenti continuavano ad assorbire gli stessi kWh, cambiando le lampadine con altre monowatt di maggiore intensità. Frattanto le Aziende elettriche, col sorgere dei nuovi impianti e con l'avviamento verso i collegamenti in parallelo, le distribuzioni regionali, ecc., ribassavano spontaneamente le tariffe che verso il 1910-12 già si riducevano sui 60 cent. per kWh. Ed il pubblico ne approfittava per consumare maggior corrente e per illuminarsi meglio.

Fecero poi la loro comparsa le lampade a mezzo watt che hanno dato il crollo alle lampade ad arco ed hanno favorito il diffondersi di più ricche illuminazioni.

Ed il consumo globale è andato accrescendosi senza che i nuovi tipi di lampade a consumo sempre più ridotto, abbiano influito sulla sua progressione.

Venuta la guerra, resi proibitivi dal costo gli altri sistemi di illuminazione, si è anche più accentuata tale progressione, ma ha anche molto influito il fatto che le tariffe per luce non sono state alterate. E' solo dopo il 1919 che hanno subito un aumento del 25 per cento cui ha fatto seguito nel 1921 un secondo aumento del 50 per cento.

Con tutto ciò il costo della luce elettrica è oggi il minore fra tutti, ed è notevolmente ribassato rispetto a quello di quindici anni fa.

Oggi al prezzo medio di 1 lira a kWh, le 100 candele-ora con lampade a mezzo watt costano 5 centesimi di lira-carta, mentre nel 1910 le 100 candele-ora con lampade monowatt costavano in media 7,2 centesimi-oro.

Siccome la lira carta attuale vale 23 centesimi di lire-oro, così per fare un raffronto, la luce elettrica oggi costa sei o sette volte di meno che nell'ante-guerra!

Da noi la luce elettrica costa la metà che in Francia, 4 o 5 volte meno che in Inghilterra, ed in Svizzera, 7 o 8 volte meno che negli Stati Uniti.

E poi vi è della gente che si lamenta che è troppo cara!

La progressione del consumo è quindi dovuta a due cause principali: i progressi della tecnica che hanno ridotto i con-

sumi specifici favorendo i miglioramenti della illuminazione, ed un ribasso costante ed ininterrotto delle tariffe che ha invogliato gli utenti a consumare di più.

Il consumo delle lampadine in 10 anni è più che raddoppiato. Dal 1905 è triplicato.

Nel periodo 1 luglio 1923-30 giugno 1924 il consumo totale è stato di 537.1 milioni di kWh pari ad un consumo specifico di 15 kwatt-ora all'anno per abitante totale, o di 20 kw-h circa per abitante servito, cioè per abitante di Comuni provvisti di impianti elettrici.

Agli scopi del nostro lavoro, più che alle medie generali devesi guardare alla situazione delle singole regioni.

Riproduco qui alcune tabelle statistiche che potranno essere di utile consultazione.

Nella tabella I sono indicati i consumi di energia per luce nel triennio 1920-21 = 1922-23 l'ultimo del quale posseggo dati esatti, non essendo ancora pronti quelli che si riferiscono ai consumi singoli fino al 30 giugno 1924.

TABELLA I.

Consumi regionali in kWh di energia elettrica nell'ultimo triennio.

| | LUCE | | |
|------------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1921-21 | 1921-22 | 1922-23 |
| | L. | L. | L. |
| Piemonte | 58.608.385 | 65.252.520 | 67.829.628 |
| Lombardia | 90.543.661 | 97.706.744 | 118.904.044 |
| Veneto | 29.653.296 | 35.672.222 | 42.573.856 |
| Liguria | 26.801.749 | 25.548.601 | 31.675.641 |
| Emilia | 22.197.482 | 23.151.146 | 27.197.948 |
| Toscana | 26.253.514 | 31.078.962 | 35.743.789 |
| Marche | 9.028.597 | 10.109.012 | 11.136.930 |
| Umbria | 5.004.995 | 5.894.833 | 6.034.315 |
| Lazio | 38.524.457 | 45.832.082 | 50.730.130 |
| Abruzzo | 4.690.605 | 5.198.876 | 5.503.700 |
| Campania | 32.497.035 | 40.038.079 | 42.750.015 |
| Puglie | 7.407.853 | 7.816.797 | 9.095.900 |
| Basilicata | 603.454 | 735.469 | 838.200 |
| Calabria | 3.025.285 | 3.652.018 | 4.005.900 |
| Sicilia | 11.131.475 | 13.140.078 | 14.351.900 |
| Sardegna | 2.516.498 | 2.948.157 | 3.147.900 |
| Totali | 368.488.341 | 413.775.586 | 471.519.856 |

N.B. — A tutto il 30 giugno 1924, il consumo globale per luce del 1923-24 è stato di 537.1 milioni di kWh.

Nella tabella II sono indicati per il Regno i consumi di energia per luce rispetto a quelli per forza motrice od altri usi, da cui si rileva il rapporto mantenutosi quasi sempre costante fra i due consumi, che oscilla fra il 9 e il 10 per cento.

TABELLA II.

Consumi energia elettrica.

| ANNI | Luce kWh | Forza motrice ed altre applicazioni kWh | Totale kWh | Rapporto luce a forza motrice per cento |
|-------------|-------------|--|---------------|---|
| 1908-09 ... | 116.450.700 | 981.540.000 | 1.097.996.700 | 11.8 |
| 1909-10 ... | 131.268.700 | 1.154.000.000 | 1.285.268.700 | 11.4 |
| 1910-11 ... | 146.176.400 | 1.324.900.000 | 1.471.076.600 | 11.2 |
| 1911-12 ... | 164.972.600 | 1.551.853.116 | 1.716.825.716 | 10.6 |
| 1912-13 ... | 182.746.200 | 1.778.850.927 | 1.961.597.127 | 10.2 |
| 1913-14 ... | 196.768.700 | 2.115.161.644 | 2.311.930.344 | 9.3 |
| 1914-15 ... | 209.408.900 | 2.319.311.939 | 2.528.720.839 | 9 |
| 1915-16 ... | 216.339.600 | 2.618.679.337 | 2.835.018.937 | 8.25 |
| 1916-17 ... | 230.827.770 | 3.340.662.929 | 3.571.490.629 | 6.9 |
| 1917-18 ... | 237.423.832 | 3.589.100.436 | 3.826.524.268 | 6.55 |
| 1918-19 ... | 263.143.933 | 3.847.994.150 | 4.111.138.083 | 6.9 |
| 1919-20 ... | 312.700.888 | 3.513.861.292 | 3.826.562.180 | 8.85 |
| 1920-21 ... | 368.488.341 | 3.883.860.436 | 4.252.348.777 | 9.50 |
| 1921-22 ... | 413.775.586 | 3.867.739.699 | 4.281.515.285 | 10.7 |
| 1922-23 ... | 471.519.856 | 4.929.422.760 | 5.400.942.616 | 9.6 |

La tabella III indica il rapporto fra i consumi a contatore e quelli a *forfaits*, ed essa riesce utile a considerarsi perchè mostra la tendenza che si ha oggi a ridurre i *forfaits* per aumentare la vendita a consumo, più consentanea con le esigenze attuali della produzione regolata dai serbatoi e dagli scambi interregionali.

La tabella IV indica i consumi nelle Provincie aventi ca-

TABELLA III.

Consumo luce negli ultimi anni.

| ANNO | In milioni di kWh | | | Rapporto in % del totale | | Rapporto in % fra il consumo a forfait e quello a contatore |
|--------------|-------------------|-----------|--------|--------------------------|-----------|---|
| | Forfait | Contatore | Totale | Forfait | Contatore | |
| 1916-17..... | 46.0 | 184.5 | 230.5 | 20 | 80 | 24.8% |
| 1917-18..... | 48.0 | 189.5 | 237.5 | 20 | 80 | 25.2 » |
| 1918-19..... | 49.3 | 213.8 | 263.1 | 18.8 | 81.2 | 23 » |
| 1919-20..... | 54.6 | 258.1 | 312.7 | 17 | 83 | 21.3 » |
| 1920-21..... | 62.6 | 305.9 | 368.5 | 17 | 83 | 20.3 » |
| 1921-22..... | 75.1 | 338.7 | 413.8 | 18 | 82 | 22 » |
| 1922-23..... | 68.9 | 402.6 | 471.5 | 14.5 | 85.5 | 17.1 » |
| anno 1923... | 76.0 | 419.9 | 495.9 | 15 | 85 | 18 » |

Nel 1921-22, durante l'inverno vi è stato il razionamento nelle regioni del Nord; si rileva come al razionamento siano sfuggiti praticamente i forfaits.

TABELLA IV.

Consumo di alcune Provincie.

| PROVINCIE | Forfait | | Contatore | |
|---------------|---------|---------|-----------|---------|
| | 1921-22 | 1922-23 | 1921-22 | 1922-23 |
| Torino | 5.238 | 4.729 | 33.469 | 38.735 |
| Genova | 1.117 | 1.610 | 23.058 | 27.942 |
| Milano | 9.631 | 8.609 | 49.368 | 64.388 |
| Brescia | 4.480 | 3.487 | 5.806 | 7.497 |
| Venezia | 0.321 | 0.332 | 9.169 | 11.379 |
| Bologna | 0.493 | 0.394 | 7.490 | 8.500 |
| Firenze | 0.599 | 0.454 | 15.454 | 17.912 |
| Roma | 2.860 | 2.578 | 42.971 | 48.152 |
| Napoli | 3.208 | 4.053 | 28.938 | 30.340 |
| Bari | 0.352 | 0.340 | 3.015 | 3.565 |
| Palermo | 0.538 | 0.375 | 4.374 | 4.771 |

(in milioni di kWh).

poluogo molto popoloso, e dà una idea dell'importanza che ha assunto in essi l'illuminazione elettrica.

Non occorrono molti commenti a tali tabelle che debbono servire come materiale documentario per chi desidera occuparsi di questi argomenti.

E' invece importante soffermarsi ad altro esame. L'Italia è uno dei paesi ad economia molto dissimile dal Nord al Sud. La ricchezza individuale è diversissima da centro a centro. Uno degli indici migliori di tale diversità è dato dalla quota di imposte dirette che si pagano all'erario sotto forma di imposta terreni, fabbricati e ricchezza mobile.

Ho voluto esaminare se in corrispondenza di tali diversità si rivelasse un corrispondente diverso di consumo di corrente per illuminazione. I risultati di questo studio sono consacrati nella tabella V che mi sembra molto interessante ⁽⁹⁾.

Da questa tabella balza evidente come l'Italia possa dividersi in tre parti:

Regioni ricche: Imposte dirette superiori a 120 lire annue per abitante. Consumo luce medio superiore a 22,4 kWh per abitante.

Regioni medie: Imposte dirette fra 80 e 120 lire annue per abitante. Consumo luce medio 10,4 kWh.

Regioni povere: Imposte dirette fra 35 e 50 lire annue per abitante. Consumo luce medio 3,3 kWh.

Mentre il consumo medio italiano per luce è di 12 kWh per abitante, solo nelle regioni più industriali e più ricche esso viene superato.

Nell'Italia prevalentemente agricola, si sta appena su 10 kWh. In quella meridionale ed insulare il consumo è trascurabile per la pochissima diffusione degli impianti elettrici, e per il basso consumo che si verifica anche dove vi sono impianti, cosa impressionante perchè è proprio in tali regioni che la popolazione è agglomerata nei centri abitati e le campagne sono quasi deserte.

La tabella V mette in prima linea il Lazio. Ciò dipende dal fatto che il Lazio è ben servito da impianti elettrici e sul complesso della sua popolazione predomina Roma che ha una buona aliquota di consumo per luce.

⁽⁹⁾ N. B. — Le cifre si riferiscono al 1922, ultimo anno di cui si posseggono dettagli ufficiali: consuntivi esatti.

TABELLA V.

Il consumo di energia per luce e l'agiatezza individuale nel 1922.

| | kWh (luce) per abitante | Quota da imposte dirette e sovrainpo. te Prov. e Com. per abitante | | | | Indice (rapporto fra imposta luce e imposte dirette) % |
|------------------|-------------------------|--|---------|------------|--------|--|
| | | Ricchezza mobile | Terreni | Fabbricati | Totale | |
| Lazio | 32.- | 134 | 24 | 37 | 195 | 1.64 |
| Lombardia... | 21.6 | 96 | 31 | 32 | 159 | 1.36 |
| Liguria | 21.5 | 151 | 8 | 27 | 186 | 1.16 |
| Piemonte | 19.4 | 62 | 30 | 28 | 120 | 1.61 |
| Toscana | 11.8 | 38 | 33 | 29 | 100 | 1.18 |
| Campania | 11.7 | 21 | 16 | 16 | 53 | 2.20 |
| Veneto | 10.- | 34 | 30 | 25 | 89 | 1.12 |
| Marche | 9.3 | 22 | 49 | 33 | 104 | 0.88 |
| Emilia | 8.65 | 46 | 66 | 51 | 163 | 0.53 |
| Umbria | 8.30 | 15 | 45 | 26 | 86 | 0.97 |
| Abruzzo | 3.80 | 10 | 19 | 10 | 39 | 0.97 |
| Puglie | 3.75 | 15 | 27 | 23 | 65 | 0.51 |
| Sardegna | 3.50 | 9 | 17 | 9 | 35 | 1.- |
| Sicilia | 3.35 | 14 | 18 | 13 | 45 | 0.74 |
| Calabria | 2.53 | 9 | 20 | 9 | 38 | 0.66 |
| Basilicata | 1.70 | 10 | 26 | 12 | 48 | 0.36 |
| Medie gener. | 12.- | 46 | 29 | 25.7 | 100.7 | 1.19 |

Figura anche al primo posto il Lazio per le imposte dirette poichè è sensibile l'influenza dei redditi di ricchezza mobile per ruoli della numerosa classe impiegatizia che vive nella Capitale e che non sfugge alla tassazione.

La Liguria dà anche cifre elevate per effetto della ripartizione dei totali sul numero ristretto di abitanti in relazione al volume di affari che vi si svolgono, alla potenzialità della industria ed alla ricchezza dell'agricoltura.

Ho messo in evidenza nell'ultima colonna della tabella un indice che è il rapporto fra l'imposta erariale sul consumo di luce elettrica (nella aliquota del 1922 di 10 cent. per kWh) e l'importo totale delle imposte dirette.

Data la abbastanza stretta relazione che si ritrae dalla tabella fra l'uso della luce elettrica e la agiatezza individuale, le divergenze dell'indice medio ci indicano dove è che dobbiamo principalmente agire per la propaganda particolare *pro luce elettrica*.

A parte il mezzogiorno dove si dovrà attendere lo sviluppo del programma idroelettrico, colpisce la bassa quota dell'Emilia e Romagna, che per le sue condizioni particolari non ha mai potuto godere finora dei benefici di una estesa elettrificazione.

Oggi Bologna diviene meta di tutti i produttori alpini e fra breve prenderà il suo vero posto di gran centro di smistamento dell'energia, analogamente alla funzione che ha sempre avuto di grande centro di smistamento ferroviario.

Per la Campagna si può ripetere ciò che ho detto per il Lazio. Rispetto ad una non numerosa popolazione della regione, Napoli prepondera ed altera le medie.

Queste considerazioni, naturalmente, vanno prese *cum grano salis*. Esse sono puramente indicative di ordini di grandezza. Uno studio più dettagliato per singole provincie e per singoli centri sarebbe certo più interessante, ma non cambierebbe sensibilmente l'impressione che vi sono troppe diversità fra regione e regione, e che anche tenuto conto del diverso grado di agiatezza dei singoli, in molte regioni vi è ancor molto da fare per diffondere l'uso della luce elettrica.

A me premeva anche di mettere in evidenza come il consumo di luce elettrica costituisca uno dei migliori indici per giudicare della agiatezza delle popolazioni e del loro grado di progresso industriale, e mi premeva di consegnare ai propagandisti qualcosa di più che semplici affermazioni.

Se noi ci confrontiamo agli Stati Uniti, cioè al popolo oggi più ricco della terra, potremo misurare tutto il grado della nostra consistenza economica.

Nel 1923 si sono colà consumati 36 miliardi circa di kWh di cui 5,6 per luce, 20,4 per forza motrice, 4,6 per trazione, 6,3 per altri usi.

L'uso medio di luce per abitante è rappresentato dal consumo di kWh 46, più del triplo cioè del consumo medio italiano attuale, il doppio di quello che si verifica da noi presso le popolazioni più abbienti.

Il numero di lampade che si consumano negli Stati U.

niti è più che decuplo di quello italiano mentre la popolazione è di 2,5 volte superiore.

Mentre da noi il tipo di lampada media è di 30 watt circa, negli Stati Uniti è di 56 watt.

L'America con tutto ciò trova che si consuma ancora troppo poca corrente per luce, ed ha mobilitato un esercito di tecnici propagandisti per intensificare la vendita delle lampade, per far trasformare la illuminazione, per far consumare più corrente e dar così vita a tutte le industrie accessorie. Tale propaganda sortì ottimo esito come lo dimostrano gli incrementi delle cifre di affari delle Società Elettriche, dei costruttori e soprattutto, l'incremento del consumo di energia.

Anche noi quindi dobbiamo muoverci, ma prima di tutto è necessario che il fisco non intralci la nostra via. Ed è questo principalmente lo scopo di questa mia esposizione.

*

Concludendo, dall'esame del diagramma che dimostra l'andamento del consumo si può prevedere che fra pochi anni, cioè verso il 1930, si raggiungerà un consumo annuo di circa un miliardo di kWh per luce con un corrispondente fabbisogno di 40 milioni di lampadine e di quasi 500.000 contatori.

Si potrebbero raggiungere più presto tali risultati quando si intensificasse il lavoro di propaganda nelle regioni dove più bassi sono gli indici.

Ma tutto ciò potrà essere sinistramente influenzato dalla ripercussione dei nuovi inasprimenti fiscali, e come ho già accennato, si hanno sintomi allarmanti in molte regioni di una contrazione del consumo individuale: crescono gli utenti ma non cresce in corrispondenza il consumo totale.

Occorre quindi non tanto raccomandarsi alle Aziende Elettriche quanto al Governo onde ritorni rapidamente sopra i suoi provvedimenti, senza di che tutto quanto potranno fare i venditori di energia sarà frustrato dalla ingordigia fiscale.

Per l'imposta erariale occorre senz'altro pensare alla sua trasformazione per rendere possibile la adozione di più moderne e razionali tariffe.

Per il dazio comunale, che è stata la goccia che ha fatto traboccare il vaso, occorre che il Governo lo abolisca e studi qualche altro provvedimento che colpisca altri generi di consumo. A parte che gli utenti non possono sopportarne il peso, non deve tale imposta rendere anche essa impossibile l'applicazione di nuove tariffe e determinare ulteriori complicazioni nei rapporti fra venditori di energia e consumatori. Tutta la materia dei dazi e tributi comunali, malamente allestita in questi ultimi mesi, ha dato luogo a lagnanze e proteste senza fine. Nel riordinamento di essa, cui si dovrà senz'altro addvenire, si deve fare opera onde venga eliminata ogni tassazione sulla luce, come già si è eliminata quella sul riscaldamento e sull'impiego industriale del combustibile. Le Aziende elettriche faranno tutto quanto sta in loro per favorire con tariffe ben studiate il diffondersi della illuminazione e quando si consideri con occhio sereno la loro opera, non può sconvenirsi come essa sia stata sempre lungimirante. Mantenere oggi, col cambio oro a 450, le stesse tariffe di un tempo, costituisce per esse il migliore dei titoli di merito, quando nei paesi a valuta aurea (Svizzera, Inghilterra, Stati Uniti) le tariffe di oggi sono state aumentate rispetto alle prebelliche.

Ma è sul Fisco, ripeto ancora una volta, che bisogna agire onde esso non stronchi il magnifico programma che intendiamo svolgere per valorizzare il nostro Paese.

XX

L'indiscutibile utilità di un

INDICE BIBLIOGRAFICO

come quello pubblicato dall'A. E. I. è tale che riteniamo opportuno richiamare l'attenzione di tutti coloro che non lo hanno ancora prenotato perchè vogliano assicurarsi le pubblicazioni che seguiranno nell'anno prossimo.

È sufficiente l'invio della propria adesione alla Sede Centrale.

SULLA IGIENE DELLA ILLUMINAZIONE

L. CAROZZI



Comunicazione alla XXIX Riunione Annuale dell' A. E. I.
Spezia - Settembre 1924

Il problema della illuminazione deve essere esaminato nei suoi diversi fattori, che se, a tutta prima, possono parere ben distinti, sono invece, nella pratica realtà, intimamente collegati fra loro e interdipendenti.

Questi fattori sono: il lavoro, la sorgente luminosa, l'occhio.

Il lavoro rappresenta un fattore fino ad oggi troppo trascurato nel problema che ci occupa. Esso merita la nostra attenzione sotto diversi riguardi: grandezza dell'oggetto lavorato, colore, splendore, movimento (che per necessità di lavorazione gli deve essere impresso), velocità, posizione che assume di fronte all'occhio, ecc. Inoltre tutta una serie di condizioni generali o speciali devono pure essere ricordate. Citiamo l'ambiente, le pareti, il soffitto, (colore della tinta applicata), sviluppo esagerato di calore, di umidità, di polveri o di vapori; affollamento; pulizia, specialmente dei vetri delle finestre, delle lampade, ecc. Fra le condizioni speciali meritano un cenno il lavoro alla lampada ad arco, davanti ai forni di fusione, alla fiamma ossidrica, ecc.

La macchina o l'oggetto dovrà essere illuminato in modo da permettere un lavoro facile per l'occhio e senza soppressione completa delle ombre. Questo fatto ha la sua importanza per la buona esecuzione del lavoro stesso o per evitare pericoli di infortunio. La presenza di un certo grado di contrasto è opportuna per ben giudicare del risultato del lavoro compiuto. Ma quando le ombre sono inevitabili (anche se dannose) esse non dovranno mai predominare sulle parti illuminate.

E' evidente che non è possibile dare delle norme generali, specialmente quando si voglia determinare il valore minimo di illuminazione per una data lavorazione. E' necessario essere molto cauti prima di dare una cifra qualsiasi, come resto è altrettanto necessario non fidarsi del potere di adattamento, anche se meraviglioso, del nostro organo visivo. Comunque, si dovrà fornire all'operaio una illuminazione sufficiente che gli permetta di vedere i dettagli del suo lavoro, specie quando questo esige una lunga applicazione della vista.

Per non poche industrie o lavorazioni il coefficiente di diffusione e lo splendore della materia lavorata, meriterebbero uno studio approfondito. E' evidente che se il coefficiente è basso, si renderà necessario una illuminazione maggiore. Questo fatto venne studiato in America, soprattutto nell'industria del vestiario, calcolando i valori corrispondenti ai diversi colori ed ai diversi tipi di stoffa.

In quanto allo splendore dell'oggetto o della materia lavorata, mi limito a ricordare in proposito le ricerche di Broca, il quale ha dimostrato che un largo foglio di carta bianca, vivamente illuminato, disposto al di sotto dell'oggetto, aumenta di molto l'acutezza visiva, se questa è grande; ma che invece la diminuisce, quando scende al di sotto di una unità; ciò che si constata per gli oggetti a debole splendore. Lo stesso fatto si osserva quando nel campo visivo si trova o si dispone una sorgente a fiamma nuda. Per lavori scuri e disposti su fondo scuro si userà una illuminazione più forte. Così si darà alle operaie dei mezzi guanti neri o scuri per evitare l'influenza dannosa nel campo visivo dello splendore delle mani, in confronto di quello del materiale lavorato.

Quando poi la superficie di quest'ultimo, oltre che essere lucida, è molto brillante, i disturbi visivi sono ancora più gravi e la fatica oculare si presenta in una fase molto precoce. Materializzare in cifre questo fenomeno, che inceppa anche la produzione, perchè l'operaio non è più in grado di apprezzare i dettagli del proprio lavoro, non è possibile allo stato attuale delle ricerche. Una inchiesta nell'industria del vestiario, della tipo-litografia, della gioielleria, dell'incisione su metallo darebbe forse risultati pratici di indubbio valore, quando si tenga presente che troppo spesso i giovani apprendisti non hanno la visita dello specialista, quale lo sforzo di accomodazione, richiesto dal loro mestiere, renderebbe indispensabile.

La sorgente luminosa. — E' noto che la luce naturale è soprattutto una luce diffusa; ma è altrettanto noto che l'illuminazione naturale dei locali specialmente di lavoro, per condi-

zioni molteplici e complesse, è estremamente variabile (stagione, condizioni meteorologiche, esposizione del locale, numero e disposizione delle finestre, piano, ecc.). Troppo spesso si deve constatare che locali da adibirsi a lavori minuti, (troppo spesso anche per lavori grossolani) sono costruiti senza darsi troppo pensiero dell'orientamento, della presenza o meno di fabbricati prossimi o di faccia, del posto che occuperanno i tavoli di lavoro di fronte alle finestre, ecc. Non è necessario insistere sulla grandezza delle aperture e della parte vetrata di queste in relazione coll'altezza e soprattutto colla profondità del locale: molti legislatori hanno stabilito anzi questo rapporto anche nei diversi piani dei fabbricati.

Ma non sarà mai abbastanza deplorato il malvezzo di intercettare la luce con ostacoli artificialmente creati davanti alle finestre: tende, mucchi di scatole, di materiale di lavoro, ecc., che ostacolano spesso anche il passaggio e possono rappresentare motivo non infrequente di infortuni.

Bisognerà ancora non trascurare il colore delle tende, delle pareti e dei soffitti, nè quello dei muri dei fabbricati opposti al locale, fattore che può migliorare o peggiorare le condizioni d'illuminazione del locale stesso. Se si lascia da parte il bianco, il color giallo è quello che ha il massimo di luminosità, specialmente alla luce artificiale.

Non dovrebbe essere necessario insistere sulla pulizia dei vetri, delle lampade, dei muri, delle macchine, ecc.; ma sarà opportuno ricordare che la distribuzione delle macchine nei singoli locali dovrà farsi seguendo il precetto di evitare qualsiasi ombra dannosa per l'occhio dell'operaio, ombra in generale mobile e per questo appunto più dannosa, quando la macchina ha delle parti mobili che per numero, grandezza o posizione assunta, modifichino le condizioni della illuminazione.

In conclusione, una buona illuminazione naturale dovrà corrispondere a queste esigenze: arrivare nella maggior quantità possibile fino alla parte centrale del locale; arrivare sul posto di lavoro nella direzione la più utile e distribuirvisi nel modo il più uniforme; le pareti, ecc., avranno un colore e una superficie di potere assorbente minimo; le macchine e le parti accessorie saranno disposte in modo da evitare il più possibile qualsiasi ombra dannosa.

Più complesso è il problema per l'illuminazione artificiale. Qui entrano in gioco altri fattori, oltre quelli della intensità luminosa sufficiente per una buona visione, e soprattutto la fisicità, lo splendore, la posizione, l'altezza dal posto di lavoro della sorgente. La qualità della luce adoperata ha pure una grande importanza per l'igienista. I danni prodotti dai raggi ultravioletti e dagli infrarossi sono troppo noti, perchè vi si debba insistere; ma è appunto per questo che si deve proteggere l'occhio del lavoratore contro un siffatto fattore dannoso.

La sorgente luminosa non dovrà svolgere un calore troppo intenso, nè alterare la composizione normale dell'aria; deve essere povera in raggi ultravioletti, avere uno splendore moderato, ma con una superficie d'irradiazione sufficiente. In conclusione, la luce artificiale deve realizzare la sintesi della illuminazione naturale.

Scelto il tipo di luce e di lampada, resta la questione della disposizione delle lampade, che può risolversi dai tecnici in modo soddisfacente per ogni singolo caso. Sia che si adotti il sistema della illuminazione indiretta generale o di quella mista generale indiretta o semi-indiretta e locale (per speciali lavorazioni, si dovrà risolvere pur sempre il problema della distribuzione delle lampade nel locale, tenendo presente sempre le esigenze della lavorazione e della protezione dell'occhio. Gli elementi del problema saranno dati dall'altezza e dalla posizione della lampada in relazione col posto di lavoro; dalla composizione cromatica della luce; dalla intensità luminosa e dalla grandezza della sorgente luminosa; dal tipo di lampada e di riflettore, dal colore, dal coefficiente di riflessione delle macchine, materiali adoperati, ecc., e infine dalla disposizione delle lampade e dal grado di contrasto fra il piano di lavoro e quello delle altre parti del locale. Diremo più innanzi quanto dovrebbe essere il valore minimo di illuminazione per ogni posto di lavoro; ma fin d'ora si può asserire che, nella maggior parte degli stabilimenti della grande e della media industria, l'illuminazione artificiale non è inferiore ai bisogni fisiologici della vista.

L'occhio è fra i fattori citati quello che più spesso è trascurato e che merita invece di essere posto avanti a tutti gli altri. Le reazioni individuali sono quali e quantitativamente così varie, di fronte alle molteplici e proteiformi condizioni di lavoro e di vita, che sarebbe errore grave trascurarle, quando si deve studiare e risolvere il problema della illuminazione.

L'occhio può essere lesa da un fattore dannoso che esplica la sua azione su una parte lontana dell'organismo, come può ripercuotere su una parte lontana il danno che una causa dannosa esercita direttamente su di lui. Esempio tipico la fatica.

La fatica oculare si presenta con una sintomatologia oltre-modo diversa e complessa, specialmente in relazione col fattore individuale. Sono a tutti noti casi di individui sensibili più di altri all'azione, per esempio, dei raggi ultravioletti.

Possiamo riassumere i danni, ai quali l'occhio è esposto in cause *dirette*: difetto o eccesso di luce; splendore della sorgente luminosa; del materiale lavorato; eccesso di contrasti; sorgente mobile; posizione della persona o dell'oggetto (troppo vicino, troppo lontano, posizione curva sul lavoro); qualità della luce (raggi ultravioletti, infrarossi); colore della sorgente luminosa, ecc.; e da cause *indirette*: attenzione, incoerenza dell'oggetto, natura, durata del lavoro; condizioni antifisiologiche di vita, ecc.

Non si può sottacere che molti danni della illuminazione artificiale sono soprattutto provocati da difetti visivi ignorati o trascurati dall'individuo e che il lavoro svela e aggrava.

Quantunque l'occhio, come l'organismo umano, abbia una grande riserva di forze e di risorse, capace di attenuare i danni ai quali esso è esposto, non è men vero che il ripetersi continuo della causa dannosa porta ineluttabilmente alla vittoria di questa, con danno spesso irreparabile dell'organo o dell'organismo, danno che si ripercuote sempre sulla economia della famiglia e della società.

Evidente è quindi l'opportunità di esaminare l'occhio dei giovanetti che si presentano per essere ammessi a lavori fini e delicati e di sottoporre a visita periodica l'occhio delle persone occupate in lavori che rappresentano un pericolo per l'organo visivo. Un numero ogni giorno crescente di informazioni prova che questo esame dell'occhio è necessario ed urgente. Le persone che soffrono di disturbi della rifrazione sono molto più numerose di quanto si crederebbe e la prescrizione di lenti, fatta dallo specialista, elimina una serie di dolorosi inconvenienti a tutto vantaggio della salute dell'individuo e del rendimento industriale.

Se i gradi lievi e medi dell'ipermetropia non provocano in genere disturbi, perchè il difetto di rifrazione è assai facilmente compensato dal potere d'accomodazione dell'occhio, i gradi più elevati sono sempre o quasi sempre accompagnati da difetti della vista e obbligano l'operaio a dedicarsi a lavori meno delicati e quindi meno ricompensati. Non è necessario insistere sull'importanza del fattore « miopia » nel fenomeno della fatica oculare o generale. Noi disponiamo di numerose statistiche che dimostrano come la miopia sia di origine scolastica e professionale; come la prima si svolga parallelamente alla durata della scuola e la seconda parallelamente alla esigenza di un maggior sforzo visivo continuato e affaticante, tanto che si ammette senza discussione un rapporto diretto fra miopia e lavoro da vicino. Ora, lo Steiger di Zurigo, prendendo in esame tutte le statistiche di cui disponiamo, ha emesso di recente una opinione in proposito molto diversa. Analizzando le teorie avanzate dai diversi studiosi, egli arrivò alla conclusione che il lavoro visivo richiesto dalle diverse professioni non rappresenta la causa della miopia, ma che la frequenza dei miopi in certe professioni è dovuta essenzialmente a due fattori: la selezione e la eliminazione. Di fatto i miopi sono, per loro speciale difetto, spinti verso le professioni che meglio si adattano alla loro vista cioè a quelle che esigono un lavoro da vicino.

D'altra parte è facile constatare che certe persone diventano miopi dopo un certo periodo di applicazione in una data professione. Alcuni studiosi ammettono una predisposizione ereditaria alla miopia, che si manifesta nella seconda infanzia e nella adolescenza, periodi che corrispondono alla scuola e all'apprendistato. Se i miopi non frequentassero la scuola o l'officina, la loro miopia, benchè esistente, passerebbe inosservata forse per tutta la vita. Di fatto, durante la guerra mondiale, un numero molto notevole di osservazioni ha permesso di constatare il numero straordinariamente alto di miopi di tutti i gradi sia fra contadini analfabeti, sia in giovani operai che non avevano mai lavorato in lavori delicati. La maggioranza non aveva neppure coscienza del proprio difetto visivo.

Qualunque sia il valore della osservazione di Steiger, non si deve però disconoscere l'importanza della predisposizione individuale alla miopia, delle cattive condizioni di ambiente (scuole, officine, casa) per quanto riguarda l'illuminazione. Però fuori discussione che le persone delle campagne e gli analfabeti sono certo meno colpiti dalla miopia, forse perchè vivono in condizioni di luce igienicamente migliori.

Altri punti del problema debbono ancora essere per lo

meno brevemente accennati: l'importanza dei segnali nella industria dei trasporti, dell'esame periodico della vista dei meccanici addetti alle locomotive, agli autotrasporti, alla navigazione, ecc., e naturalmente dei piloti d'aeroplani, e di tutti quelli che lavorano dinanzi a luci intense (vetro, metallo in fusione, fiamma ossidrica, ecc.).

Si deve richiamare l'attenzione anche sulla frequenza degli infortuni industriali, dovuti ad una illuminazione insufficiente o irrazionale. Rinvio per dettagli alla pubblicazione del nostro Servizio di igiene. (1)

All'ora attuale la *propaganda* per l'educazione delle classi interessate al problema della illuminazione: medici-igienisti, tecnici, industriali e operai, sfere dirigenti, è di grande necessità. Bisogna vincere i pregiudizi; sostituire le nozioni errate con quelle esatte, ormai acquisite alla tecnica dell'illuminazione. In attesa di poter raggiungere il grande pubblico, perchè adotti nella casa un buon sistema di illuminazione, la propaganda deve svolgersi nell'ambiente delle scuole, delle fabbriche e, per l'illuminazione delle strade, nelle città.

I vantaggi economici, sociali e morali di questa propaganda sono così notori, specie per l'ambiente industriale, e ormai così documentati, che non è possibile ammettere più oltre l'esistenza di condizioni irrazionali, insufficienti, quali pur troppo si constatano ancora in molti casi. Un valoroso collega, che dirige una grande associazione di assistenza medico-igienica per le industrie, si è servito del nostro opuscolo per indurre non pochi industriali a migliorare i loro impianti di illuminazione. Gli industriali sono stati colpiti dal fatto che con una spesa minima si potesse aumentare il rendimento industriale e assicurare nel contempo alle maestranze migliori condizioni di lavoro. L'interesse dell'industriale collima questa volta — ed io oserai dire sempre, nell'ambito della igiene industriale — coll'interesse della produzione.

Due parole ancora per quanto riguarda il problema *legislativo*. Fino ad oggi, il legislatore non ha dato alla illuminazione, specie nelle fabbriche, il posto che le compete. Il fattore «luce» sia naturale che artificiale deve invece avere un posto per lo meno uguale a quello attribuito alla ventilazione, al riscaldamento, ecc. La formula vaga fino ad oggi adottata deve essere sostituita da una formula più precisa e più completa. Si deve *domandare* al legislatore che fissi un valore minimo di illuminazione generale, sufficiente per prevenire gli infortuni sul campo del lavoro; che *raccomandi* valori più grandi per le migliori condizioni di lavoro in date industrie (valori da studiarsi nei diversi paesi e nelle diverse regioni, a seconda delle diverse condizioni di clima di lavoro) e valori che sieno stati constatati come i più adatti pel massimo rendimento industriale col minimo sperpero di materia prima e di fatica umana. Degna di considerazione la proposta del legislatore italiano di concedere brevi riposi intercalati nell'orario, quando il lavoro esiga un intenso sforzo visivo.

Ci sembra infine molto utile il sistema adottato dai legislatori anglo-sassoni di accompagnare le norme legislative, relative a questioni essenzialmente tecniche, con una appendice, nella quale il problema è esposto in forma chiara e piana e arricchito di numerose figure ed esempi pratici.

Comunque sia, noi pensiamo che prima di volere la promulgazione di misure legislative sull'illuminazione, dovrà precedere una intensa propaganda per creare la coscienza igienica delle classi interessate. Solo a questo modo la legge sarà veramente utile e fattiva.

SUL MACCHINARIO DELLA CENTRALE DI TEMÙ IN VALLE CAMONICA □ □

Siamo in grado di aggiungere alla descrizione della Centrale di Temù della Società Generale Elettrica dell'Adamello, pubblicata dall'*Elettrotecnica* negli scorsi numeri, alcune notizie riguardanti il terzo gruppo che si è ultimato di montare in questi giorni.

Il gruppo, fornito dalla Compagnia Generale di Elettricità, comprende un alternatore colla sua eccitatrice, e il relativo trasformatore elevatore di tensione.

L'alternatore trifase, di tipo americano, è azionato da una turbina Pelton delle Costruzioni Meccaniche Riva, alla quale è direttamente accoppiato. Esso ha una potenza di 9600 kVA e funziona a 504 giri con frequenza 42 (poli 10). E' costruito in modo da poter fornire in modo continuativo la potenza suddetta, a qualunque tensione fra 6000 e 7000 V senza che l'aumento di temperatura superi quello ammesso dalle norme della A.E.I.

La carcassa dell'alternatore è munita di prese d'aria per la ventilazione. L'aria viene aspirata da appositi canali praticati nel blocco di fondazione, e viene scaricata in altri condotti dalla parte centrale della carcassa. In questa, sono anche praticate delle aperture fornite di coperchi che possono essere levati durante la stagione invernale, in modo da scaricare l'aria calda nel salone della Centrale.

Un dispositivo speciale permette di spostare assialmente tutta la

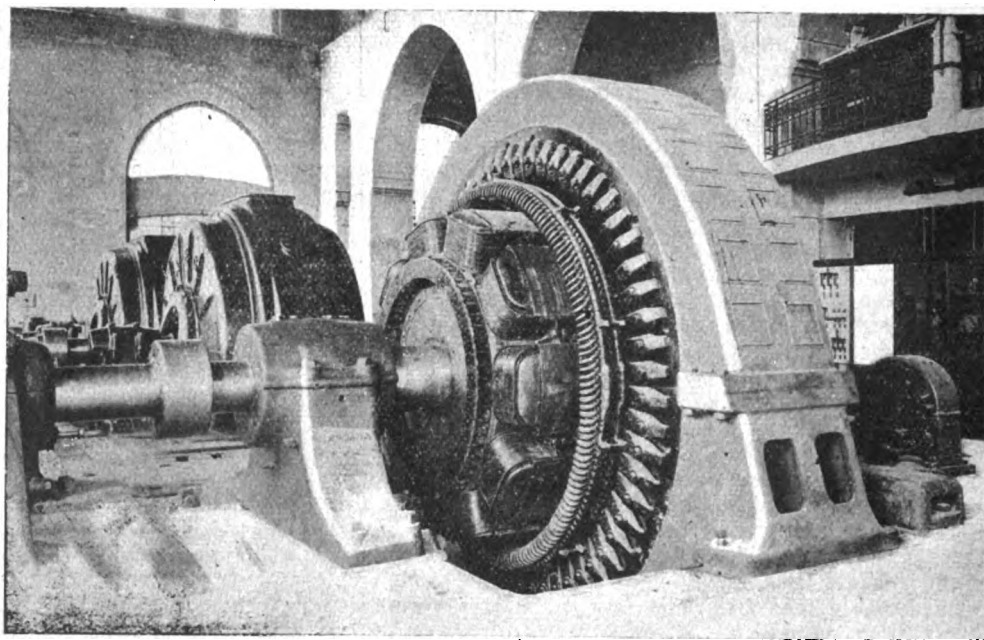


Fig. 1. — Alternatore da 9600 kVA colla carcassa spostata.

carcassa in modo da mettere allo scoperto il rotore senza smontare la macchina, come si vede nella fig. 1.

Lo statore è diviso in due metà. L'avvolgimento è a doppio strato, costituito da un numero di bobine uguali al numero delle cave in modo che in ogni cava vengono a trovarsi i due lati di diverse bobine. Questo tipo di avvolgimento ha il vantaggio di permettere il raccorciamento del passo e quindi la completa eliminazione delle armoniche; essa presenta inoltre una maggior superficie di raffreddamento e minori perdite nel rame.

Dal lato costruttivo questo sistema ha il vantaggio di presentarsi come perfettamente simmetrico ed uniformemente distribuito su tutta la periferia dello statore, il che permette un amarraggio delle bobine solidissimo per la sua compattezza e semplicità. Ciò è indispensabile per proteggerle dalle sollecitazioni d'indole meccanica provenienti da rapide variazioni di carico, o da eventuali corti circuiti; precauzione necessaria quando si pensi che la potenza complessiva della Centrale dovrà raggiungere i 50.000 kVA e che essa può lavorare in parallelo colle altre Centrali della rete con una potenza complessiva di oltre 100 mila kVA. L'avvolgimento è a triangolo, col neutro riportato fuori dall'alternatore.

Il rotore è calcolato in modo da poter resistere a una velocità di fuga pari a 1.8 di quella normale. Esso è montato in modo da poter subire uno spostamento assiale di 15 mm. dalla sua posizione, verso l'eccitatrice; ciò allo scopo di poter sciogliere il giunto di collega-

(1) «L'Hygiène de l'oeil et le travail industriel - Les problèmes de l'éclairage industriel». — Série F, N. 6 - Etudes et Documents - Bureau intern. du Travail - Genève, 1923 - Vol. de 160 pp. - Prix 3 frs. suisses

mento colla turbina in modo da potere, quando occorra, togliere la girante senza dover smontare il rotore dell'alternatore.

L'alternatore è provvisto di indicatore della temperatura sullo indotto.

La forma d'onda della tensione dà uno scarto non superiore al 5 per cento rispetto all'onda sinusoidale.

Gli isolamenti vennero provati a 15.000 V di corrente alternata fra bobine e carcassa dello statore per un minuto e a 1500 V di corrente alternata tra bobine e corpo del rotore, pure per un minuto.

Il reostato di campo dell'alternatore è comandato da un motore a corrente continua a 220 V ma può anche essere manovrato a mano con trasmissione a catena. Il comando a mano, come anche il dispositivo per passare dal comando a motore a quello a mano, sono installati sul quadro della Centrale.

Il peso complessivo dell'alternatore è di circa 87 tonnellate.

Il PD^2 del rotore è di 70.000 kg. m².

L'eccitatrice a 115 V, è direttamente accoppiata all'asse dell'alternatore mediante giunto a flange; essa è eccitata in derivazione ed ha una potenza di 60 kW. Il reostato di campo della eccitatrice è comandato a mano mediante catena.

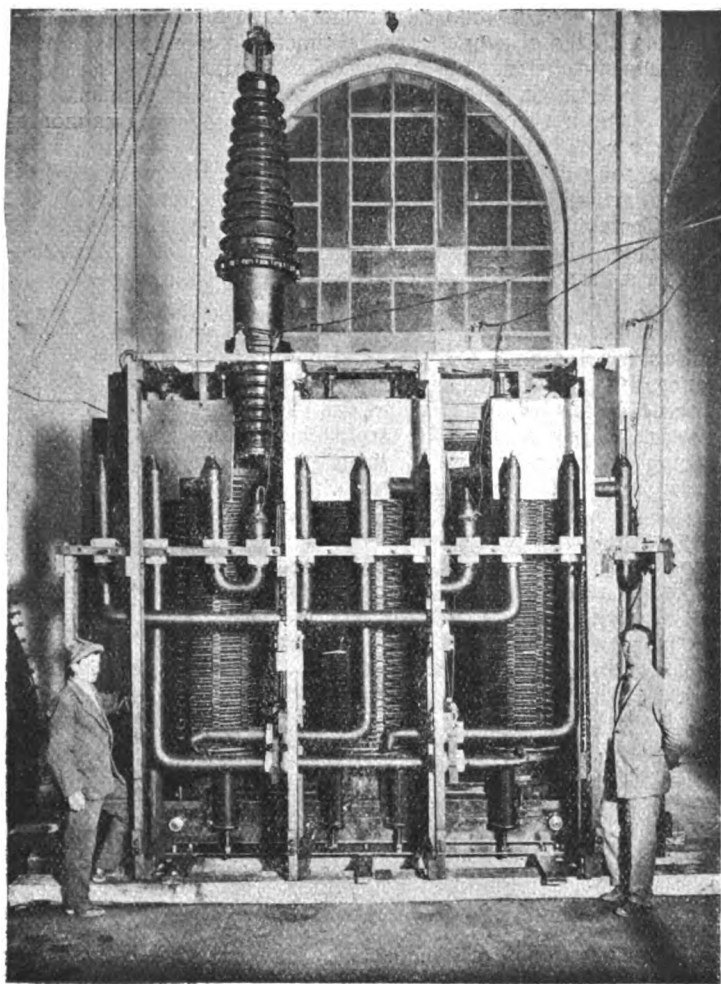


Fig. 2. — Trasformatore levato dalla cassa.

Il trasformatore trifase, tipo americano, è costruito in modo che si possa rapidamente passare, sull'alta tensione, dal collegamento a triangolo a quello a stella; il cambiamento dei collegamenti si fa sotto coperchio; la bassa tensione è collegata a stella. Esso può fornire una potenza di 9600 kVA, a 42 periodi, per qualunque valore della bassa tensione compreso fra 6000 e 7000 V. Il rapporto di trasformazione è 6000-7000/70.000-81.000 V, col collegamento Y/Δ e 6000-7000/120.000-140.000 V col collegamento Y/Y . Il neutro, sul lato alta tensione, è riportato fuori dal trasformatore per mezzo di speciale isolatore passante attraverso il coperchio. Il neutro non è messo a terra.

Il trasformatore (fig. 2) è del tipo a nucleo con bobine circolari sull'alta tensione e avvolgimenti concentrici a spirale sulla bassa tensione; gli avvolgimenti sono costruiti in modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche provenienti da corti circuiti momentanei con applicata la piena tensione. L'isolamento venne provato con 281.000 V fra i due avvolgimenti e fra l'avvolgimento ad alta e nuclei; e a 15000 V fra gli avvolgimenti a bassa e i nuclei.

La cassa è provvista di recipiente di espansione per l'olio.

Il peso complessivo del trasformatore, senz'olio è di 34 tonnellate circa.

Vi sono tre isolatori passanti per la bassa tensione e quattro per l'alta tensione. Questi ultimi sono costruiti in modo da poterli montare o togliere senza muovere il trasformatore. Esso fu infatti col-

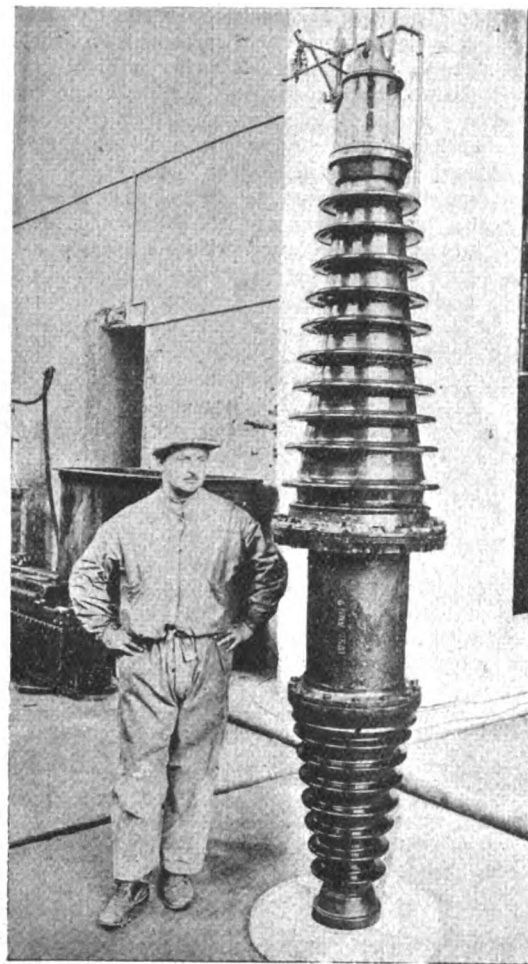


Fig. 3. — Isolatore passante per il trasformatore.

locato in posto senza gli isolatori d'alta tensione che furono applicati successivamente (fig. 3).

Gli isolatori passanti, data l'alta tensione in gioco (140.000 V), sono a riempimento d'olio, tipo americano. Questi isolatori vengono costruiti in modo da essere non solo facilmente intercambiabili, ma da potersi egualmente bene adattare a differenti apparecchi, così da poter essere indifferentemente impiegati per trasformatori, per inter-

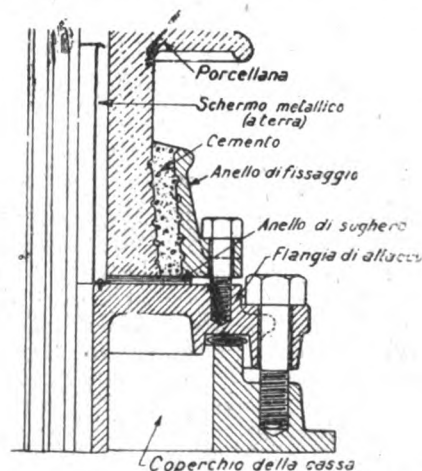


Fig. 4. — Particolare costruttivo dell'isolatore passante.

ruttori in olio, per scaricatori ecc. Elemento principale che ha guidato nella scelta delle loro caratteristiche di funzionamento e costruttive è che gli isolatori siano preservati dall'essere distrutti in caso di sovratensioni che superino il limite di sicurezza per cui sono calcolati; perciò l'isolatore è costruito in modo da presentare una resistenza di perforazione maggiore di quella di scarica superficiale.

La figura 4 rappresenta in sezione longitudinale, il dettaglio costruttivo di questi isolatori. Essi constano di un involucro esterno in porcellana, attraverso il quale passa, nel senso della lunghezza un tubo metallico circondato da cilindri isolanti concentrici fra i quali si trova dell'olio.

L'involucro in porcellana è diviso in due soli pezzi riuniti da un cilindro metallico che viene mantenuto a contatto di terra. Come si vede nella fig. 4 la base di ogni pezzo in porcellana viene circondata da un anello metallico di fissaggio, assicurato mediante cemento trattato a vapore. Questo anello è flangiato e viene fissato con viti alla sottostante parte metallica; l'interposizione di un anello di sughero impregnato, che viene fortemente compresso dal serraggio delle viti, assicura il mantenimento di una perfetta tenuta.

Il cilindro metallico di unione dei due pezzi in porcellana viene, mediante apposita flangia, fissato con viti al coperchio della cassa e mantenuto in buon contatto con la terra. Esso è abbastanza lungo perchè la sua estremità inferiore sia costantemente immersa nell'olio del trasformatore. Viene così eliminato ogni pericolo di formazione di cariche statiche o dell'effetto corona nello spazio d'aria sopra l'olio entro la cassa, eliminando i pericoli di esplosione.

Negli spazi fra i cilindri isolanti, che circondano il tubo metallico centrale, si trova dell'olio. All'estremità superiore dell'isolatore una camera in vetro permette di sorvegliare il livello dell'olio, e serve da camera di espansione; all'estremità inferiore vi è un rubinetto di scarico per estrarre l'olio, quando occorra. Di solito viene impiegato, per gli isolatori, olio della stessa qualità di quello impiegato per il trasformatore o l'interruttore al quale l'isolatore è destinato.

La sagoma esterna è studiata in modo da ottenere una distribuzione praticamente uniforme del potenziale; ne viene che la tensione di scarica superficiale in questi isolatori è direttamente proporzionale alla loro lunghezza. Il fenomeno corona non si manifesta nemmeno a tensioni vicine a quelle di adescamento della scarica. Si è invece ammessa la formazione di corona sulle parti metalliche alle estremità non in contatto col materiale isolante, perchè ciò, provocando dissipazione d'energia, giova a rendere più lento l'adescamento della scarica.

Gli isolatori vengono costruiti, per ogni tensione di esercizio, in due tipi secondo l'altitudine sul livello del mare della località alla quale verranno destinati. Si è così tenuto conto del noto fenomeno secondo il quale la tensione di scarica superficiale diminuisce note-

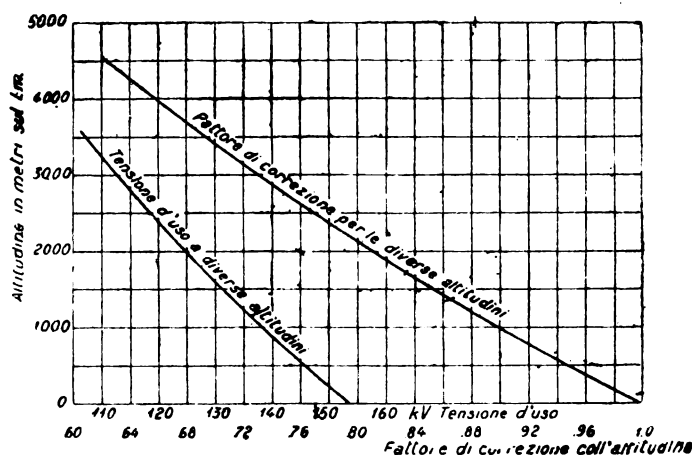


Fig. 5. — Influenza dell'altitudine sulla tensione di impiego degli isolatori.

volmente coll'altitudine. Il diagramma della fig. 5 fa vedere l'importanza di tale fenomeno, pel quale ad esempio si ha, per una altitudine di circa 1200 metri, una diminuzione del 12,5 per cento nella tensione di scarica. Per questa ragione gli isolatori destinati ad altitudini superiori a 1200 metri vengono costruiti colla parte che deve sporgere dalla cassa alquanto più lunga; la parte che va montata entro la cassa è invece eguale nei due tipi per piccole e grandi altitudini.

Tutti questi isolatori, che vengono costruiti per qualunque tensione superiore a 73.000 V fino a 220.000 V, vengono provati un minuto a una tensione di 2,5 volte quella normale, più 2000 V.

La tensione di scarica superficiale sotto una pioggia di 5 mm per minuto inclinata a 45°, varia fra il 70 % ed il 90 % di quella a secco.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

LA CENTRALE GEOTERMICA □ □ □ □ □ □ □ □ □ DI LARDERELLO

PIERO GINORI CONTI

(Comunicazione alla World Power Conference - Londra, luglio 1924)

Le sorgenti di vapore naturale contenenti acido borico, più generalmente note col nome di « Soffioni Boraciferi », sono state ripetutamente descritte nei trattati di Geologia e di Chimica.

Esse si riscontrano in varie località nei dintorni di una borgata della Castelnovo Val di Cecina posta presso il confine meridionale della provincia di Pisa, non lungi dalla antica città di Volterra.

Queste sorgenti sono evidentemente gli avanzi della remotissima attività vulcanica che contribuì alla formazione dei monti disposti parallelamente al litorale toscano, monti che vengono chiamati « Catena Metallifera » dalla presenza di minerali (rame, ferro, zinco, piombo ed antimonio). Il sistema orografico dell'Isola d'Elba si connette probabilmente a tale catena e, anche a qualche distanza dalla zona dei soffioni, si trovano tracce di attività termica, quali le sorgenti calde nelle vicinanze di Massa Marittima e delle emanazioni sulfuree dette localmente « Putizze ».

La zona dei soffioni ha una estensione di circa 225 km² ed i vari gruppi di soffioni in essa compresi sono quelli di Larderello, Castelnovo, Sasso, Monterotondo, Lago, Lustignano e Serrazzano. Un altro gruppo di minore importanza, Travale, si trova a parecchi chilometri verso levante, nella direzione di Siena.

I soffioni di Larderello, che sono quelli più generalmente noti, ebbero nome dal fondatore della Industria Borica Toscana, Francesco De Larderel, il quale iniziò nel 1818 la fabbricazione dell'acido borico. Già fino dal 1790 era stata scoperta la presenza di tale acido nelle acque che scaturiscono dal suolo assieme col vapore naturale nonchè nelle acque risultanti dalla condensazione del vapore stesso.

Il De Larderel utilizzò, con idea geniale, il calore del vapore naturale per la concentrazione delle soluzioni boriche.

A tale scopo, sino dai primordi della industria, si intrapresero delle perforazioni nel terreno vulcanico onde ottenere sufficienti quantità di vapore naturale.

Non è questo il caso di citare i vari stadi di sviluppo della industria chimica negli stabilimenti di Larderello. Di questa si possono trovare dettagliate descrizioni in libri, opuscoli e articoli di riviste scientifiche, dovuti alle molte personalità scientifiche di tutto il mondo che visitarono e descrissero questo singolare fenomeno. Basti ricordare che, mentre vennero ampiamente studiate le questioni di indole geologica e chimica attinenti alla industria non si pensò alla possibilità di utilizzare il vapore naturale per la produzione di energia meccanica ed elettrica fino ai primi del 1904, quando il Principe Piero Ginori Conti, allora Direttore generale delle fabbriche Larderel, tentò le prime esperienze circa la utilizzazione del vapore naturale per alimentare una piccola macchina di pochi cavalli di forza.

Questa nuova applicazione dei soffioni era evidentemente di altissimo interesse, ma si presentavano varie incognite.

Anzitutto occorre determinare quali effetti avrebbe portato sui metalli la presenza, nel vapore dei soffioni, di quantità assai forti di gas: CO₂, SH₂ ed altri, fra i quali anche He.

I risultati di questo primo tentativo furono per altro così favorevoli che un secondo esperimento venne effettuato nel 1905, con una macchina a vapore di maggiore potenza (circa 20 HP) accoppiata ad una dinamo per il servizio di illuminazione dello stabilimento di Larderello. Questa macchina ha funzionato in modo continuo per oltre dieci anni senza il più piccolo inconveniente.

Si intensificarono quindi le trivellazioni e si intrapresero delle indagini sistematiche circa la misurazione delle portate di vapore, nonchè circa la costanza delle temperature e delle pressioni dei vari fori.

Nel 1912 il Principe Ginori Conti, il quale era stato nominato Presidente Amministratore delegato della Società Boracifera di Larderello (sorta dalla fusione di due altre Società minori con la Ditta De Larderel), decise di intraprendere una esperienza assai più importante con un turbo-alternatore della potenza di 250 kW e finalmente, nel 1914, venne iniziato l'impianto della Centrale Elettrica di Larderello. Questa Centrale

si compone attualmente di tre gruppi turbo-alternatori, ciascuno della potenza della potenza di 2500 kW netti, due dei quali funzionanti, ed il terzo di riserva.

All'atto dell'impianto non era possibile utilizzare direttamente il vapore naturale per la alimentazione delle turbine e ciò perchè la pressione ottenibile dalle trivellazioni allora esistenti era assai bassa, per cui la prestazione delle turbine dipendeva interamente dal vuoto del condensatore dal quale sarebbe stato necessario estrarre i gas contenuti nel vapore naturale di alimentazione, con rilevantissimo spreco di energia.

Occorreva quindi sfruttare il vapore naturale come mezzo riscaldante per generare vapore puro atto alla alimentazione delle turbine. Si installarono dunque degli speciali apparecchi vaporizzatori, fondati sullo stesso principio delle caldaie a tubi di acqua.

Poichè tali apparecchi rappresentavano una complicazione d'impianto, nonchè una diminuzione nel rendimento, vennero subito iniziati degli studi allo scopo di ottenere la separazione dei gas dal vapore naturale. L'Ing. Plinio Brighetti, della Società Boracifera, ha risolto la questione in modo assai geniale per mezzo di un apparecchio semplicissimo, apparecchio che si può definire come un depuratore più propriamente che come una caldaia od un vaporizzatore. Il vapore che esce da tale apparecchio contiene solo una piccolissima percentuale della primitiva quantità di gas e può quindi essere immesso nelle turbine. I vantaggi sono molti e, primo fra tutti, la totale abolizione dei tubi che erano causa di disturbo nell'esercizio e di spese rilevanti. Infatti tali tubi non potevano essere nè di ferro nè di acciaio, poichè l' SH_2 , contenuto nel vapore che esternamente li riscaldava, formava assai presto uno strato di solfuro di ferro che riduceva notevolmente il coefficiente di conduttività termica. Era quindi indispensabile ricorrere ad un metallo adatto e si prescelse l'alluminio che dette dei risultati abbastanza buoni, ma non si potevano evitare completamente le corrosioni ed inoltre le caratteristiche meccaniche dell'alluminio non erano soddisfacenti. Si avevano quindi spesso delle comunicazioni fra l'esterno e l'interno dei tubi che permettevano il passaggio del vapore naturale col suo gas, alterando sostanzialmente le condizioni di funzionamento delle turbine.

Come è stato detto sopra, fino a poco tempo fa quasi tutte le trivellazioni eseguite a Larderello davano vapore a pressione assai bassa. Infatti la pressione corrispondente alla massima portata di vapore era appena due atmosfere assolute. Il vapore puro, o « secondario », prodotto dai vaporizzatori ha una pressione di sole atmosfere assolute 1,5 e la pressione di funzionamento delle turbine è di 1,25 atmosfere assolute. Le turbine sono dunque del tipo a bassa pressione, infatti sono turbine a pressione di scappamento e dipendono completamente dal vuoto del condensatore. Ciò spiega l'importanza di avere quantità limitate e costanti di gas nel condensatore, poichè le pompe d'aria sono proporzionate per certe percentuali di tale gas e ogni variazione di queste fa variare notevolmente la prestazione della turbina.

In origine i condensatori erano del tipo a superficie, ma sono stati poi modificati riducendoli a miscela; ciò per eliminare i tubi. L'impianto di condensazione comprende tre grandi refrigeranti a camino per l'acqua di circolazione.

Le turbine non hanno caratteristiche speciali. Esse sono del tipo a reazione con alimentazione nel centro del cilindro e funzionano a 3000 giri.

Sono accoppiate ad alternatori trifasi che generano corrente a 50 periodi alla tensione di 4000 volts. L'impianto elettrico è completamente normale ed è da notarsi solamente il largo impiego dell'alluminio per sbarre, ecc., allo scopo di evitare, per quanto è possibile, gli inconvenienti dovuti all'azione dell' SH_2 sul rame.

Le acque boriche ottenute dalla condensazione del vapore naturale nei vaporizzatori vengono utilizzate per l'industria borica. In tal modo si ottengono dalla centrale di Larderello circa kg 500 di acido borico giornalmente.

L'energia elettrica prodotta dai turbo-alternatori viene portata ai vari voltaggi occorrenti. La corrente viene elevata a 16.000 volt per le linee alimentanti le borgate vicine, la città di Volterra e le varie fabbriche della Società Boracifera, che sono otto (compreso Larderello) e che tutte hanno energia elettrica, tranne la piccola e lontana fabbrica di Travale.

Il voltaggio è invece di 33.000 a 39.000 volt per le linee che collegano la centrale con i grandi sistemi di distribuzione dell'Italia centrale.

Larderello funziona normalmente in parallelo con le cen-

trali elettriche sul Nera presso Terni le quali si trovano alcune volte a funzionare in parallelo con le linee dell'Adamello.

Alla fabbrica del Lago è stata costruita un'altra piccola centrale della quale funziona il primo gruppo da 250 kW che prima si trovava a Larderello.

Questa centrale ha servito e serve per esperienze.

Dopo il compimento dell'impianto succintamente descritto nei paragrafi che precedono, la Società Boracifera ha eseguito varie importanti trivellazioni, adoperando macchinari di maggiore potenza che hanno permesso di raggiungere profondità più grandi con diametri dei fori superiori ai primitivi. I risultati hanno superato le aspettative. Agli stabilimenti di Castelnuovo e di Serrazzano (nei quali non si riteneva aversi eccezionale disponibilità di vapore) sono stati perforati due fori assai potenti.

Il foro di Serrazzano, completamente aperto, dà circa 24 mila kg di vapore all'ora (portata massima), ma è da notarsi che la portata non cala così rapidamente come nella maggioranza dei fori precedenti quando la valvola venga parzialmente chiusa e cresce la pressione. Quindi detto foro può dare circa 13.000 kg all'ora alla pressione di 5 atmosfere effettive.

A Castelnuovo un foro eccezionalmente potente dà 60.000 kg di vapore all'ora a due atmosfere assolute, ma, anche qui, non si nota la rapida discesa della portata colla chiusura della valvola e quindi l'aumento della pressione.

A Larderello un nuovo foro ha la portata di 35.000 kg all'ora, mentre la portata media dei fori precedenti di maggior forza è di 25.000 kg.

Si otterrà una idea più completa della importanza del fenomeno se si consideri che nel solo Stabilimento di Larderello vengono attualmente emessi oltre 150.000 kg di vapore all'ora.

L'importanza dei risultati precedentemente esposti è considerevole. Infatti la possibilità di avere larghe disponibilità di vapore a pressioni più elevate di quelle impiegate finora, induce a considerare la questione sotto un altro aspetto e nuovi studi e nuovi esperimenti si vanno facendo per il più conveniente sfruttamento di queste importanti sorgenti di energia.

Già allo stabilimento di Serrazzano è stata impiantata una turbine sperimentale alimentata col vapore dei soffioni e con scappamento libero. Il vapore di scappamento viene utilizzato poi negli apparecchi di concentrazione delle acque boriche. In tal modo vengono completamente eliminati i vaporizzatori ed i condensatori con le relative complicità. L'ideale semplicità di tale impianto compensa ampiamente l'aumentato consumo specifico di vapore.

Al seguito degli ottimi risultati ottenuti a Serrazzano, si studia l'impianto di gruppi di conveniente potenza, alimentati con vapore naturale alla pressione di due atmosfere effettive con scappamento libero.

Sulle origini dei soffioni sono state fatte numerose congetture, come pure, sulla presenza dell'acido borico nel vapore. Le varie teorie proposte hanno però, sinora, solo il valore di ipotesi.

Il fenomeno è dovuto evidentemente ad attività vulcanica latente o, più propriamente, in via di estinzione ed è lecito supporre che le diverse località ove si riscontrano i soffioni sono collegate ad un centro principale di attività.

La diversità della costituzione geologica dei terreni nella località stessa può spiegare piccole variazioni nella composizione del vapore, come maggiori o minori percentuali di gas, ma i dati che abbiamo sono tuttora incompleti e si deve quindi sperare che gli studi sistematici che a tale proposito si stanno facendo, ci daranno una più profonda conoscenza riguardo a questo interessantissimo problema.

Non occorre certo spiegare l'importanza dell'impianto di Larderello quale sistema affatto nuovo di sfruttamento di energia che, con termine appropriato, è stata chiamata « Geotermica ».

Non mancano sorgenti di vapore naturale in varie parti del mondo, ove si sia manifestata attività vulcanica. Nella penisola italiana vengono studiate, sotto questo punto di vista, la Solfatara di Pozzuoli presso Napoli e le regioni circostanti all'Etna, come pure le isole di Stromboli e di Vulcano.

Largo campo di ricerche è l'America. Nell'Alaska la « Valle delle diecimila fumarole » è stata assai completamente esplorata dai geologi del Governo degli Stati Uniti. I fenomeni non differiscono molto da quelli di Toscana, ma la regione interessata è assai più vasta.

Si sono eseguite esperienze nella California e si sono ottenute notevoli quantità di vapore.

Nell'America del Sud (Cile e Bolivia) presso l'estinto

vulcano « Tatio », si sono trovate sorgenti di vapore di importanza considerevole. Quelle poste in territorio Cileno sono state studiate, in vista di un possibile impianto geotermico, da uno degli ingegneri della Società Boracifera.

Altra terra ove abbondano le sorgenti di vapore naturale è il Giappone.

Molte informazioni sono state richieste da ingegneri e da scienziati giapponesi circa ai metodi seguiti a Larderello ed ai lavori del Principe Ginori Conti. Finalmente si deve citare la Nuova Zelanda ove la regione del Rotorua è ricca in vapore e potrebbe essere oggetto di interessanti ricerche.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Per la diffusione nelle scuole del pensiero degli uomini grandi.

Riceviamo:

Mi si conceda gradita l'ospitalità per lanciare a mezzo del nostro diffuso *Giornale* una proposta a tutti coloro che con vero intelletto d'amore si adoprano per l'educazione della gioventù, in particolar modo ai direttori delle nostre scuole.

Nella generalità dei casi le pareti delle nostre aule scolastiche permangono nude e tristi, benchè su di esse, e non sempre, si ergono, possenti di forza morale, l'alta figura del Sovrano e la mesta figura del Cristo, simbolo di una fede fortificatrice di coscienze.

Adattiamo meglio le nostre aule per una più compiuta formazione della mente e dell'intelletto; esse ora mal si adattano per richiamare e tener desto nella mente del giovane l'amore per lo studio e la conoscenza della natura delle cose; il sentimento del bello e del buono; l'interesse per la scienza e per la vita. Poichè agli insegnanti — già oberati di lavoro dalle strettoie programmatiche — manca il tempo di illustrare il pensiero e la vita degli uomini illustri, lasciamo almeno che l'eletto prodotto della mente di quei grandi, le loro acute osservazioni, i possenti giudizi, gli ammonimenti severi, siano ovunque presentati e fatti meditare dai giovani allievi nel corso del loro periodo di formazione.

Cerchiamo di adoperare meglio ed utilmente il fiore dello spirito dei geni vissuti al fine dell'educazione; raccogliamo quindi in cartelli ben chiari e visibili, quanto di meglio essi ci hanno insegnato, quanto di più bello è stato da loro espresso, e distribuiamo tale prezioso materiale educativo sulle pareti neglette delle aule, nei lunghi e monotonici corridoi, per modo che ovunque aleggi sovrano il pensiero dei maggiori interpreti della natura e della vita.

La diffusione di frammenti e scritti di Leonardo, Dante, Michelangelo, Pascal, Descartes, Bruno, Galileo, Schopenhauer, e dei molti altri — che alla profondità del pensiero accoppiano la grazia della forma, all'acutezza delle osservazioni una semplicità di dizione affascinante — invoglierà alla lettura e allo studio delle opere di quei grandi con indubbia efficacia sul miglioramento dei sentimenti e delle attitudini.

Quando il divino Leonardo esclama: « Non si volge chi è stella è fisso » — o pensa: « Naturalmente li omini boni desiderano sapere » — non ha egli detto in poche parole ciò che non dicono interi volumi di etica? — Non scuote l'istinto per una maggiore e più profonda conoscenza?

Quando Descartes si convince che occorre: — « Condurre per ordine i pensieri cominciando dagli oggetti i più semplici e facili a conoscere per salire a poco a poco, come per gradi, fino alla conoscenza dei più composti ». — non ci insegna uno dei precetti fondamentali della speculazione scientifica?

Quale più efficace consiglio e sprone nell'apostrofe di Dante:

Considerate la vostra semenza:
Fatti non foste a viver come bruti,
Ma per seguir virtude e conoscenza.

In molte officine, opifici, laboratori una simile iniziativa ha incontrato favori e consensi larghissimi; in ogni luogo l'operaio e il lavoratore trova il consiglio e l'ammonimento; sente la parola di fede, la voce dell'esperienza e del progresso.

Nelle scuole professionali la raccomandazione assume particolare importanza, perchè in quelle gli allievi non hanno modo di meglio formare la loro cultura mediante elevati studi letterari e filosofici.

Roma, 28 ottobre 1924.

Ing. DOMENICO CIOCIA.

Per il cambio di indirizzo, inviare LINE UNA unitamente alla fascetta vecchia

:: SUNTI E SOMMARI ::

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

G. MORRISON — *Le lampade elettriche ad incandescenza dal 1907 al 1922.* (G. E. R., novembre 1923, pag. 741).

Il *Lamp Committee* della *National Electric Light Association*, nell'ultima sua relazione annuale relativa al 1922, passa in rassegna i progressi fatti nell'impiego delle lampade a incandescenza durante sedici anni dal 1907 al 1922 compreso, cioè dalla comparsa delle lampade a filo metallico.

Vendita. — Mentre nel 1907 il totale della vendita delle lampade a incandescenza fu di 65 milioni di lampade, nel 1922 salì a 203 milioni. Ma, mentre nel 1907 le lampade a filamento di tungsteno e di tantalio, apparse l'anno precedente, costituivano una quantità trascurabile, quelle a filamento di tungsteno rappresentano ora più che il 98 1/2 per cento del totale, e cioè quattro volte più del totale delle lampade a filamento di carbone nel 1907, per modo che tenuto conto della accresciuta intensità luminosa media, la somma delle intensità luminose delle lampade vendute nel 1922 è quasi 12 volte quella del 1907 (fig. 1).

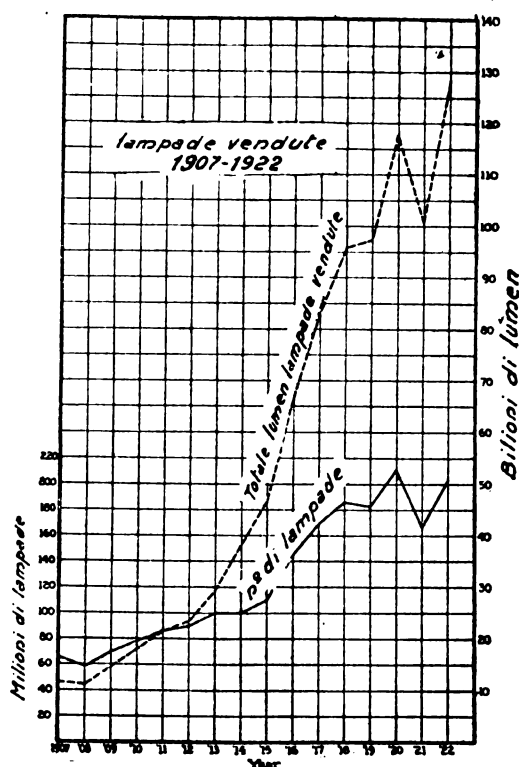


Fig. 1. — Vendita di lampade ad incandescenza, dal 1907 al 1922.

La lampada a tantalio non ebbe grande successo e scomparve nel 1913, cedendo il posto a quella a filamento di tungsteno, specie dopo l'introduzione del filamento a spirale (1911). La lampada a filamento di carbone metallizzato comparve nel 1905 sotto vari nomi commerciali (per es. quello di Gem Lamp), e fu adottata nelle stazioni centrali come lampada a rinnovo libero, mentre le lampade a filamento di carbone si diradavano sino a scomparire dal mercato nel 1918.

Potenza media. — Abbassatasi pochissimo, da 53 a 47 watt, circa, durante i primi sei anni del suddetto periodo, per l'adozione della lampada a filamento di tungsteno, consumanti potenze un po' minori, ma di maggiore intensità luminosa, crebbe quindi sino al valore medio di 55, ormai generale, per l'uso di lampade a gas inerte, che, apparse nel 1913 non si potevano fabbricare che per potenze notevoli.

Tensione. — Le lampade a filamento di tungsteno sono divise a gruppi a seconda della tensione, sebbene quelle in uso nei circuiti stradali in serie siano classificate a seconda della intensità di corrente. Le tensioni più usate sono quelle del gruppo 115 volt, che copre più dell'88 % della richiesta totale negli Stati Uniti. Poichè era impossibile determinare anticipatamente l'esatta tensione di ogni lampada a carbone, per lampade di questo tipo era, in fondo, un vantaggio la esistenza di distribuzioni di energia a tutte le tensioni fra 100 e 130 volt. Ma con l'adozione, nel 1911, del filamento spiralizzato di tungsteno, diventata possibile la determinazione anticipata della tensione esatta delle lampade, si procurò di arrivare alla unificazione delle tensioni, verso i 115 volt. Si deve osservare che se quest'ultimo valore rappresenta l'ideale, non mancano però ancora oggi in America, distribuzioni a 110 e a 120, che sono i limiti

entro i quali oscillano generalmente le tensioni di distribuzione più usate negli Stati Uniti. (fig. 2).

Nel 1922 sono stati venduti più di 2 milioni di lampade da 112 volt. L'uso di questa tensione speciale si deve al perpetuarsi della vecchia pratica di impiegare lampade da 112 volt sopra circuiti da 110, pratica iniziata durante i primi anni dell'adozione del filamento di tungsteno, allo scopo di non forzare troppi filamenti, allora molto fragili; oggi questo uso non ha più ragione di essere con filamenti trafiletti e spiralizzati.

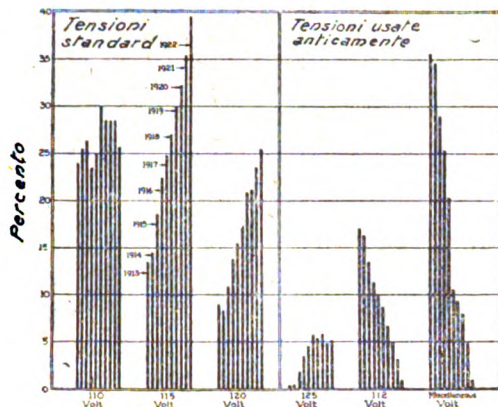


Fig. 2. — Tensioni tipo, 1913-1922.

Il gruppo per tensioni prossime ai 230 volt che comprende i 220, 230, 240, 250 ha rappresentato nel 1922 il 4 % del totale, diminuendo man mano rispetto ai 115 volt, che si rivela tutto compreso, sempre più economico.

I gruppi a bassa tensione da 30 e da 60 volt, costituiscono insieme il 3 1/2 % del totale, con prevalenza del primo. Le lampade di questo tipo sono usate per installazioni rurali, situate oltre il raggio normale di distribuzione delle Centrali, e per illuminare vetture ferroviarie, carrozze Pullman, ecc.

600 lumen si procede, per 8 successive potenze intermedie sino al massimo di 25.000 lumen. Ne esistono ancora, veramente, di potenza inferiore a 600 lumen, costituenti il 10 % del totale lampade per illuminazione in serie; si tratta però di lampade non raccomandabili dal punto di vista dell'economia.

La richiesta attuale dei vari tipi di lampade. — Il 20 % del numero totale di lampade vendute nel 1922 appartiene al tipo a gas inerte, con una potenza complessiva pari al 44 % circa della potenza totale, ed un'intensità luminosa complessiva che supera il 52 % della totale. Le più esatte sono quelle da 75 e da 100 watt, la cui domanda rappresenta per ciascun tipo, il 6 1/2 % delle vendite complessive. Molto richiesti sono anche i tipi da 150, 200, 300, 500, 700 e 1000 watt.

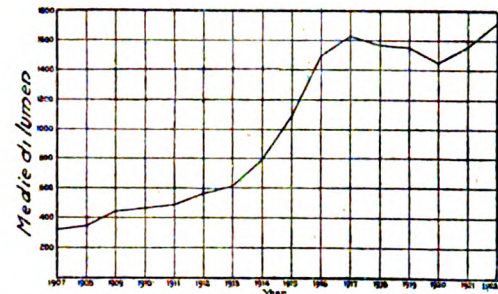


Fig. 3. — Media intensità di lampade da serie stradale, 1907-1922.

Fra le lampade a filamento nel vuoto la più usata è da 40 watt, la cui domanda rappresenta il 19,3 % del totale lampade; viene poi quella da 25 watt, con una richiesta del 18,6 %; e poi quella da 50 watt che rappresenta il 15,5 % e che guadagna sempre più il favore del pubblico. Gli altri tipi correnti sono quelli da 10-15-60 watt. Si tende oggi a ridurre questi 6 tipi a tre soli, da 15, 25 e 50 watt.

Oltre i tipi suddetti, che rappresentano la maggioranza della vendita, bisogna costruire, purtroppo, almeno 500 altri tipi diversi, per illuminazione industriale, per decorazione, per segnali e per case di campagna; senza contare altri tipi ricercati per servizi speciali; onde il numero totale dei tipi sale a più di mille.

Molto diffuse sono le lampade a colori applicati superficialmente

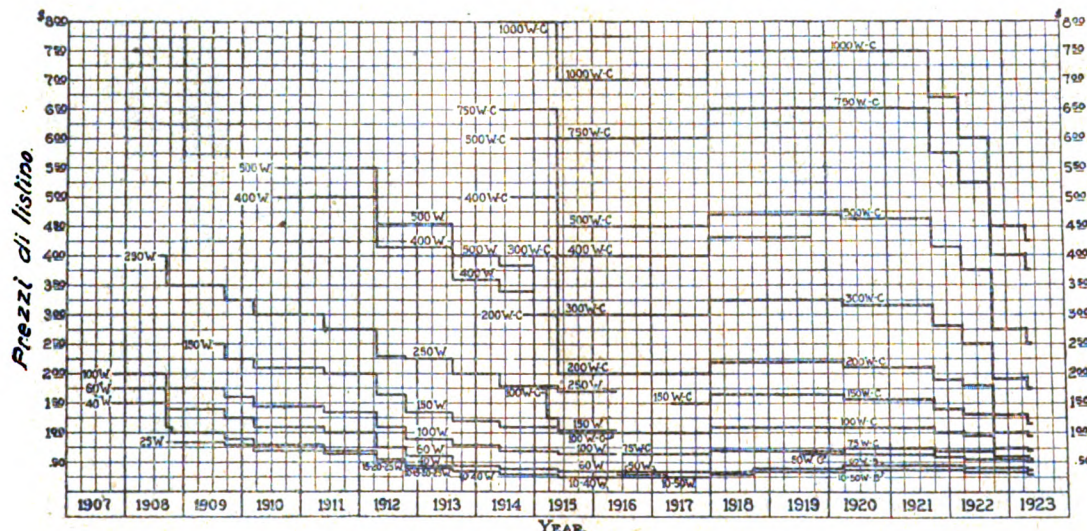


Fig. 4. — Diagramma dei prezzi delle lampade Mazda.

Vi è uno speciale gruppo da strade ferrate (2 % della richiesta totale) le cui lampade, non dissimili da quelle del gruppo 115 volt, sono fatte per funzionare a serie di cinque, con una determinata intensità. Le tensioni applicate alle serie sono 525, 550, 600, 625 oppure 650 volt.

Gli altri gruppi di tensioni rappresentano meno dell'1 % della domanda totale; comprendono fra le altre, le lampade-segnale, da 11 1/2 volt e quelle da 275 volt, per servizio miniere.

Lampade per la illuminazione stradale in serie. — Comprende l'1 1/2 % del numero complessivo di lampade vendute, il 70 % delle lampade appartenenti a questo gruppo si riferiscono a circuiti, da 6,6 ampere. I tipi per alta intensità luminosa (il 10 % del gruppo) sono per circuiti da 20 ampere.

Sono in uso anche circuiti da 4 ampere da 5 1/2 e da 7 1/2 ampere; le lampade corrispondenti costituiscono rispettivamente, il 9 %, l'8 % e il 12 % della richiesta.

Si è notato un considerevole aumento nella potenza delle lampade in serie stradali negli ultimi 16 anni. Scomparse le lampade a carbone e le Gem lamps due anni dopo che apparvero le lampade a tungsteno, l'intensità media è cresciuta da 32 candele orizzontali o piuttosto da 320 lumen (nel 1907) a 600 (nel 1913) quando apparvero la lampade a gas inerte. In seguito la potenza è ancora cresciuta sino a 1600 lumen per lampada in media nel 1917; e ad oltre 1700 lumen nel 1922 (fig. 3).

Oggi, dal tipo più piccolo di lampada da serie stradale, da circa

al vetro, di costo molto minore di quelle a vetro colorato in pasta. I colori più in uso sono il rosso, il turchino, il verde e il giallo. Molto richieste sono le lampade completamente smerigliate, che hanno pressoché sostituito quelle a smerigliatura parziale.

Prezzi. — Col 1° Aprile 1922 i prezzi delle lampade Mazda B (filamento nel vuoto), furono ridotte del 12 1/2 % circa e quelli delle Mazda C (a gas inerte) del 5 %; nel successivo ottobre le Mazda C furono ancora ridotte del 20 %, ed il 1° Maggio 1923 entrambi i tipi venivano ridotti ancora del 10 %. I prezzi attuali delle Mazda B sono perciò al disotto dei prezzi d'anteguerra (1914).

La fig. 4 indica le date d'introduzione dei più importanti tipi delle lampade Mazda del gruppo 115 volt, i relativi prezzi ordinari e le ulteriori variazioni.

l. p.

* *

MATERIALI.

E. THOMSON — Il quarzo fuso. (G. E. R., febbraio 1923, pag. 68).

Il silicio è forse l'elemento più abbondante nella crosta terrestre. Si trova soltanto sotto forma di ossido; benché esista tanto il protossido SiO quanto il biossido SiO_2 , il primo non si trova mai libero in natura; fu prodotto sperimentalmente circa cinquant'anni fa ed ha l'aspetto di una polvere bruno-scura amorfa. Il biossido di silicio SiO_2 rappresenta invece il composto principale di innumerevoli

minerali i quali, in natura, definiscono una vasta categoria di rocce e, tecnicamente, costituiscono, insieme alla silice, gli elementi più importanti delle industrie delle ceramiche e del vetro. Fortunatamente il SiO_2 abbonda, in uno stato di quasi assoluta purezza, nel cristallo di rocca, nelle caratteristiche vene bianche di molte rocce e si trova ancora, quasi chimicamente puro, sotto forma di una sabbia bianca. Le varietà più pure di silice sono usate per la fabbricazione del



Fig. 1. — Verga di quarzo fuso opaco.

vetro impiegato in ottica; per il vetro da finestre e da vasellame può esser tollerata una piccola percentuale di ferro, la quale impartisce ai prodotti il noto colore verde caratteristico.

Si deve all'alimentazione dei cannelli (da smaltatori) con ossigeno (piuttosto che con aria) la possibilità di fondere molte delle sostanze che avevano per l'addietro resistito alle più alte temperature dei forni ordinari. Tra quelle sostanze sono comprese la silice ed il



Fig. 2. — Tipi di riflettori astronomici.

quarzo stesso; oltre mezzo secolo fa, dei pezzi di cristallo di rocca, riscaldati nel modo anzidetto, vennero ridotti in fili, dotati, come venne riconosciuto più tardi, di notevoli proprietà elastiche. Molti anni dopo, si tentò, al cannello ossidrico, di ricavare dal quarzo fuso tubi e vasi; fu solo venti anni or sono, per opera di Shensstone, che la lavorazione del quarzo diventò una vera arte di laboratorio, praticata su una certa scala.

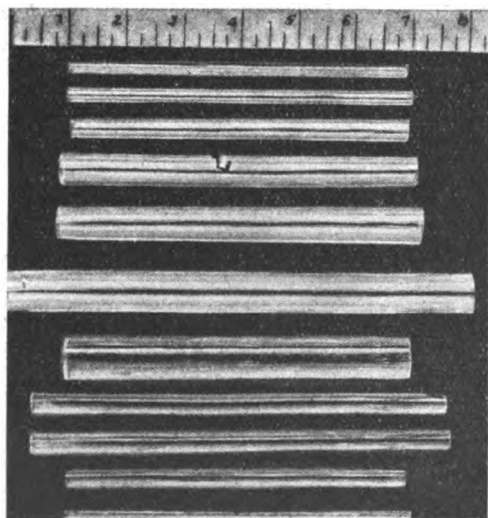


Fig. 3. — Tubi e sbarre di quarzo fuso trasparente.

Le proprietà che conferiscono al quarzo un alto valore per una vasta categoria di applicazioni sono la quasi trascurabile dilatazione termica, (che rappresenta forse la più notevole tra le sue caratteristiche) e l'alto grado di trasparenza, non solo alle radiazioni dello spettro visibile ma anche ai raggi ultrarossi ed ultravioletti. Questa seconda proprietà assegna al quarzo un posto unico nella fabbrica-

zione degli strumenti adoperati in ottica; accoppiata all'altra consente la costruzione di prismi, il cui indice di rifrazione è del tutto indipendente dalle oscillazioni ordinarie di temperatura; inoltre, gli specchi astronomici fabbricati col quarzo non presentano più (praticamente) quella distorsione particolare, determinata dagli stessi mutamenti di temperatura, che fu sempre manifesta negli specchi di vetro. Si intuì subito che nel quarzo la preparazione di superfici lisce si sarebbe operata molto facilmente, potendosi procedere con continuità

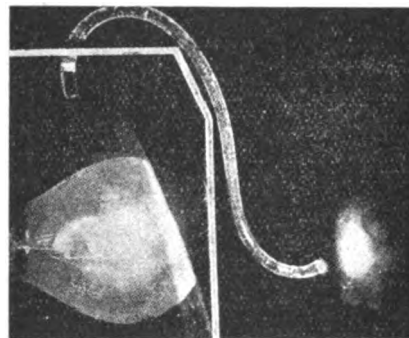


Fig. 4. — Come la luce si trasmette una sbarra ricurva di quarzo fuso trasparente.

nell'operazione del levigare, indipendentemente dal calore che mano a mano si sviluppa; in genere, si presta bene alla lavorazione del quarzo una ruota asciutta di carborundum, che non può invece adoperarsi per la lavorazione del vetro poichè, per effetto del calore che si produce, vengono a determinarsi nel vetro stesso delle fratture. Un altro vantaggio che il quarzo presenta di fronte al vetro, per ciò che riguarda le lenti ed i prismi usati in ottica, sta nel fatto che la formazione ordinaria di « strie » che ha luogo nel vetro,

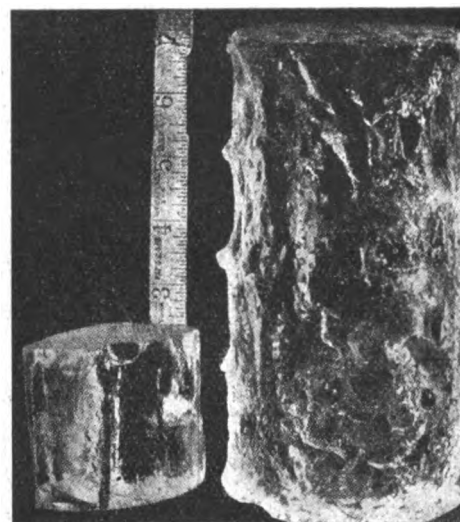


Fig. 5. — Blocchi di quarzo fuso trasparente.

per la ineguaglianza della composizione, è ridotta al minimo nel quarzo, purchè il materiale impiegato abbia un altissimo grado di purezza. La utilità del quarzo fuso si dimostrò presto evidente nella fabbricazione di storte, di bevute, di tubi destinati a guidare vapori corrosivi, così largamente adoperati nell'industria chimica; più tardi, le sue proprietà spinsero anche allo studio di una sua possibile applicazione come isolatore in elettrotecnica.



Fig. 6. — Dischi di quarzo.

Intorno al 1902, per opera di Elihu Thomson, si iniziarono i lavori che permisero di ottenere il quarzo fuso in blocchi; un forno elettrico ad arco venne pertanto costruito dalla General Electric Company a Lynn ed adibito unicamente alla fusione di sabbie silicee, entro crogiuoli di notevole capacità; si fabbricò così il primo specchio concavo da telescopio che fu paragonato con uno specchio analogo di vetro. Come ognuno s'attendeva, la superficie del quarzo manifestò immediatamente una grande superiorità; quei cambiamenti di temperatura che modificavano completamente la superficie del vetro,

lasciavano invece intatta l'immagine formatasi sulla superficie del quarzo, provando così quanto, del resto, si prevedeva dai valori dei coefficienti relativi di dilatazione.

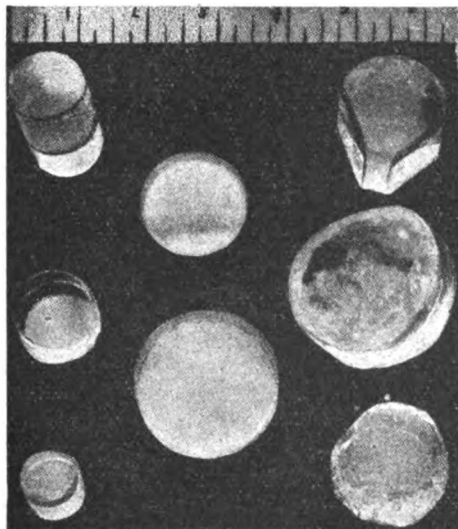


Fig. 7. — Campioni di quarzo fuso trasparente.

Contemporaneamente, nel 1902, un nuovo metodo veniva applicato da Elihu Thomson nel Laboratorio di Lynn, per la lavorazione della silice fusa. Il metodo, già escogitato nel 1849 da Despretz, era tuttavia ignorato da Elihu Thomson; esso consiste essenzialmente nel

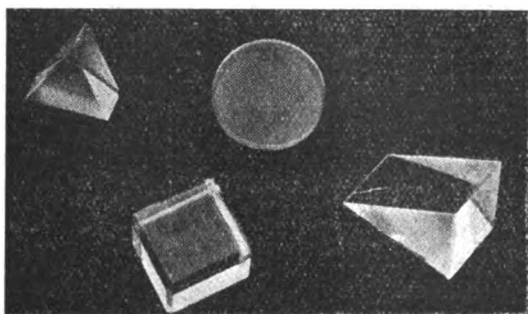


Fig. 8. — Lenti e prismi di quarzo fuso trasparente.

ricoprire di sabbia silicea un conduttore di carbone, che viene riscaldato elettricamente; l'azione prolungata della corrente elettrica determina allora intorno al conduttore uno strato sempre più spesso di silice fusa. Si ebbero così, a seconda della forma assegnata al mo-

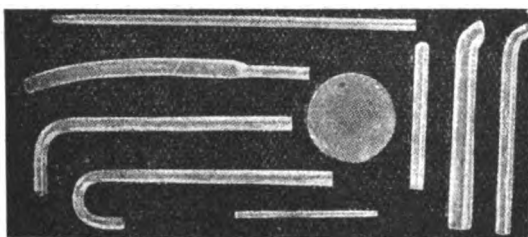


Fig. 9. — Applicatori di quarzo fuso.

dello di carbone, i primi tubi e le prime capsule di quarzo fuso; ottenuto per questa via, esso presenta uno splendore caratteristico ma non è trasparente, a causa degli innumerevoli granelli di dimensioni minutissime che sono racchiusi nella sua massa; comunque,

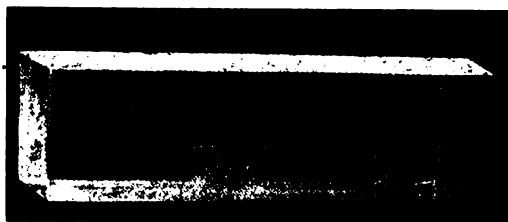


Fig. 10. — Sbarra rettangolare di quarzo fuso trasparente.
Dimensioni: $\sim 102 \times 28 \times 9$ mm.

questa varietà inferiore di quarzo è largamente impiegata oggi e progrediscono perciò i metodi seguiti per la sua produzione e per la sua lavorazione.

Il riscaldamento completo di una massa di quarzo ha luogo assai rapidamente, nonostante la scarsa conduttività termica.

Il quarzo cristallino, sottoposto all'azione del calore, si dilata in maniera diversa, lungo i differenti assi del cristallo; e precisamente



Fig. 11. — Modello di isolatore di quarzo fuso appena estratto dalla fornace.

il coefficiente di dilatazione, secondo l'asse principale è, per ogni grado C., di 781×10^{-6} , mentre in direzione perpendicolare è, per ogni grado C., di 1419×10^{-6} . Circa il quarzo fuso si può ritenere



Fig. 12. — Verga di quarzo fuso opaco. Pesa circa 100 libbre.
E' lunga 6 piedi ed ha un diametro di 6 pollici.

che una sbarra lunga 1 metro, si allunga o si accorcia di appena mezzo millimetro per un salto di temperatura di 1000° C.

Le particelle di quarzo cominciano a fondere intorno ai 1400° C;



Fig. 13. — Primo modello completo di radio-isolatore di quarzo fuso.
E' lungo 48 pollici.

al di là di questa temperatura, il quarzo assume uno stato caratteristico di fluidità ed intorno ai 1750° C prende a sublimare, pur restando vischioso come densa melassa.

Il cambiamento, che così ha luogo, dalla forma originaria cristallina, comporta un'espansione, che ammonta circa al 17 % del volume iniziale, mentre, per effetto del raffreddamento successivo, che riporta il materiale fuso alla temperatura ordinaria, si determina una contrazione che è soltanto il 0,67 per mille.



Fig. 14. — Tipo di macina cilindrica di quarzo fuso.

Il quarzo fuso, mantenuto per un certo tempo ad una temperatura compresa fra i 1100° ed i 1400° C. subisce un processo graduale di «devettrificazione», fenomeno che si verifica anche nel vetro; il quarzo devettrificato è completamente bianco, di struttura granulare, poco resistente e non possiede più la proprietà caratteristica della



Fig. 15. — Bushings di quarzo fuso.

bassa dilatazione. Oggi nel Laboratorio della General Electric Company a Lynn, si produce oltre il quarzo fuso opaco od opalescente, anche il quarzo limpido, di una perfetta trasparenza: una sbarra di quarzo fuso trasparente, della lunghezza di 26 piedi (la più lunga fino ad oggi costruita) trasmette da un estremo all'altro la luce di un

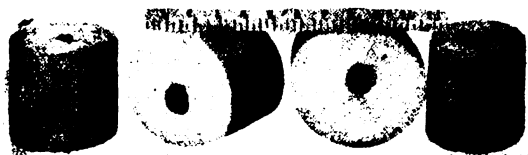


Fig. 16. — Supporti di quarzo fuso adoperati nell'industria chimica.

flammiifero, con una perdita minima; questa varietà limpida di quarzo fuso è perciò largamente richiesta per la fabbricazione di lampade ad arco a vapori di mercurio e per la costruzione di tutti quegli strumenti strettamente legati alla emissione di raggi invisibili, quali p. es. gli spettrografi per radiazioni ultraviolette.

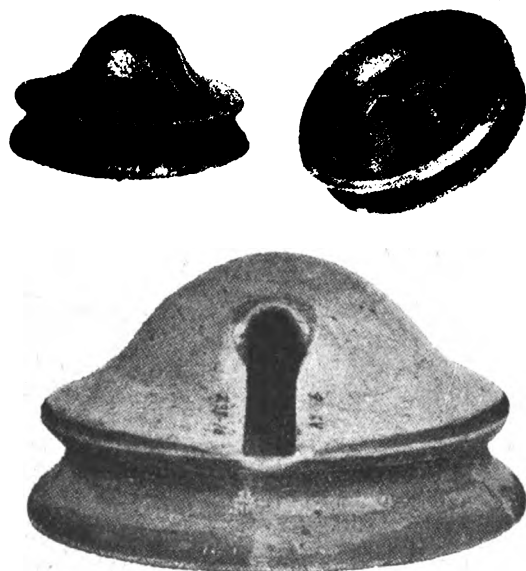


Fig. 17. — Tipi di isolatori di quarzo fuso.

L'indice di rifrazione per la radiazione D del sodio (giallo; $\lambda = 5890$ u. A.) di questa varietà di quarzo, è di circa 1.46, mentre l'indice di dispersione s'avvicina molto a quello delle varietà più leggere di vetro crown.

Il quarzo fuso trasparente, reso plastico per mezzo del calore, si lascia lavorare come il vetro, col vantaggio di resistere perfetta-

mente a variazioni improvvise di temperatura; ha d'altra parte lo svantaggio della elevata temperatura di lavorazione. Si fabbricano oggi col quarzo fuso trasparente anche dei coristi i quali danno una nota pura che si spegne più lentamente che con i coristi d'acciaio; i termometri di quarzo fuso trasparente resistono alle alte temperature senza né rammollirsi né deformarsi ed hanno, rispetto ai termometri di vetro, il grande vantaggio di non richiedere pressoché nessuna correzione, per ciò che riguarda il fenomeno della dilatazione. Delle sbarre di questa varietà limpida di quarzo sono oggi adoperate in medicina per guidare i raggi ultravioletti che provengono da una forte sorgente, nelle cavità del corpo che presentano delle superfici ammalate. Un trionfo recente del Laboratorio di Lynn sono dei dischi di quarzo di qualità inferiore, del diametro di circa 30 cm, e dello spessore di circa sei cm, rivestiti sulle facce di quarzo trasparente; questi dischi apriranno, senza dubbio, la strada alla possibilità di aiutare l'astronomo, in alcune delle sue ricerche ed in tutte le difficoltà che egli incontra nell'uso del vetro, così soggetto a deformazioni, per effetto di cambiamenti, anche solo moderati, di temperatura.

Il quarzo fuso di seconda qualità infine (sabbia fusa), troverà certamente in un prossimo avvenire, una vasta applicazione come isolatore nell'industria elettrica.

l. p.

* *

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

Applicazione della termo-compressione del vapore all'alimentazione delle caldaie con acqua distillata. (Da pubblicazioni della Soc. Gén. d'Évaporation, di Parigi).

La termo compressione del vapore ha avuto da qualche tempo importanti applicazioni alla produzione di acqua distillata per l'alimentazione di caldaie, secondo i procedimenti *Prache* e *Bouillon*. Il fatto di poter ottenere a basso prezzo dell'acqua distillata può molte volte far preferire l'impiego di questi impianti termici a quelli ordinari di depurazione fisica, chimica, o mista; poichè, per quanto perfezionati siano i vari sistemi di depurazione oggi in uso, l'acqua distillata è l'unica che dia effettivamente garanzia assoluta di abolire ogni incrostazione e corrosione.

Non vi è officina oggi che, quando possa, non condensi il proprio vapore già utilizzato per rinviarlo in caldaia. L'acqua segue così un circuito chiuso dai serbatoi di alimentazione ai generatori, alle macchine, ai condensatori, con ritorno ai serbatoi di alimentazione. In tali casi non rimane da trattare che l'acqua destinata a riparare le perdite che hanno luogo nel circuito; perdite la cui entità percentuale varia da impianto ad impianto, da minimi del 2 % al 20 % e più.

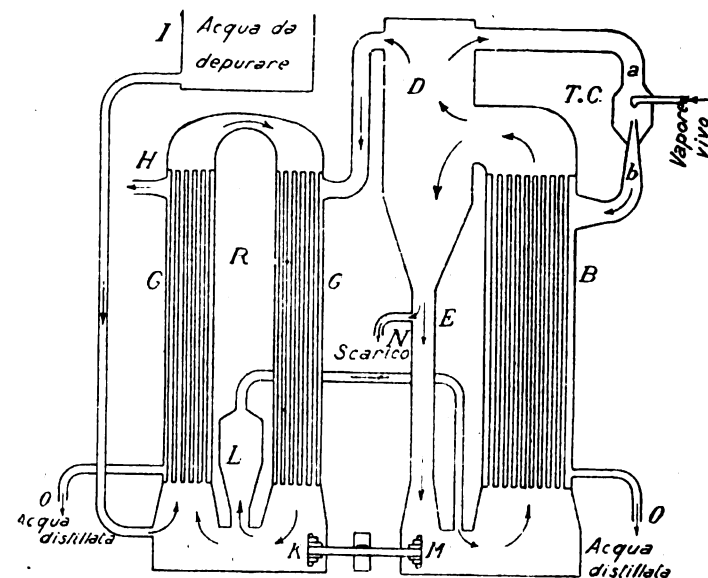


Fig. 1.

Una caratteristica essenziale dei procedimenti sopra indicati è che la distillazione delle acque avviene alla pressione atmosferica; si viene così ad eliminare la eventuale formazione dell'acido cloridrico dalla scomposizione dei cloruri presenti nell'acqua, scomposizione che comincia a circa 130° ossia a 2,8 atmosfere. Sono troppo noti gli inconvenienti che l'acido cloridrico produce corrodendo le tubazioni, rubinetterie ed apparecchi di utilizzazione, perchè non si cerchi di eliminarlo, o, ancor meglio, di evitarne la formazione.

L'apparecchio si compone di tre parti principali:

- Un evaporatore;
- Un riscaldatore;
- Un termo-compressore.

Il funzionamento è spiegato dalla figura 1. L'acqua da epurare, uscendo dalla vasca di deposito I, affluisce al fondo del riscaldatore R ove circola rapidamente grazie al propulsore K e passando nei due

fasci tubolari GG si riscalda vicino ai 100°, per effetto del vapore che proviene dalla camera D e che passa esternamente ai fasci stessi. Attraverso il decantatore L, l'acqua esce dal riscaldatore e si porta nella parte inferiore dell'evaporatore E dove circola, mossa da un propulsore M analogo a quello del riscaldatore. Le incrostazioni in questo apparecchio, sono completamente eliminate, poichè l'acqua da depurare circolando sia nel riscaldatore che nell'evaporatore con movimento rapido in regime turbolento, non depone le impurità che contiene in sospensione. I fasci tubolari dell'evaporatore e del riscaldatore mantengono così le proprietà di primo impianto, senza la soggezione di pulizie frequenti.

Nell'evaporatore parte dell'acqua evapora nella camera D e parte, circa il 10 %, esce, con moto continuo, da N, asportando le impurità che erano contenute nell'acqua d'alimentazione. In A, proveniente dalle caldaie arriva una certa quantità di vapore vivo, il quale, trasformando la propria energia di pressione in forza viva, aspira il vapore di ebollizione che si trova nella camera D. In b si ha miscuglio di vapore vivo e di vapore aspirato ad una temperatura di poco superiore ai 100°. Questo miscuglio circolando nell'apparecchio evaporatore si condensa e cede le proprie calorie di condensazione all'acqua che vi circola, producendo così un uguale peso di vapore. In D si libera quindi un peso di vapore presso a poco uguale a quello aspirato in a più quello proveniente da A; altro vapore va in R a riscaldare l'acqua da depurare, come già detto; vi si condensa e viene raccolto. L'acqua distillata alla temperatura di circa 100° si raccoglie dunque nelle due condutture O; mentre da H esce vapore a 100° che può servire, ad esempio, ad un preriscaldamento dell'acqua contenuta in I.

La quantità di vapore povero che un kg di vapore vivo può aspirare nel termo-compressore, dipende naturalmente dalla pressione del vapore vivo e dalla caduta di temperatura che si realizza tra la camera di ebollizione e la camera di riscaldamento.

In pratica sembra che gli apparecchi abbiano dato veramente buoni risultati.

Il costo di una tonnellata di acqua distillata può essere dedotto dai dati forniti dalla Direzione della Centrale Elettrica di Millery (Francia). L'impianto lì installato produce 2550 litri di acqua distillata all'ora alla temperatura di 99°,5, consumando in media 826 kg di vapore vivo alla pressione media di 11,5 kg. L'acqua distillata totale raccolta è di circa 2900 litri. Ciò porta a ritenere che la differenza di litri 350 sia dovuta alla condensazione parziale del vapore vivo nel riscaldatore e che quindi degli 826 kg di vapore solo 476 escano da H allo stato di vapore ed alla pressione atmosferica. Poichè l'acqua da distillare ha una temperatura media di 26°, riuscirà facile il bilancio termico dell'installazione ed il calcolo del costo di una tonnellata di acqua distillata.

Calorie entrate:

| | |
|---|-----------|
| col vapore vivo 826 (606,5 + 0,305 × 185) . . . | = 547.000 |
| coll'acqua proveniente dai bacini di alimentazione: 2550 × 26 | = 66.500 |
| coll'acqua destinata allo scarico perenne (il 10 per cento dell'acqua di alimentazione) | = 6.500 |

Totale . . . 620.000

Calorie uscite e utilizzabili:

| | |
|---|-----------|
| nell'acqua (2550 + 350) × 99,5 | = 288.500 |
| nel vapore: 476 × (606,5 + 0,305 × 100) | = 303.000 |

Totale . . . 591.500

Le calorie perdute risulterebbero quindi 28.500. Il consumo per tonnellata d'acqua distillata risulterebbe di calorie 11.200 circa. Supponendo di utilizzare carbone da 7.000 calorie, con un rendimento del generatore del 0,6, si verrebbe ad avere un consumo di kg. 2,65 di carbone per tonnellata di acqua distillata.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

O. MARCONI — Radiotelegrafia direzionale a onde corte. (Telegrafi e Telefoni, anno 5°, N. 4, luglio-agosto 1924, pag. 179) (da una conferenza tenuta in Campidoglio il 10 luglio 1924).

L'A. ricorda che la sua opera nei riguardi delle onde corte e della radiotelegrafia direzionale si esplicò fin dall'epoca immediatamente successiva alle classiche esperienze del Hertz e del Righi, e precisamente fin dal 1895, quando egli con onde di pochi centimetri, dirette in fascio mediante riflettori metallici, realizzava le prime trasmissioni a distanza.

In queste prove, ulteriormente sviluppate ed illustrate ufficialmente in Inghilterra negli anni successivi, l'A. metteva in evidenza la superiorità delle onde corte dal punto di vista della dirigibilità dell'energia, in confronto con le onde lunghe, le quali per altro dovevano in seguito vittoriosamente affermarsi e fuorviare per diversi anni ogni attività dal campo delle altissime frequenze, pur lasciando in lui il convincimento di un non lontano ritorno alle onde corte.

Fu infatti durante il periodo bellico, nel 1916, che l'A. riprese in Italia e proseguì a Carnarvon nel Galles esperienze le quali per-

misero, con onde dai 3 ai 15 m, irradiate in fascio da un sistema riflettente di fili paralleli all'antenna, sintonizzati con la lunghezza d'onda impiegata e disposti su di una curva parabolica avente sulla linea focale l'antenna, di superare distanze sempre maggiori fino ai 155 km con una ricezione media di energia 200 volte maggiore di quella ricevuta senza il duplice impiego di riflettori di trasmissione e di ricezione.

Nella primavera del 1923, allo scopo di procedere ad uno studio più rigoroso e completo delle onde corte, specialmente nei riguardi della regolarità di trasmissione e delle cause determinanti il loro comportamento nella propagazione a grandi distanze in relazione colla loro lunghezza e col sistema di irradiazione, furono eseguite nuove prove fra la stazione sperimentale di Poldhu e lo yacht Elettra, che valsero a rettificare molte opinioni fino ad allora prevalenti sulle onde corte. La corta portata diurna, la capricciosità attribuita alla propagazione di notte, l'opinione che un'interposizione di ostacoli montagnosi riducesse la portata, apparvero congetture degne di attenta revisione.

La rotta seguita dall'Elettra nella sua crociera, mediamente rettilinea tranne una puntata ad oriente fino a Gibilterra con lo scopo di interporre fra lo yacht e la trasmittente una vasta zona di terreno alto e montagnoso, si estese per una distanza massima sul mare di 4200 km dal porto di Falmouth in prossimità di Poldhu nella Cornovaglia fino a S. Vincenzo delle isole del Capo Verde, toccando successivamente Siviglia, Gibilterra, Tangeri, Casablanca, Funcha e Madeira. La stazione di Poldhu trasmetteva con un impianto a triodi da 12 kW munito di riflettore parabolico e con onda di 97 m, mentre a bordo dell'Elettra era stato sistemato uno speciale impianto ricevente senza alcun riflettore.

Una prima serie di esperimenti eseguiti fino a Casablanca, a 1800 km da Poldhu, senza riflettore di trasmissione, mise in evidenza come i segnali trasmessi durante il giorno, quantunque attenuandosi col crescere della distanza e variabili con l'altezza del sole, fossero suscettibili di una buona ricezione non influenzata dal territorio frastuono della intera Spagna. Le trasmissioni notturne conservarono un'intensità paragonabile a quella delle ricezioni di prova eseguite nel porto di Falmouth.

Entrato in funzione il riflettore di trasmissione fu possibile mantenere la continuità delle comunicazioni diurne fino a 220 km, mentre i segnali della notte si conservarono fortissimi persino sotto le alte montagne di Madeira e a S. Vincenzo dove con un oamp elettrico dai 400 ai 500 microvolt per metro, alla distanza di 4130 km da Poldhu, era possibile una ottima ricezione, esente da scariche elettriche ed intrusi, con l'areo fuori di sintonia o sconnesso e con l'eterodina e l'amplificatore inattivi. A San Vincenzo, limitatamente ad alcune ore dopo l'alba e prima del tramonto, era ancora possibile una ricezione diurna.

A conclusione di questi esperimenti la potenza della stazione di Poldhu fu gradualmente ridotta fino a 1 kW, ed i segnali ricevuti si mantennero più intensi di quanto fosse necessario per lo svolgimento di un servizio commerciale. La voce delle stazioni ultrapotenti europee ed americane giungeva a S. Vincenzo più debole di quella della piccola stazione di Poldhu.

Nel lavoro sperimentale compiuto durante la crociera, il risultato scientificamente più notevole fu di stabilire nella formula di Austin, applicata alle onde corte, la variabilità di quella grandezza che rappresenta per le onde lunghe la costante del termine di assorbimento, variabilità già manifestatasi in questi ultimi anni, entro limiti molto più ristretti, anche per le onde lunghe, specialmente nei riguardi della differenza di comportamento fra il giorno e la notte.

Allo scopo di completare le osservazioni sul comportamento delle onde corte attraverso le grandi distanze, nel febbraio di quest'anno fu iniziata una nuova serie di ricerche su onde di 92 m durante un viaggio a New York del piroscafo Cedric, sul quale venne installato un apparecchio ricevente per onde corte in corrispondenza con la stazione di Poldhu, la cui portata fu portata a 21 kW, senza ricorrere questa volta all'impiego dei riflettori. I nuovi esperimenti confermarono il fatto, già constatato nella crociera precedente, che l'intensità dei segnali subisce variazioni regolari inversamente proporzionali all'altezza media del sole sulla regione interposta fra le due Stazioni. Infatti sulla rotta del Cedric fu possibile la ricezione diurna fino a 2500 km mentre durante la crociera dell'Elettra compiuta in primavera avanzata ed in regioni più meridionali, la ricezione diurna non aveva oltrepassato i 2200 km. L'intensità media dei segnali a New York risultò di $90 \frac{\mu V}{m}$. Contemporaneamente nella lontana Australia,

a Sydney, venivano chiaramente rilevate, in determinate ore del mattino e della sera, le trasmissioni della stazione di Poldhu. Questi segnali, che sembra debbano raggiungere l'Australia prevalentemente attraverso l'Atlantico e il Pacifico oppure attraverso l'Europa e l'Asia a seconda del sorgere o del tramontare del sole, ispirarono all'A. un tentativo di radiotelegrafia fra l'Inghilterra e l'Australia. Infatti con dispositivi sperimentali, senza impiegare alcun riflettore, con onde di 92 m ed una potenza di 28 kW, la parola parlata per la prima volta nella storia veniva intelligibilmente trasmessa dall'Inghilterra a Sydney nell'Australia il venerdì 30 maggio di quest'anno. L'impiego di riflettori opportunamente calcolati non potrà non aggiungere a questi risultati, già di per sé molto interessanti, una maggiore efficienza e sicurezza di servizio, derivanti dal fatto di poter non solo concentrare in una determinata direzione e ad una determinata di-

stanza un'intensità di campo, quale potrebbe solamente ottenersi da un'impianto di potenza più che decupla, ma di potere anche, mediante riflettori di ricezione, esaltare ulteriormente l'intensità dei segnali ricevuti e ridurre in pari tempo ogni altra interferenza dovuta a fenomeni atmosferici o a stazioni estranee, che non provenga dalla direzione stessa dei segnali da ricevere.

L'A conclude la sua conferenza con un accenno a quello che potrebbe essere un non lontano e fortunato sviluppo di questo nuovo orientamento della radiotecnica, in relazione principalmente ai grandi e molteplici vantaggi, non ultimi quelli economici, che potrebbero scaturire dall'impianto di numerose stazioni di piccola potenza capaci di tenere in collegamento diretto le più lontane parti del globo.

U. Ba.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

S. B. FORTENBANH — Le economie di esercizio in seguito alla elettrificazione della ferrovia Paulista. (E. R. J., 3 novembre 1923, pag. 767).

La ferrovia Paulista nello Stato di S. Paulo (Brasile) costituisce un esempio caratteristico di elettrificazione decisa unicamente in base a considerazioni economiche. Il Brasile manca di carbone e di combustibili liquidi; per il costo elevato delle importazioni, la Compagnia s'era decisa a bruciare nei focolai delle proprie locomotive, la legna, la quale si presentava di più facile approvvigionamento. Ma ben presto anche questo combustibile cominciò a scarseggiare ed allora la Compagnia decise di utilizzare le risorse idroelettriche locali dando impulso all'elettrificazione delle proprie linee.

Dalle statistiche della Compagnia risulta che con kg 3,15 di carbone misurati sul tender della locomotiva si possono trasportare altrettante tonn.-km. quante con 1 kW-ora misurato all'entrata ad alta tensione nelle sottostazioni di conversione. Per omogeneità di confronto le cifre comprendono: da una parte le perdite di conversione e trasmissione e dall'altra le perdite nelle soste e nelle marcie a vuoto. Per il carbone, si intende combustibile di potere calorifico normale. Ne consegue che una tonn. di carbone sul tender, equivale a 315 kW-ora alla sottostazione. Dalle stesse statistiche risulta che il lavoro fornito da 1 tonn. di carbone equivale, in media, a quello di 9,4 metri cubi di legna, per cui 1 metro cubo di legna bruciato nel focolare corrisponde a circa 33,6 kW-ora all'entrata nella sottostazione.

Negli ultimi tempi il prezzo della legna aveva raggiunto, calcolando il dollaro a 20 lire, L. 40,30 al m³ ciò che equivale ad un prezzo medio d'acquisto dell'energia elettrica di L. 1,20 al kWh. La Compagnia ha potuto invece concludere il contratto d'acquisto dell'energia sulla base di L. 0,20 il kWh.

Su queste cifre e sugli altri dati statistici della Compagnia sono compilati i due diagrammi seguenti:

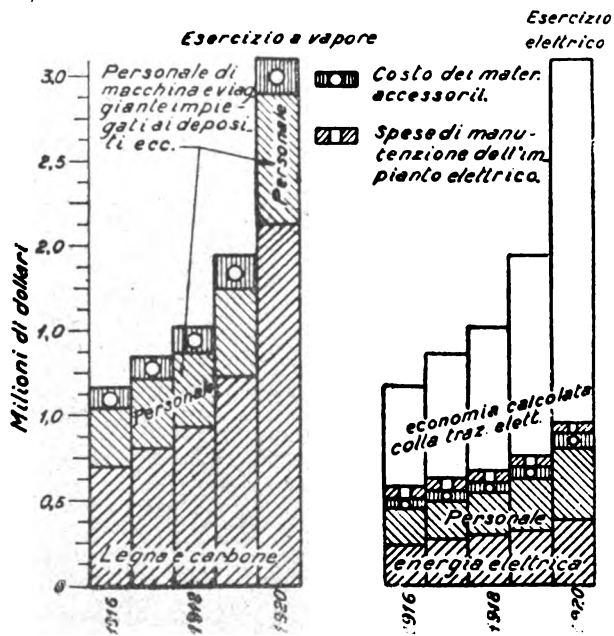


Fig. 1.

Nel primo di essi sono segnate le spese di esercizio, ripartite nei diversi capitoli, che la Compagnia ha incontrato negli anni dal 1916 al 1920 col servizio a vapore; nel secondo sono riportate le spese corrispondenti (calcolate) colla trazione elettrica. Dal confronto dei due diagrammi risulta l'economia che ogni anno di sarebbe potuta realizzare se tutte le linee fossero state elettrificate. Appare evidente l'entità del risparmio.

A chiarimento delle indicazioni dei diagrammi si aggiunge che le spese di personale sono state assunte colla trazione elettrica nel rapporto di 2/3 rispetto a quelle della trazione a vapore; e le spese accessorie (personale di fatica, officine, depositi, ecc.) nel rapporto di

1/2, valori che l'esperienza dimostra bene approssimati alla realtà. Per maggiore esattezza di confronto è stata aggiunta, nel diagramma relativo alla trazione elettrica, la quota di esercizio e manutenzione delle sottostazioni, delle linee di trasmissione e della linea di contatto.

Va rilevato poi che il confronto riguarda solo le economie più evidenti ed apprezzabili e non tiene conto di tutti i vantaggi indiretti della trazione elettrica derivanti dalla maggiore velocità di treni e dalle migliorate condizioni del servizio, i quali non sono suscettibili di essere tradotti in cifre, ma meriterebbero pure di essere presi in considerazione.

Il diagramma seguente riproduce lo stesso confronto basato sui risultati effettivi dell'esercizio.

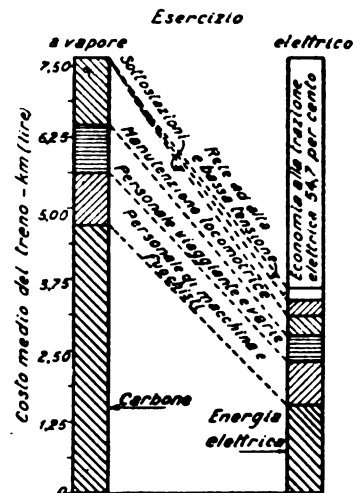


Fig. 2.

Le spese della trazione elettrica sono quelle realmente incontrate dalla Compagnia nell'esercizio del tronco elettrificato da Jundiahy a Campinas (circa 45 km a doppio binario) nel periodo dal giugno al dicembre 1922; e quelle della trazione a vapore rappresentano la media delle spese effettivamente incontrate nello stesso periodo sul rimanente della rete esercitata a vapore.

E' notevole l'approssimazione fra le economie realizzate in pratica e quelle calcolate e rappresentate nel diagramma della fig. 1. (g. a. r.).

* *

VARIE.

L. A. HAWKINS — La luce della conoscenza e la conoscenza della luce. — (G. E. R., marzo 1924, pag. 141).

E' da migliaia d'anni che la parola «luce» si adopera metaforicamente a significare conoscenza, sapere, intelligenza. Di tutte le metafore non ve n'ha di più naturale, perchè la luce è rispetto all'occhio, quello che il sapere è rispetto alla mente.

Consideriamo le relazioni di interdipendenza che sono fra i fenomeni luminosi e l'astronomia, prescindendo dal fatto che la vista è l'unico dei sensi in giuoco in questa disciplina, ma tenendo conto che la interpretazione delle osservazioni astronomiche è strettamente legata alla conoscenza che noi possediamo dei fenomeni ottici. Gli astronomi possono oggi, misurando la temperatura ed il diametro di una stella, dedurre l'età e la storia. Sembra che le stelle comincino a vivere come grandi masse di piccola densità, relativamente fredde, epperò rosse di colore; sono questi i «giganti rossi» la cui temperatura si aggira intorno ai 3.000 gradi C e di cui Betelgeuse è un esempio; contraendosi lentamente e crescendo in densità ed in temperatura, diventano «giganti gialli»; tale è la stella Polare, la cui temperatura si aggira intorno ai 6000 gradi; alcuni di questi giganti gialli, in seguito ad un'ulteriore contrazione, diventano, come Rigel, bianchi o bianco-azzurrini elevandosi sino a forse 20.000 gradi; poche raggiungono i 25.000 gradi. Indi, contraendosi ancora, la temperatura decresce, ed ecco i «nani bianchi», come Sirio, quindi, i «nani gialli» più piccoli, come il nostro sole, e finalmente i minimi «nani rossi», che rappresentano l'ultimo stadio prima della estinzione.

Ora, i dati sulla temperatura e sulla densità, dati che ci pongono in grado di seguire la storia delle stelle, si devono allo studio dei fenomeni luminosi, alla spettroscopia ed alla fotometria.

Ma v'ha di più. La distanza di una stella, che si determinava un tempo attraverso osservazioni di parallasse, eseguibili solo sulle stelle più vicine, si calcola oggi attraverso una semplice misura fotometrica, quando si conosca di quella certa stella la temperatura e la grandezza, cioè la luminosità.

La moderna astronomia è dunque in grado di accertare le dimensioni, la struttura e la distanza delle stelle. Il nostro universo stellare ha la forma di una lente biconvessa, del diametro di 35.000 anni di luce; l'ottica moderna ci pone in grado di esplorare i più remoti limiti di questo immenso universo.

Passiamo ora dall'infinitamente grande, dove il miglio o il chilometro dev'essere sostituito dall'anno-luce all'infinitamente piccolo,

là dove anche il centimetro è misura troppo gigantesca. I fisici avevano osservato che nel campo dell'energia raggiante, i risultati della meccanica classica non si accordavano coll'esperienza: a spiegare questa discordanza, il Planck fece l'ipotesi ardita, secondo cui l'energia si comporta spesso come se avesse una struttura granulare, atomica, potendo essere assorbita od emessa solo a multipli di una certa unità, definita come *quanto di energia*. La grandezza di questa unità indivisibile d'energia varia con la frequenza della luce, essendo più grande per le alte e più piccola per le basse frequenze. Il *quanto* è, in tal modo, espresso da un prodotto, di cui un fattore è la costante h , nota oggi come la *costante di Planck*, e l'altro fattore è la frequenza ν , secondo cui l'energia è emessa o assorbita.

Ma non basta. Rutherford aveva immaginato che una struttura atomica consistesse in un nucleo centrale positivo con elettroni ruotanti intorno ad essi, come i pianeti intorno al sole. Il che non spiegava però perchè un elettrone, nella sua orbita, non emettesse continuamente energia nella stessa misura e perchè la radiazione si presentasse come luce monocromatica, invece di assumere la forma di uno spettro continuo. Qui intervenne Bohr, supponendo che l'atomo più semplice, quello dell'idrogeno, fosse costituito da un nucleo positivo con un solo elettrone ruotante, e che fra il raggio dell'orbita, la velocità e l'energia posseduta dall'elettrone in quella orbita, esistessero rapporti analoghi a quelli che sussistono nel caso del sole e dei pianeti. Questo lo condusse ad ammettere la stabilità solo di una certa serie di tali orbite, nella quale l'energia gradatamente diminuisce dall'orbita esterna a quella più interna; ed ammise pure che il momento angolare dell'elettrone in ciascuna orbita dovesse essere un multiplo della costante h di Planck. All'orbita più prossima al nucleo corrisponderebbe un momento angolare uguale ad $h/2\pi$, alla successiva un momento angolare doppio, e così via. Ciò rese possibile di calcolare il raggio e l'energia di ciascuna orbita e di formulare l'ipotesi finale decisiva, che l'emissione della luce abbia luogo solo quando un elettrone passa da un'orbita esterna ad un'orbita interna, cioè da un livello più alto ad un livello più basso di energia, e che la frequenza della luce emessa sia la differenza fra le energie delle due orbite, divisa per la costante di Planck. Le esperienze hanno confermato in molti casi queste ardite idee, oggi in grande favore fra i fisici.

Ma la luce visibile è solo piccola parte della grande serie di radiazioni che va dalle più lunghe onde elettromagnetiche, attraverso le calorifiche e le ultra-violette, alle più corte, i raggi X ed i raggi gamma del radio. Noi conosciamo sì, la lunghezza d'onda di ciascun tipo di radiazioni e sappiamo come esse sono generate, ma le difficoltà sorgono quando si tratta di produrre con i nostri mezzi solo determinate categorie di esse, per es., quelle visibili. Si considerino, per esempio, le migliori lampade elettriche moderne, quelle a filamento metallico in gas inerte, l'energia corrispondente alle radiazioni visibili non rappresenta che alcune unità per cento dell'energia totale irradiata.

Tutto il resto, più del 90 per cento, va perduto prevalentemente sotto forma di radiazioni ultrarosse. Le stesse cifre rappresentano anche ciò che di meglio si può fare per la produzione dei raggi ultravioletti; la produzione dei raggi X non comporta oggi, che rendimenti dell'ordine del 0,2 per cento.

Perchè questa deficienza? Essenzialmente per le limitazioni imposte dai materiali a nostra disposizione. Infatti, per le lampade elettriche se la massima temperatura che possiamo raggiungere è limitata dal punto di fusione del metallo del filamento, in pratica, dobbiamo tenerci molto più bassi di questo punto, per evitare che la rapida evaporazione renda troppo breve la vita del filamento stesso.

Ma vi sono altri mezzi, oltre l'incandescenza, per produrre la luce. Secondo la teoria di Bohr, quando un elettrone è trasportato da un'orbita ad un'altra, se ne irradia un *quanto* di luce monocromatica. Epperò se si potesse applicare l'energia agli atomi di un gas in guisa da smuovere gli elettroni dalle loro orbite, tutta quella energia sarebbe restituita sotto forma di luce, appena gli elettroni ritornassero alle loro orbite normali, purchè il gas fosse tale che la frequenza di quelle orbite corrispondesse a lunghezze d'onda dello spettro visibile. In tal caso, si potrebbe produrre la luce con un rendimento incomparabilmente superiore a quello delle migliori lampade commerciali. Gli elettroni negli atomi di un gas possono essere spostati dalle loro orbite mediante il passaggio di una corrente elettrica; ricorrendo ad un campo elettrico sufficientemente forte, gli elettroni possono essere strappati completamente dal loro nucleo positivo: si dice allora che il gas è *ionizzato*. Negli atomi in cui l'elettrone è stato spostato, il ritorno dell'elettrone stesso alla sua orbita normale, produce della luce corrispondente ad una sola linea dello spettro, mentre in un gas ionizzato la ricomposizione di un elettrone col nucleo positivo determina, generalmente, la emissione di una grande varietà di radiazioni. Ma, nelle condizioni attuali della scienza, questi procedimenti comportano perdite che non si possono evitare. Si è ancora scoperto che le molecole eccitate (cioè con gli elettroni spostati) di un gas hanno facoltà di eccitare le molecole di un secondo gas misto al primo: il vapore di mercurio, per esempio, può essere eccitato se sottoposto alla luce monocromatica ultra violetta: la stessa luce non ha effetto sul vapore di tallio; ebbene, se il vapore di mercurio è in presenza di vapore di tallio in un tubo sottoposto all'azione della luce ultravioletta, il tubo emetterà una luce il cui spettro sarà una combinazione degli spettri del mercurio e del

tallio. S'intravede da tali combinazioni la possibilità di raggiungere dei rendimenti più elevati nella produzione della luce.

Vi sono anche le possibilità offerte dalla fluorescenza e dalla fosforescenza. La fluorescenza è un fenomeno dovuto alla proprietà che hanno alcune sostanze di agire come trasformatori della frequenza dell'energia raggiante. Così alcuni sali, per esempio, esposti alla luce ultravioletta assorbono le onde corte e trasformano l'energia in onde più lunghe, cioè luminose. Tuttavia, per ora, i fenomeni della fluorescenza non hanno applicazioni importanti. Il tipo di fosforescenza della lucciola, con il suo rendimento luminoso del 90 per cento, è sempre stato un soggetto attraente di speculazioni e di esperienze. E' la produzione della così detta luce fredda che si determina per effetto di una reazione chimica che ha luogo a bassa temperatura. Combustioni fredde di tal genere sono state ottenute in laboratorio trattando ad es., il succo di patata con l'acido pirogallico, ma la luce prodotta è ben debole. Per ottenerne di maggiore intensità, bisogna ricorrere ad elementi forse troppo costosi, per essere economicamente convenienti. La lucciola presenta il vantaggio di rinnovare il suo combustibile per un processo ciclico, non dissimile da quello della ossidazione dell'emoglobina nei nostri polmoni. A meno che non si riesca a moltiplicare quanto si verifica nella lucciola e coll'impiego di materiali economici, il che è improbabile, saremo costretti a ricercare altrove la nostra luce commerciale.

E' però quasi certo che, una volta trovata, questa sorgente di luce ad elevato rendimento, sarà il risultato dello spostamento di elettroni. Questo spostamento potrà prodursi per eccitamento delle molecole di gas, come nella lampada a bassa pressione, per ionizzazione, come nell'arco, per trasformazione dell'energia raggiante come nella fluorescenza, per reazione chimica a bassa temperatura, come nella fosforescenza della lucciola; comunque, la scienza non può contentarsi di un così basso rendimento in una produzione così indispensabile alla salute, alla ricchezza ed alla felicità degli uomini, qual'è la luce.

I. P.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

Il nuovo Consiglio Superiore dei LL. PP.

Com'è noto, il nuovo ministro del LL. PP., On. Sarocchi, ha modificato sostanzialmente la costituzione del Consiglio Superiore dei LL. PP., escludendone quasi completamente i così detti esperti. Infatti il nuovo decreto esclude la nomina di tutti coloro che sono rappresentanti legali od anche semplici amministratori o consulenti di Società che comunque abbiano o possano avere relazioni collo Stato sia come concessionari che come contraenti.

Nel suo discorso d'inaugurazione del Consiglio rinnovato su questi principi, il Ministro ha accennato alle nuove disposizioni sulle incompatibilità, rilevando com'esse non rappresentino un'innovazione (e tanto meno, come taluno ha voluto credere o far credere, un'innovazione irriverente per determinate persone o per determinate categorie), ma la nuova applicazione di un principio che è stato accolto altre volte nella legislazione che regola l'istituto. Oggi nel Consiglio sono scienziati eminenti e tecnici di altissimo valore, e ne sono esclusi (sebbene molti di loro meritino la gratitudine dell'Amministrazione per il contributo di esperienza che hanno portato ai lavori del Consiglio stesso) tutti coloro che dalla loro attività professionale sono posti di fronte alla Amministrazione dello Stato in una situazione di effettivo o potenziale contrasto che può risolversi, senza loro colpa in un vero e proprio conflitto di tendenze e di interessi.

Fra i membri nuovi eletti ben pochi quindi sono i non funzionari. Il nostro Presidente Generale, Prof. Sartori e il Presidente Generale della A.N.I.I., Ing. Mauro sono forse i soli membri non appartenenti alle Amministrazioni statali, chiamati a far parte dell'alto Consiglio e noi siamo particolarmente lieti che l'Associazione Elettrotecnica sia stata ancora una volta prescelta a rappresentare nell'organismo tecnico più elevato della Nazione, e nella persona del suo più autorevole membro, la grande famiglia dei tecnici italiani.

IDRAULICA.

Nuovi studi sul colpo d'ariete. — Il problema di ricercare le leggi che governano il fenomeno idraulico, conosciuto *ab antiquo* sotto la denominazione di colpo d'ariete, non aveva che un interesse accademico prima che prendesse sviluppo la costruzione dei grandi impianti idroelettrici. Per contro i fenomeni, che si manifestano nelle condutture forzate di questi impianti, hanno posto il problema del colpo d'ariete nel primo piano fra i problemi idraulici, che si presentano nello studio delle condotte. Basta pensare che con l'apertura o la chiusura delle saracinesche di una grande conduttura forzata si può lanciare od arrestare l'impeto di qualche migliaio di cavalli per comprendere che una apertura o una chiusura brusca, cause determinanti appunto il colpo d'ariete, sono fenomeni che occorre conoscere il più intimamente possibile per poterne valutare e disciplinare gli effetti.

D'altra parte la tendenza che va modernamente affermandosi in favore dell'installazione di grandi unità, ha posto fra i problemi riguardanti i fenomeni di colpo d'ariete, anche quelli inerenti ai regolatori delle turbine, perchè occorre che questi, nel variare continuamente il regime idraulico della macchina allo scopo di proporzionare

prontamente la potenza alle variazioni del carico, non determinino colpi d'ariete pericolosi.

Tuttavia, per quanto interessante, il problema generale non è ancora completamente risolto. Né ciò deve meravigliare gli elettrotecnici, perchè anch'essi si trovano dinanzi ad un identico problema, cui non hanno dato che una soluzione approssimata, giacchè i fenomeni di colpo d'ariete sono, rispetto alle condutture forzate, quello che le sovratensioni sono per le linee elettriche.

Quando l'intercettatore di una tubazione vien chiuso, si determina una perturbazione nel liquido ed una deformazione nel metallo del tubo, a causa delle mutate condizioni dell'equilibrio. La perturbazione parte dall'intercettatore con una velocità che è funzione del diametro e della elasticità del materiale e del liquido, perviene al serbatoio di carico si riflette e torna all'intercettatore. Qui nuovamente si riflette ed ha inizio un secondo periodo chiamato fase di contraccolpo, mentre il primo periodo è chiamato fase di colpo diretto. Se gli attriti non smorzassero rapidamente le oscillazioni queste potrebbero durare a lungo, con uno scambio periodico di energia fra il tubo ed il liquido, nello stesso modo che nelle oscillazioni elettriche prodotte da fenomeni di sopratensioni si ha uno scambio periodico di energia fra il campo elettromagnetico ed il campo elettrostatico che circondano il conduttore. Poiché la velocità di propagazione come ha mostrato l'Allievi si aggira intorno ai 1000 metri al secondo, la fase di colpo diretto nelle ordinarie tubazioni industriali può variare da mezzo secondo, a qualche secondo; nelle linee elettriche invece, essendo la velocità di propagazione di 300.000 km al secondo, per quanto le linee siano lunghe e le interruzioni brusche, non è possibile che si verifichino una chiusura ed una apertura in fase di colpo diretto. In altri termini, potendosi paragonare la dinamo con la pompa centrifuga ed il motore a corrente continua con la turbina idraulica, il problema del colpo di ariete si potrebbe paragonare a quello dell'avviamento o della fermata di un motore a corrente continua, quando però l'avviamento o la fermata avvenga in un tempo migliaia di volte più breve di quello che può essere rappresentato dal distacco normale di un automatico.

Le difficoltà che s'incontrano nella risoluzione del problema sono di natura analitica, giacchè le equazioni che esprimono il fenomeno nella sua massima generalità non sono integrabili. E così, mentre la pratica quotidiana insegna che le perdite di carico hanno nel fenomeno una importanza notevole, per integrare le equazioni fondamentali nel moto bisogna prescindere degli attriti, in modo che le equazioni integrate rappresentano fenomeni periodici senza smorzamento, mentre nella realtà il moto risulta fortemente smorzato.

Molti studi sono stati fatti in proposito, ma la prima teoria di carattere generale che sia stata formulata è quella dell'Allievi, pubblicata su queste colonne; a lui spetta il merito di essere riuscito a ridurre il fenomeno alle equazioni delle corde vibranti ben note agli elettrotecnici dagli studi sulla propagazione delle onde elettromagnetiche; è lui che ha introdotto nelle investigazioni i valori percentuali delle grandezze in esame, il che ha conferito la massima generalità alle sue formule.

Dobbiamo segnalare una notevole memoria di G. B. Ugolini pubblicata negli *Annali dei Lavori Pubblici* (fascicoli di gennaio e febbraio 1924). È uno di quegli studi che riassumono, ordinano, classificano gli studi intorno ad una questione e segnano una tappa. L'A. mostra in un primo capitolo, come l'equazione fondamentale esprimente la sovrappressione di colpo d'ariete possa ottenersi con metodi semplici, se non proprio rigorosi, anche senza passare per le equazioni differenziali; nel secondo capitolo ricerca le equazioni differenziali del moto perturbato e passa alla loro integrazione discutendo convenientemente i metodi già usati dai predecessori; nel terzo e nel quarto capitolo dà le formule relative alla chiusura brusca ed alle manovre lente, mettendo sempre in rapporto le formule dei vari autori coi fatti sperimentali. Esamina poi nei capitoli successivi l'influenza delle perdite di carico, ed il modo di propagazione delle perturbazioni lungo la conduttura. I capitoli nono, decimo e undecimo hanno molto interesse per gli elettrotecnici, perchè trattano «*dei modi per opporsi alla produzione dei colpi di ariete*» e degli studi relativi alle camere d'aria, ai pozzi o torri piezometriche normali e differenziali usate nei moderni impianti idroelettrici per ridurre l'intensità dei colpi d'ariete dovuti all'apertura, alla chiusura o alla manovra dei regolatori.

L'ultimo capitolo riguarda gli studi del Costantinescu sulle onde soniche e la loro utilizzazione pratica. Come i colpi d'ariete sono paragonabili alle sovratenzioni delle linee elettriche, così le onde soniche sono paragonabili alle correnti alternate. Cosicché, in base al confronto possibile fra i due fenomeni, è stata definita ogni quantità relativa alle onde soniche in forma, per così dire duale, con le quantità relative alle correnti alternate ed è stata altresì determinata a priori l'espressione analitica di ciascuna grandezza. Alcune applicazioni alle perforatrici ed ai martelli da percussione sono state già fatte, ottenendo rendimenti sensibilmente migliori di quelli ottenuti con apparecchi ad aria compressa. Sono in ultimo indicati gli schemi su cui potrebbero essere studiati e costruiti i motori trifasi, sincroni ed asincroni, e quelli monofasi. Quest'ultima parte però non ha ancora trovato pratica applicazione.

Trattandosi di un lavoro destinato ai tecnici, i quali non hanno notoriamente il tempo per soffermarsi a lungo a maturare con la riflessione concetti non sempre elementari, ci pare che l'autore non abbia fatto bene a seguire l'indiffizio comune di non indugiarsi a svolgere con dettaglio e semplicità i concetti meccanici che sono la base

delle varie equazioni differenziali che gli accade di dover stabilire. I tecnici infatti hanno di questo aiuto massimamente bisogno, perchè, mentre possono accordar cieca fede agli sviluppi analitici che conducono da una equazione differenziale al suo integrale generale, diffidano per istinto di equazioni differenziali di cui non venga loro chiaramente dimostrata la genesi ed il significato. D'altra parte, dovendo il tecnico trasportare il fenomeno dalla teoria alla attuazione, ha bisogno di essere ben addentro alla sua interpretazione meccanica, e se a questa interpretazione non è condotto da chi ha maturato e formulato una teoria con profonda e spesso lenta meditazione, la parte più utile della trattazione viene per lui a mancare.

E. Sa.

IMPIANTI.

Centrali costruite nelle dighe. — Il criterio adottato per l'impianto del Tirso, di incorporare l'edificio della centrale nella diga, venne seguito anche in una centrale nella Francia del Nord, a Belle-Isle-en-Terre sul fiume Le Léguer.

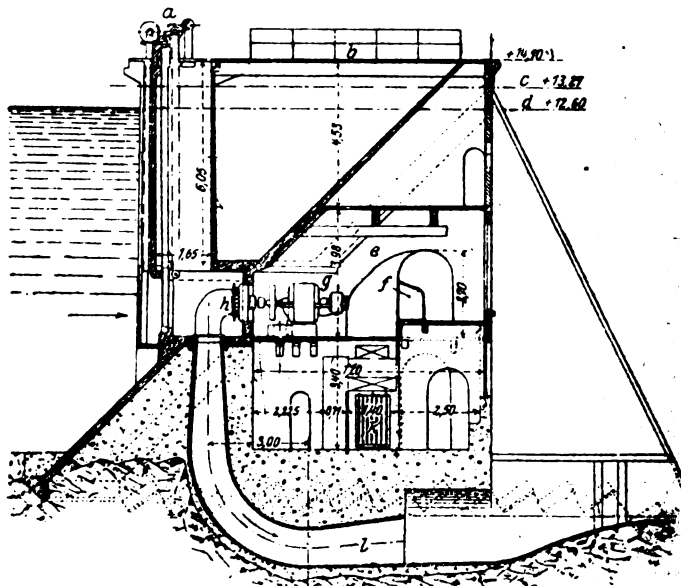


Fig. 1. — Centrale di Belle-Isle-en-Terre.

La diga è a volte semicircolari di cemento armato impostate a 45° su pilastri pure in cemento armato. Ha una ritenuta normale di m. 12.60, e crea uno specchio d'acqua lungo 3 km; sono praticati due scaricatori di fondo, e sul fianco sinistro del lago uno sfioratore e saracinesche di scarico per una portata di 40 m³/s.

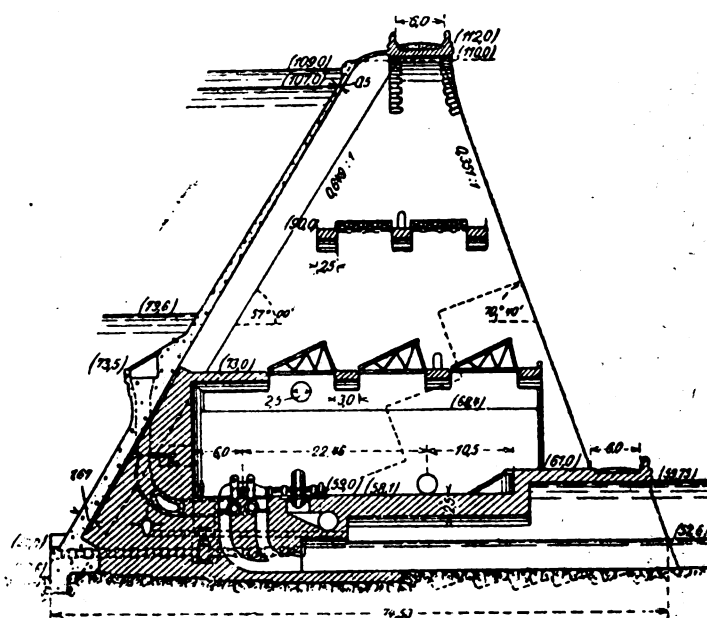


Fig. 2. — Sezione della diga del Tirso.

La centrale occupa 4 arcate, ed è in tre piani: nell'inferiore i trasformatori; sopra questi le turbine coi generatori, e quadro di comando; all'ultimo piano di protezione e partenza linee. È prevista la installazione di tre gruppi: da 175, 300 e 600 HP, uno per arcata. La tensione generata viene trasformata a 15 kV, e l'energia è convogliata ad una catteria distante 4 km.

L'istallazione della centrale nella diga venne preferita alla co-

struzione di diga e centrale distinte per le minori spese di impianto, ed anche per le migliori condizioni di stabilità della diga, aumentando il peso della quale le sollecitazioni del terreno subiscono minori variazioni col variare del pelo d'acqua.

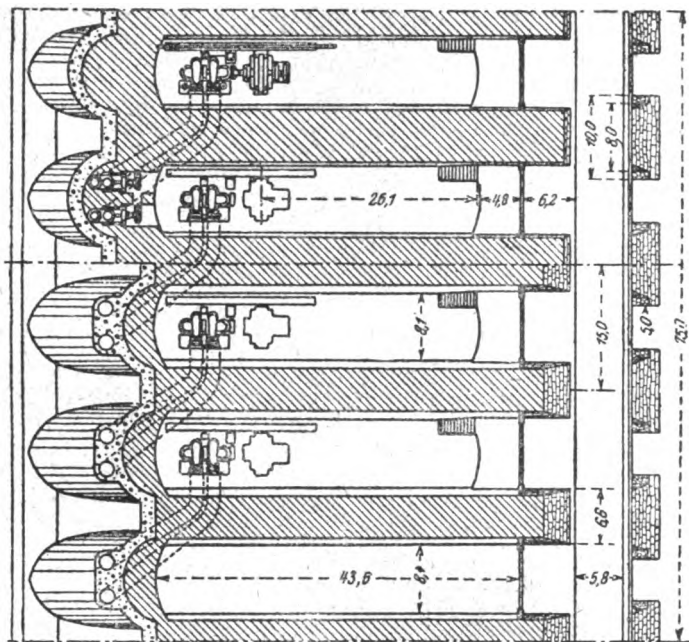
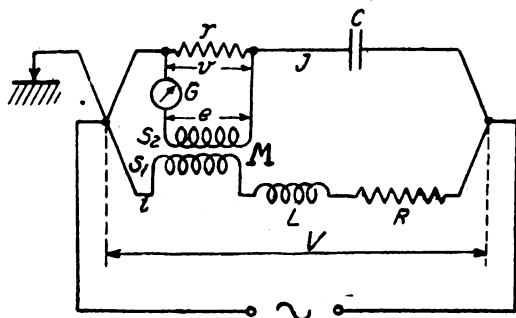


Fig. 3. — Pianta della centrale del Tirso.

Parlando di questa centrale, ETZ (27-3-1924) ricorda anche le caratteristiche dell'impianto del Tirso.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Un metodo di compensazione per la misura della capacità e delle perdite dielettriche dei condensatori e dei cavi. — L'E. T. Z. (n. 51, dicembre 1923, pag. 1096), dà notizia del seguente metodo per la misura delle capacità e delle perdite dielettriche dei condensatori e dei cavi, ideato da W. Geyger, e che non richiede l'uso di capacità campioni.



In serie col condensatore C , di cui si vogliono misurare la capacità e le perdite, si dispone una resistenza ohmica r , e si alimenta il circuito così formato in parallelo con un secondo circuito, comprendente il primario S , di una induttanza mutua regolabile, un'induttanza L ed una resistenza ohmica R .

Le due tensioni alternative v ed e , disponibili ai capi della resistenza r e del secondario S , si fanno agire sul galvanometro a vibrazione G , il cui equipaggio mobile resterà fermo quando le due tensioni v ed e saranno eguali in grandezza e fase. Questa condizione si realizza agendo sull'induttanza L , sulla resistenza R e sull'induttanza mutua M . In tale condizione, supposta la resistenza r puramente ohmica, la corrente I nel circuito rc deve essere in quadratura con la corrente i nel circuito RL . In altri termini, chiamato α l'angolo di ritardo della i rispetto alla tensione comune V deve essere $\frac{\pi}{2} - \alpha$ l'angolo di anticipo della I sulla medesima V .

Si ha allora

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\omega L}{R}$$

Se si indica con r' la resistenza equivalente (in serie con r) da attribuirsi al condensatore C per tener conto delle sue perdite, si ha anche $\operatorname{tg} \alpha = (r + r') \omega C$. Eguagliando le due espressioni di $\operatorname{tg} \alpha$ si può ricavare l'angolo di perdita δ del condensatore

$$\operatorname{tg} \delta = r' \omega C = \frac{\omega L}{R} - r \omega C.$$

Quanto al valore di C , che è una delle incognite da determinare e che deve essere introdotto anche nella precedente relazione, si vede facilmente che esso è espresso dalla relazione $C = \frac{M}{rR}$.

Con questo metodo l'approssimazione, che si raggiunge nella misura di capacità dell'ordine da 1 a $0,01 \mu F$ è tra il 0,5 e il 0,25%. Usando una tensione di alimentazione di 240 V, ed una frequenza di 45,3 p. s. sono state misurate capacità dell'ordine di $10^{-4} \mu F$ coll'approssimazione dell'1 ÷ 2%, e angoli di perdita coll'approssimazione tra 0,5 e 1 %.

Fe. Vi.

SOCIETÀ SCIENTIFICHE, CONCORSI, ECC.

Borse di perfezionamento conferite dal Comitato Nazionale scientifico tecnico di Milano. — La Commissione giudicatrice del Concorso a borse di perfezionamento di L. 5000, presieduta dal Sen. Pirelli e composta dai Professori Giacosa, Lodi, Nasini, dall'Ingegnere Tarlarini e dall'Avv. Biraghi, ha designato fra i ventotto concorrenti per il godimento delle Borse per l'anno accademico 1924-25 i seguenti giovani laureati:

Per la Chimica: Vincenzo Caglioti (Napoli); Angelo Cittadini (Napoli); Ubaldo Gatti (Pisa); Giovanni Malquori (Roma), riconferma.

Per la Fisica: Clementina Gamberana (Genova), riconferma.

Per le Scienze Agrarie: Ernesto Parisi (Bologna).

Per l'Ingegneria: Giuseppe Pugno (Torino); Giovanni Somenza (Padova).

Nel caso che la borsa non possa essere goduta da qualcuno dei predetti concorrenti, la Commissione propone che vengano chiamati a goderne (in ordine di merito):

- 1) Dott. in Chimica Maria Ragno (Napoli);
- 2) Ing. chimico Giovanni Pinciroli (Milano);
- 3) Dott. in chimica Alberto De Bernocchi (Torino).

TRAZIONE E PROPULSIONE.

La trazione ferroviaria con motori a combustibili liquidi. — Gli *Annali dei Lavori Pubblici* (marzo 1923 pag. 282) rilevano da un rapporto di E. Brillié comparso nel *Génie Civil* alcune interessanti notizie su un problema la cui soluzione può avere per il nostro paese notevole portata.

L'applicazione dei motori a combustibili liquidi nell'esercizio ferroviario presenta attualmente un considerevole interesse stante, da un lato, l'elevato costo della trazione a vapore per fatto dell'alto prezzo del carbon fossile, nella maggior parte importato, e l'applicazione delle leggi sul lavoro, ed in vista, dall'altro lato, dei vantaggi specifici che ne derivano: facilità di condotta delle locomotive, bastando per ognuna un solo agente; messa in marcia immediata; soppressione dei rifornimenti in corso di viaggio; diminuzione delle spese di manutenzione, ecc., mentre poi la difesa nazionale ne resterebbe pure avvantaggiata per la sua completa indipendenza nel rifornimento del combustibile, per la soppressione del fumo e dei bagliori, ecc.

Le macchine motrici di cui trattasi si distinguono in locomotori a scartamento normale o ridotto ed in automotrici. I motori impiegati o sono ad esplosione (con impiego di combustibili volatili) del tipo da automobili, più o meno rinforzato, oppure sono a combustione interna, dei tipi Diesel o semi-Diesel, con impiego di oli che possono anche essere di vegetali. I motori Diesel adatti a tal uso pesano all'incirca 40 kg per cavallo di potenza.

Un meccanismo deve generalmente venire interposto fra il motore e le ruote per stabilire o interrompere il collegamento e per realizzare rapporti variabili fra le rispettive velocità. Per il comando delle ruote sono adoperati diversi sistemi:

1° Trasmissione meccanica del genere di quelle adottate per gli automobili: essa è preferita da un gran numero di costruttori, specialmente per piccole forze;

2° Trasmissione idraulica;

3° Trasmissione elettrica;

4° Trasmissione elettro-magnetica;

5° Procedimenti che usano l'aria compressa per la messa in moto;

6° Trasmissione a vapore.

Quest'ultima è impiegata nelle macchine a combustione interna ed a vapore, utilizzando il sistema Still. Con tale sistema il calore perduto dal motore a combustione è usato per produrre vapore che agisce sull'altra faccia dello stantuffo motore. Al motore è unita una caldaia con focolare, per la messa in pressione. La messa in moto si fa col vapore. Il motore è a comando diretto.

Per le piccole potenze tutti i sistemi sono applicabili; ma la trasmissione meccanica è generalmente la preferita, mentre la trasmissione elettrica lo è per le grandi potenze. Il motore Diesel per questo genere di applicazioni non è ancora molto diffuso, ma nessuna considerazione tecnica si oppone al suo impiego.

Una locomotiva a vapore presenta un consumo specifico di carbone variabile secondo la macchina e la categoria del treno cui è attaccata. Per 100 tonnellate-chilometro tale consumo è: per una locomotiva Pacific (grandi treni) di kg 3,5 a 4; per una macchina dell'antico tipo dei treni omnibus di kg 6 a 8; per una macchina dell'antico tipo da linee accidentate, di kg 10 a 12. Le automotrici a benzina ne consumano invece da kg 1,5 a 2,5.

Queste automotrici non possono sotto l'aspetto della spesa soste-

nere il confronto, ad eguale tonnellaggio, colle locomotive a vapore; ma è da osservare che un treno automotore leggero può frequentemente surrogare un treno misto (merci e viaggiatori) del quale una parte del tonnellaggio è distribuita sugli altri treni a vapore del servizio. E' per questo che l'automotrice dello Stato francese (28 tonnellate col suo rimorchio) in servizio fra Sainte-Gauburge e Mortagne non richiede per la benzina che la spesa di franchi 1 a chilometro, surrogando un treno che consumava 18 kg di carbone del valore di 2 fr. e permettendo inoltre la soppressione del fuochista.

Col motore Diesel, che consuma da 7 a 9 ettogrammi d'olio per ogni 100 tonnellate-chilometro, l'economia sul combustibile in confronto della macchina a vapore è per lo meno del 50 per cento. Questa cifra risulta da tutti gli esercizi ferroviari, che hanno in servizio i Diesel con trasmissione elettrica (parecchie ferrovie svedesi e le ferrovie tunisine) e ciò indipendentemente da altri numerosi vantaggi (soppressione di puliture e lavature; possibilità di marcia per venti ore al giorno; assenza di fumo e di faville; eliminazione d'ogni rischio d'incendi, ecc.).

Si può dire che ogni tonnellata di olio bruciata in un Diesel equivale a 7 od 8 tonnellate di carbone bruciato in un focolare di locomotiva. Il consumo annuo del carbone per le ferrovie in Francia (Alsazia-Lorena compresa), ascendente a circa 10 milioni di tonnellate, potrebbe essere surrogato con 1.200.000 tonnellate di olio, ciò che farebbe diminuire di più che mezzo miliardo di franchi le importazioni. La possibilità di attraversare vaste estensioni di spazio senza prese d'acqua intermedie rende questo sistema di trazione particolarmente apprezzabile nei paesi che si trovano in cattive condizioni sotto il punto di vista dell'acqua: come è il caso della rete algerina sulla quale le acque sono cattive. Il sistema medesimo è indicato per le colonie francesi, produttrici di olio e di alcool.

Attualmente la benzina per motori ad esplosione e gli oli per Diesel costituiscono articoli di importazione ma, secondo il Brillié, le colonie francesi, giudiziosamente sfruttate, potrebbero fornire quantità di alcool e di oli superiori non solo alle attuali importazioni di petrolio (1 milione di tonnellate), ma altresì a tutto il fabbisogno per lo sviluppo della trazione con motori Diesel.

scala (e tra i primi esempi in Europa) a mezzo di sincroni; le comunicazioni tra le cabine di tutto l'impianto, a mezzo di radiotelegrafia ad onde convogliate, e l'impiego di cabine per le altissime tensioni, del tipo americano all'aperto.

Esaminate le probabilità dell'assorbimento di energia in Puglia per le varie applicazioni industriali, agricole e ferroviarie, chiuse con un confronto statistico tra il consumo di energia elettrica in Puglia che nel 1922-23 di 7 kWh annui per abitante, contro 146 kWh in media nel Regno a 334 kWh in Lombardia, per concludere che questo confronto non deve scoraggiare perchè se pure non si potranno raggiungere le alte cifre delle regioni più industriali d'Italia, tutto fa credere in breve tempo anche in Puglia il progresso potrà essere enorme, dato lo sviluppo materiale e spirituale veramente meraviglioso di tutta la regione pugliese e di Bari in particolare.

La conferenza seguita con molta attenzione da tutti i presenti, fu salutata alla fine da molti applausi.

*

SEZIONE DI TORINO

Con riferimento alla pubblicazione fatta nel numero del 25 Ottobre u. s., facciamo seguire il Bilancio consuntivo dell'anno 1923:

Bilancio consuntivo per l'anno 1923.

Attivo.

| | |
|---|-------------|
| Rimanenze attive di cassa degli esercizi precedenti . . . | L. 8.748,93 |
| Fondo onoranze Galileo Ferraris al 31-12-1922 . . . | " 4.244,40 |
| Quote sociali incassate: | |
| 5 di anni precedenti . . . | " 250,— |
| 668 per l'anno 1923, soci individuali . . . | " 37.991,— |
| 49 per l'anno 1923, soci collettivi . . . | " 7.350,— |
| Incassate da soci vari per gita al Moncenisio . . . | " 1.320,— |
| Incassate da soci vari per spese per cambiamento locali . . . | " 11.745,— |
| Incassate per sottoscr. fra soci per vittime Val di Gleno . . . | " 6.522,— |
| Interessi attivi . . . | " 745,70 |
| Altri proventi: vendita opuscoli . . . | " 8,40 |

Totale L. 78.925,43

Passivo.

| | |
|--|-------------|
| Versate alla Sede Centrale contrib. sulle quote sociali . . . | L. 27.930,— |
| Versate alla Sede Centrale per opuscoli norme macc. inviate a tutti i soci . . . | " 748,— |
| Versate alla Sede Centrale per acquisto opuscoli vari . . . | " 175,— |
| Versate alla Federazione nostro contributo spese Sede per l'anno 1923 . . . | " 12.058,50 |
| Spese di Segreteria e di Cassa . . . | " 220,65 |
| Spese postali . . . | " 1.495,95 |
| Spese per stampati e cancelleria . . . | " 1.462,60 |
| Spese per abbonamenti vari . . . | " 325,— |
| Spese per conferenze . . . | " 445,— |
| Spese varie . . . | " 306,30 |
| Spese per onoranze Galileo Ferraris . . . | " 620,70 |
| Spese per Gita al Moncenisio . . . | " 476,— |
| Spese per sottoscrizione per cambiamento locali . . . | " 15,— |
| Versate alla Federazione per nostro contributo spese cambiamento locali . . . | " 11.700,— |
| Versate alla Sede Centrale per le vittime della Valle di Gleno . . . | " 4.410,— |
| Versate al Comitato per le onoranze di Augusto Righi . . . | " 1.500,— |

Totale L. 64.388,70

Saldo attivo per:

| | |
|---|-------------|
| Rimanenza di cassa degli esercizi preced. al 31-12-1922 . . . | L. 8.748,93 |
| Rimanenza fondo onoranze Galileo Ferraris . . . | " 2.123,70 |
| Rimanenza sottoscriz. spese cambiamento locali . . . | " 30,— |
| Rimanenza sottoscrizione vittime Val di Gleno . . . | " 2.112,— |
| Rimanenza di cassa per l'esercizio 1923 . . . | " 1.522,10 |

Totale L. 78.925,43

* *

Necrologio

PIETRO SPANO

La Sezione Sarda, vivamente commossa, partecipa la dolorosa e prematura morte del giovane Socio, Sig. Spano Pietro di anni, 26, tragicamente colpito da una scarica a 70.000 volt nella Centrale del Tirso, domenica 26 ottobre.

Egli occupava il posto di Sottocapo Centrale, era stimato ed apprezzato da superiori e dipendenti, per le sue virtù e per la sua capacità tecnica. La disavventura che l'ha colpito mentre si preparava ad eseguire alcuni lavori, e che non ha avuto pietà degli sforzi di coloro che tutto tentarono per prolungare il filo di vita in lui rimasto, lascia nella sua famiglia ed in quanti lo conobbero un profondo e dolorosissimo vuoto.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI BARI

La sera del 14 ottobre, presenti anche molti soci della Associazione Nazionale degli Ingegneri Italiani, Sezione di Bari, il socio, Ing. Mario Ascoli, parlò sul tema: «L'energia idroelettrica in Puglia».

Premessa l'osservazione che il baricentro popoloso della Puglia dista oltre 250 km. dai siti dotati d'importanti forze idrauliche, notò come trasporti elettrici a distanze siffatte non fossero un tempo possibili per ragioni tecniche, e conseguita poi la possibilità tecnica, dovessero concorrere altre condizioni, quali la disponibilità e la suscettibilità di assorbimento d'ingenti quantità di energia, affinché la possibilità tecnica potesse diventare pratica. Ora tutto ciò si era maturato pochi anni appena avanti la guerra, scoppiata la quale ogni impresa di questo genere rimase troncata.

Delineatosi il riassetto economico, l'iniziativa venne ripresa ed oggi, alla vigilia di ricevere in Puglia un primo scaglione, per così dire, di energia idroelettrica, vale la pena di esaminare le proprietà di questa forma di energia, particolarmente nei confronti e rapporti con l'energia termica.

L'oratore si soffermò quindi ad esaminare i motivi per cui sorgono, nei paesi più industriali dell'estero, potentissime centrali termiche e fece osservare che, a parte la ragione del prezzo del combustibile, moltissimi vantaggi conseguenti all'impianto di dette centrali non derivano dal tipo o dalla grandezza delle unità, bensì dall'accentramento del servizio per un grandissimo numero di utenti — e sotto questo punto di vista energia idraulica e termica si equivalgono perfettamente. In Italia tuttavia conviene generalmente l'energia idraulica che ha poi caratteristiche sue proprie, come il prezzo assai meno variabile, derivando per la massima parte dall'entità del capitale investito. Considerò successivamente l'energia termica nei suoi rapporti con l'idraulica sotto l'aspetto della riserva e dell'integrazione anche nell'ultima estensione di questo concetto presentata dal Prof. Motta alla recente conferenza di Londra.

Passò quindi a descrivere gli impianti che si stanno eseguendo in Puglia per il trasporto e la distribuzione dell'energia idroelettrica dapprima del Matese (a 60.000 volt) e poi dai Laghi Silani (150.000 volt), impianti che comportano alcune particolarità degne di nota come la regolazione della tensione fatta per la prima volta in Italia su larga

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Le pubblicazioni dell'A. E. I.

Si è pubblicato in questi giorni, a cura dell'Ufficio centrale, il volume dei rendiconti della Riunione sociale tenuta l'anno scorso a Venezia e dedicata alle applicazioni dell'energia elettrica con particolare riguardo alla elettroagricoltura ed alle radiotrasmissioni. Il grosso volume — è il secondo della serie — conta 205 pagine nel formato dell'*Elettrotecnica* e contiene ordinatamente il testo di tutte le comunicazioni e di tutte le discussioni svoltesi durante la riunione. Per quanto la materia dei rendiconti sia stata pressochè integralmente già pubblicata sul giornale, il volume riuscirà assai gradito a molti soci, per la maggior facilità ch'esso offre di rintracciare scritti e notizie, in virtù anche degli accuratissimi indici di cui è corredato. La Presidenza e la Segreteria generale sono state le prime a riconoscere che il volume avrebbe dovuto pubblicarsi un po' prima; ma il ritardo, dovuto a tutto un complesso di circostanze diverse, non rappresenta un danno pei Soci che già avevano a disposizione le pubblicazioni del giornale. Del resto simili pubblicazioni subiscono sempre dei ritardi: così solo in questi giorni si sono pubblicati i rendiconti della Seconda Conferenza internazionale sulle reti ad alta tensione, tenutasi l'anno scorso a Parigi, non molto dopo il Congresso di Venezia. Comunque, perchè il ritardo non si ripeta, all'Ufficio centrale già si lavora attivamente alla compilazione dei rendiconti della recente riunione di Spezia di cui si spera di poter presto iniziare la pubblicazione dei Verbali.

Pure in questi giorni è stato distribuito gratuitamente, a tutti coloro che ne avevano fatto tempestiva richiesta, il 17° fascicolo dell'*Indice bibliografico*, di 78 pagine, relativo al secondo semestre 1923. La pubblicazione, di cui tutti gli studiosi ed i ricercatori sanno apprezzare l'utilità, è derivata, come si ricorderà, dall'indice che una volta figurava periodicamente sul giornale, occupando uno spazio che si è creduto di poter utilizzare meglio altrimenti, avuto riguardo all'interesse della maggioranza dei lettori. Ricordiamo tuttavia ancora una volta che, per ricevere regolarmente e gratuitamente i volumetti dell'indice, basta, ai Soci dell'A.E.I., di farne richiesta scritta all'Ufficio centrale.

Sarà pronto a giorni il quinto fascicolo delle descrizioni impianti, con quella dell'impianto di Temù, in parte rielaborata dopo la pubblicazione sul giornale, con l'aggiunta di nuove illustrazioni; e ricordiamo che il fascicolo può essere ottenuto dai Soci a condizioni di favore, come tutti i precedenti, rivolgendosi all'Ufficio centrale.

Il quale Ufficio centrale sta lavorando intensamente per la preparazione del 1° *Annuario dell'A.E.I.* che costituirà una graditissima strenna per tutti i Soci all'inizio del nuovo anno.

Infine, parlando delle pubblicazioni dell'A.E.I. ci sia concesso dire qualche parola anche di questo nostro giornale che rimane sempre la maggiore delle pubblicazioni sociali. Non si tratta di immodestia, ma della riconosciuta necessità — nella vita febbrile che tutti viviamo — di richiamare ogni tanto l'attenzione su dati o fatti che facilmente passerebbero dai più inosservati. Così p. es. non molti lettori avranno notato che il giornale ha già raggiunte quest'anno le 940 pagine, cosicchè il volume 1924 supererà largamente le 1000; contro le 840 del 1922 e le 884 del 1923. L'aumento notevolissimo solo in parte è dovuto ai caratteri un po' più grandi adottati questo anno per gli articoli: essenzialmente esso è frutto della mirabile vitalità del nostro Sodalizio, la quale ci costringe qualche volta ad abusare della pazienza degli autori facendoli attendere oltremisura la pubblicazione dei loro lavori. A questo felice malanno di un eccesso di produttività è facile suggerire il rimedio di un ulteriore aumento di pagine; come è facile

suggerire di ingrandire ulteriormente i corpi, eventualmente migliorando anche la qualità della carta! Ci limiteremo a ricordare, sempre per la ragione detta sopra, che è cessato col 1924 ogni contributo dei Soci collettivi a favore dell'*Elettrotecnica* e che, secondo i dati dell'ultimo bilancio, ciascun socio contribuisce al giornale per meno di 16 lire all'anno: piccole lirette odierne che si ragguagliano a mala pena a tre lire e mezza dell'ante guerra! Sono miracoli di cui finora in Italia solo il Touring Club ci aveva dato esempi!

L'analisi dei circuiti trifasi.

Riprendiamo oggi la monografia dell'Ing. BOTTANI che la suaccennata abbondanza di materia ci aveva costretti ad omettere nel numero scorso. È quella d'oggi, per riconoscimento dello stesso autore, la parte più arida del lavoro; ma essa tornerà assai utile a coloro che un giorno o l'altro si troveranno nella necessità di approfondire lo studio di qualche circuito trifase un po' complesso; tanto più che l'autore, ligio al carattere volutamente didattico del suo scritto, non manca di agguerrire l'utilissima guida di qualche esempio numerico.

Teoria degli amplificatori.

Il processo, in base al quale tutti i nuovi rami della tecnica vengono gradualmente assoggettati ad un'indagine quantitativa sempre più accurata e sempre più penetrante, è in questi anni in pieno sviluppo per la radiotecnica, come abbiamo avuto già più volte occasione di rilevare. Mentre da un lato si riesce a definire in modo ognor più esatto e rigoroso le singole leggi fisiche, che governano i fenomeni utilizzati nelle applicazioni, dall'altro è possibile risalire a generalizzazioni sempre più comprensive, che riordinano, classificano e semplificano la vasta materia accumulata e presentata dagli sperimentatori. Un interessante tentativo di quest'ultima specie fa il collega FILIPPINI nello studio che oggi pubblichiamo, in cui tratta di una teoria generale dell'amplificazione e la applica in particolare al caso ormai tipico e classico dell'amplificatore a triodo, ottenendo risultati che ben ne mettono in luce alcune sostanziali particolarità.

Le riserve italiane di energia e l'opera del "Servizio idrografico",

Dicemmo che la World Power Conference dello scorso estate ebbe fra l'altro il grande merito di indurre le nazioni partecipanti ad una specie di esame di coscienza nei riguardi della ricerca e della utilizzazione delle loro risorse naturali di energia. Per l'Italia tale esame fu fatto dall'Ing. DE MARCHI il quale in una seconda relazione, che pure oggi pubblichiamo, ha illustrato l'opera veramente meritoria al riguardo, del « Servizio Idrografico » di recente istituzione. Per quanto le due pregevoli relazioni siano state scritte sopra tutto per gli stranieri, esse riusciranno di notevole interesse anche per i nostri lettori che saranno lieti di trovare in esse brevemente ed ordinatamente riassunti dati e notizie che, se anche non inediti, non è sempre facile di procurarsi.

LA REDAZIONE.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'*ELETTROTECNICA* potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

□ CONTRIBUTO ALLA TEORIA DEGLI AMPLIFICATORI A REAZIONE □ □ □

GIUSEPPE FILIPPINI

1. - Introduzione.

E' ben noto come un accoppiamento conveniente operato fra il circuito di placca e quello di griglia di un amplificatore a triodi, sia capace di produrre, a seconda dei casi, un aumento notevolissimo dell'amplificazione, oppure una diminuzione, oppure ancora possa dotare l'amplificatore stesso della proprietà di mantenere in regime permanente delle oscillazioni elettriche di una certa frequenza e di una certa ampiezza, entrambe ben stabilite.

Lo studio teorico delle condizioni specifiche sotto le quali un amplificatore a triodi può, a seconda della natura dell'accoppiamento operato fra griglia e placca, mantenere queste oscillazioni elettriche in un circuito oscillante montato nel circuito di placca o in quello di griglia, è stato da lungo tempo iniziato e condotto a termine.

E su queste medesime colonne è comparso un lungo e completo studio ⁽¹⁾ sugli oscillatori termoionici nel quale anteriormente ad ogni altro lavoro del genere sull'argomento, sono state gettate le basi fondamentali della teoria dell'*audion*, sia come amplificatore che come oscillatore, e nel quale si è bene messo in evidenza come le proprietà oscillatrici dell'*audion* siano una diretta conseguenza delle sue proprietà amplificatrici, opportunamente definite e misurate, queste, per mezzo di un coefficiente appositamente introdotto.

Del come l'esperienza dimostri poi di verificare queste vedute e queste necessità teoriche, è detto, in una successiva esauriente esposizione di dati di prove comparative, nei numeri 18 e 19 dell'anno 1917 di questo medesimo Giornale.

L'effetto che, sulle proprietà degli amplificatori termoionici, può avere un conveniente accoppiamento fra i loro circuiti di griglia e di placca (intesi qui come circuiti d'ingresso e di uscita, percorsi, rispettivamente, dalle correnti da amplificare e da quelle amplificate) è stato poi investigato teoricamente da diversi punti di vista, dei quali quasi sempre si è tenuto particolarmente (od esclusivamente) conto delle proprietà caratteristiche, e direi specifiche, degli amplificatori termoionici essi stessi.

Non sono mancati però, d'altro canto, anche dei tentativi di una interpretazione generale dei fatti, di una interpretazione, cioè, costruita avendo riguardo alla sola proprietà caratteristica che deve entrare in linea di conto, ed astraendo completamente dalla particolare natura dei meccanismi o dei fenomeni fisici a cui si ha ricorso per realizzare, in un dispositivo sperimentale determinato e particolare, quella medesima proprietà.

Così, per uscire dalle generalità un po' nebulse e fare subito un esempio concreto, non è mancato il tentativo di porre direttamente in relazione le proprietà amplificatrici di un dispositivo qualunque sulla cui costituzione non si fa alcuna ipotesi particolare, colle proprietà oscillatrici di cui può essere dotato questo stesso dispositivo. E, come ha fatto vedere il Gutton ⁽²⁾ fondandosi su principi esposti in altra forma e per diversi scopi da L. Brillouin, è stato possibile mostrare in qual modo — generalissimo — la funzione oscillatrice è legata alla funzione amplificatrice, e a quali condizioni deve soddisfare il dispositivo d'accoppiamento fra il circuito d'ingresso e quello di uscita, perchè si abbia, rispettivamente, uno dei tre effetti che questo accoppiamento produce: aumento o diminuzione dell'amplificazione, stabilizzazione (in ampiezza e frequenza) delle oscillazioni elettriche.

Le considerazioni fatte ed i risultati ottenuti dal Gutton, per quanto valgano a dare una chiara visione di ciò che è essenziale che avvenga affinchè un accoppiamento fra i circuiti dell'amplificatore produca o un aumento o una diminuzione

dell'amplificazione (per restringersi qui a questi soli effetti) non conducono però, nè ad un calcolo preciso, effettuabile a priori con i dati iniziali e costruttivi, del valore numerico dell'amplificazione totale che si ha in seguito ad un dato accoppiamento, nè a discriminare la misura dell'effetto d'amplificatore conseguente all'accoppiamento dalla misura del processo d'amplificazione naturale (senza accoppiamento) del dispositivo amplificatore medesimo.

I ragionamenti che seguono sono dunque, in un primo tempo, diretti allo scopo di stabilire effettivamente le equazioni che forniscono in tutti i casi e per un amplificatore generico qualsiasi, le caratteristiche del processo totale d'amplificazione, e cioè quelle equazioni che, note l'ampiezza U_0 e la fase η della f.e.m. da amplificare immessa nel circuito d'ingresso, forniscono l'ampiezza V e la fase θ della f.e.m. che si ritrova applicata nel circuito di uscita: si raggiungeranno così dei risultati di una grande generalità. Una volta ottenute le equazioni generali ne verrà poi fatta applicazione, fra i vari casi interessanti, allo studio dettagliato dell'amplificatore termoionico ad accoppiamento magnetico.

2. - Esame generale dell'effetto dell'accoppiamento.

Definiremo come *coefficiente totale d'amplificazione* il rapporto $K = \frac{V}{U_0}$.

Essendo V_0 l'ampiezza della f.e.m. nel circuito d'uscita in assenza dell'accoppiamento, il rapporto $\frac{V_0}{U_0} = k$ sarà il coefficiente d'amplificazione *naturale* dell'amplificatore, o il *primo coefficiente d'amplificazione*.

Posto $K = C k$, diremo $C = \frac{V}{V_0}$ *secondo coefficiente d'amplificazione*; esso dipende dall'accoppiamento e quest'ultimo diminuirà o aumenterà l'amplificazione a seconda che riesca $C < 1$ o $C > 1$.

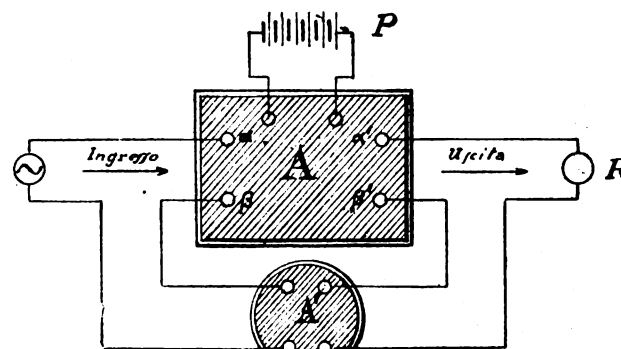


Fig. 1.

Mettendoci da un punto di vista generale, sia nella fig. 1 A l'amplificatore, A' il complesso degli organi d'accoppiamento fra i due circuiti d'ingresso e d'uscita, P la pila locale alle di cui spese si compie l'amplificazione, R il ricevitore della corrente o tensione amplificata.

Supporremo che il processo d'amplificazione sia perfetto senza deformazione.

Immaginiamo di applicare fra i reofori d'ingresso α e β una f.e.m. (sinusoidale) della forma

$$u = U_0 \sin(\omega t + \eta)$$

Per il processo d'amplificazione pura che si opera internamente all'amplificatore, ritroveremo all'uscita fra α' e β' una f.e.m. ancora sinusoidale e d'ampiezza $kU_0 = V_0$; tale f.e.m. sarà rappresentabile coll'equazione;

$$(1) \quad v_0 = V_0 \sin(\omega t - \beta)$$

essendo $\eta + \beta = \gamma$ il ritardo totale di fase prodotto da tutti gli organi dell'amplificatore che hanno agito nell'amplificazione.

In conseguenza dell'accoppiamento operato da A', accoppiamento che supporremo variabile a piacere, il passaggio della corrente stabilita da v_0 nel circuito d'uscita provocherà la nascita, nel circuito d'ingresso, di una nuova f.e.m. u_1 d'ampiezza U , che andrà a comporsi, a seconda della sua fase, con quella u che è stata applicata in questo stesso circuito.

Sia q_0 il ritardo di fase che in conseguenza della natura degli organi di A', questa f.e.m. u_1 , prima componente di u ,

⁽¹⁾ V. G. VALLAURI: «Sul funzionamento dei tubi a vuoto a tre elettrodi (Audion) usati nella radiotelegrafia. *Elettrotecnica*, 25 gennaio 5 febbraio 1917, nn. 3 e 4.

⁽²⁾ C. GUTTON: Sur l'amorçage et l'entretien d'oscillations dans un relais amplificateur. *Onde Electrique*, mai 1922; ed anche C. G. La lampe à trois électrodes, p. 38. Blanchard, Paris, 1923.

ha sulla f.e.m. v_0 ; e sia n il valore del rapporto $\frac{V_0}{U_1} = \frac{k U_0}{U_1}$.

Il ritardo totale di fase che si ha nel passaggio dall'ingresso all'uscita (processo di amplificazione) e nel ritorno all'ingresso (processo d'accoppiamento) è dunque espresso dall'angolo $\varphi = \varphi_0 + \gamma = \varphi_0 + \eta + \beta$.

Regolando in A' l'accoppiamento, sarà sempre possibile variare il valore di n , sia nel senso di un aumento che in quello di una diminuzione.

Diremo accoppiamento forte o stretto quello in cui la quantità $\frac{1}{n}$ ha i valori più grandi compatibili con la natura degli organi di A' , ed accoppiamento debole quello in cui $\frac{1}{n}$ ha valori molto piccoli, di poco diversi da zero.

Questa quantità, che misura l'accoppiamento, si dirà quindi nel seguito *grado di accoppiamento*.

Di solito l'angolo φ dipende, come γ e φ_0 dalla frequenza delle correnti che percorrono i circuiti dell'amplificatore, nello stesso modo con cui nei circuiti ordinari percorsi dalle correnti alternative, l'angolo di fase, in anticipo o in ritardo, della corrente rispetto alla tensione applicata dipende dalla frequenza di questa corrente.

Fissa la frequenza e fatta l'ipotesi che rimangano effettivamente fisse le costanti elettriche dei circuiti, (come è con molta approssimazione), l'angolo φ rimane invariabile; si è sovente nella possibilità di farlo variare bruscamente di π in modo da renderlo *acuto* od *ottuso* a piacere: se ad esempio A' consiste in un trasformatore dei soliti, basta invertire in senso delle connessioni di uno degli avvolgimenti montati nei circuiti dell'amplificatore.

La prima componente u_1 di u , dopo quanto precede, è rappresentabile con l'equazione.

$$u_1 = U_1 \sin(\omega t + \eta - \varphi) = \frac{1}{n} V_0 \sin(\omega t + \eta - \varphi)$$

Anche questa componente subirà il processo d'amplificazione, di sorta che nel circuito d'uscita alla f.e.m. espressa dalla (1) s'aggiungerà una prima componente data da

$$(2) \quad v_1 = \frac{k}{n} V_0 \sin(\omega t - \beta - \varphi) = \frac{k^2}{n} U_0 \sin(\omega t - \beta - \varphi)$$

Questa componente della f.e.m. in uscita stabilisce per suo proprio conto una nuova componente u_2 della f.e.m. in ingresso, componente che è data da

$$u_2 = \frac{k}{n^2} V_0 \sin(\omega t - \beta - \varphi - \varphi_0) = \frac{k^2}{n^2} U_0 \sin(\omega t + \eta - 2\varphi),$$

e che riporta all'uscita una seconda componente v_2 della f.e.m. che vi agisce. Si ha

$$(3) \quad v_2 = \frac{k^2}{n^2} V_0 \sin(\omega t - \beta - 2\varphi)$$

Si ottengono dunque così, successivamente tutte le altre componenti della f.e.m. amplificata che è attiva nel circuito d'uscita:

$$v_3 = \frac{k^3}{n^3} V_0 \sin(\omega t - \beta - 3\varphi)$$

$$v_4 = \frac{k^4}{n^4} V_0 \sin(\omega t - \beta - 4\varphi)$$

La f.e.m. amplificata risulta a questo modo dalla composizione di un numero infinito di f.e.m. componenti; due successive qualunque di tali componenti sono spostate di fase dell'angolo costante φ , ed il rapporto fra le loro ampiezze è la quantità costante $\frac{k}{n}$.

Le ampiezze di tali f.e.m. componenti sono quindi in progressione geometrica di ragione $\frac{k}{n}$, mentre le loro fasi sono in progressione aritmetica di differenza φ .

L'ampiezza V e la fase θ della risultante

$$(4) \quad \sigma_0 = v_0 + v_1 + v_2 + \dots + v_s + \dots = \sum_{s=0}^{\infty} v_s$$

di tutte queste f.e.m. si otterranno geometricamente dal lato

di chiusura della poligonale costruita con i vettori rappresentanti in grandezza e fase le v_0, v_1, v_2, \dots .

Dalla fig. 2 si vede intuitivamente che, se suppone $\frac{k}{n} < 1$ i lati della poligonale sono di lunghezza decrescente; se il vettore OA rappresenta V_0 e se $\varphi < \frac{\pi}{2}$ (naturalmente in valore assoluto, talchè non importa se esso indica un ritardo in senso proprio od un anticipo), pur non potendosi tracciare effettivamente tutti gli infiniti lati della poligonale si indovina come al limite essa si stringa attorno ad un punto P .

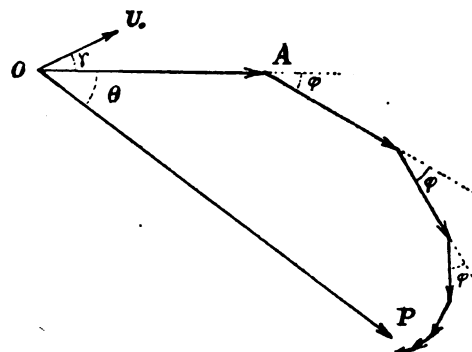


Fig. 2.

Il vettore OP rappresenta V e l'angolo AOP è l'angolo θ che misura il ritardo di fase che la risultante delle f.e.m. ha rispetto alla prima componente v_0 . Ora il vettore OP è maggiore di OA : si vede dunque come in questo caso l'amplificazione è *aumentata*; il valore del rapporto $\frac{OP}{OA} = \frac{V}{V_0}$ esprime il secondo coefficiente C d'amplificazione.

Il vettore OU_0 rappresenta la f.e.m. applicata nel circuito d'ingresso: e si ha $\frac{OA}{OU_0} = k$; $\frac{OP}{OU_0} = K$.

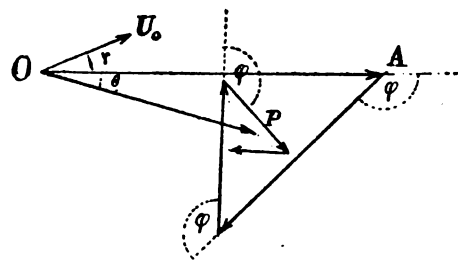


Fig. 3.

Quando, essendo sempre $\frac{k}{n} < 1$, l'angolo φ è ottuso, il vettore risultante OP (fig. 3) è *minore* di OA , l'amplificazione è *diminuita* ed il coefficiente C è minore dell'unità. Se poi diviene $\frac{k}{n} > 1$, qualunque sia φ , i vettori che costituiscono i

lati della poligonale vanno aumentando successivamente, e la risultante cresce quindi oltre ogni limite, anche se l'ampiezza OA della f.e.m. iniziale è estremamente piccola.

Ciò è indice del fatto che le f.e.m. che agiscono nei due circuiti di ingresso e di uscita si mantengono e tendono anzi a crescere anche senza l'applicazione dall'esterno di una f.e.m. nel circuito d'ingresso: in altri termini ciò è indice della possibilità di stabilirsi di oscillazioni persistenti nei circuiti dell'amplificatore che, *autoeccitandosi* a questo modo, diviene un generatore d'oscillazioni elettriche.

Ma non è di ciò che ora ci occuperemo, come non ci occuperemo della questione di stabilire ciò che determina nei vari casi pratici (oscillatori termoionici), l'ampiezza (finita) e le frequenze di queste oscillazioni.

Rivolgiamo la nostra attenzione a ciò che accade quando si rimane al di sotto del limite per cui le oscillazioni si innescano, ossia quando è soddisfatta la relazione $\frac{k}{n} < 1$.

3. - Calcolo del valore totale dell'amplificazione.

Le considerazioni esposte sin qui danno un'immagine intuitivamente chiara dell'effetto che può produrre un accoppia-

mento fra i vari circuiti di un amplificatore, ma, come si vede, essi non bastano a stabilire le relazioni quantitative fra gli elementi che si considerano, nè sono sufficienti a determinare a priori il valore numerico dell'amplificazione totale che consegue ad un dato grado $\frac{1}{n}$ d'accoppiamento.

I risultati nuovi che, in questo paragrafo, aggiungeremo ai precedenti (che sono in gran parte quelli a cui è giunto e a cui si è fermato il Gutton) saranno appunto quelli di determinare quantitativamente in modo esatto l'effetto di un dato grado d'accoppiamento.

Occorre per questo determinare il valore di V e di θ in funzione delle quantità note; e ciò richiede la determinazione della somma (vettoriale) della serie $\sum_{s=0}^{\infty} v_s$.

Come metodo di calcolo ci gioveremo dell'algoritmo comodissimo dei numeri complessi, facendo uso della rappresentazione nel piano complesso di due assi OX (reale) e OY (immaginario) dei vettori V_0, V_1, \dots

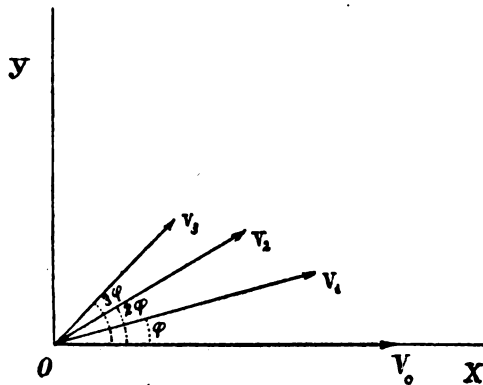


Fig. 4.

Prendendo (fig. 4) l'asse OX nella direzione del vettore V_0 , ai vettori rappresentanti delle f. e. m. v_0, v_1, v_2, \dots corrispondono dei numeri complessi che hanno rispettivamente per modulo $\overline{OV}_0 = V_0, \overline{OV}_1 = V_1 = \frac{k}{n} V_0, \overline{OV}_2 = \frac{k^2}{n^2} V_0, \dots$; e per argomento $0, \varphi, 2\varphi, 3\varphi, \dots$

Scritto nella forma trigonometrica, il numero complesso che corrisponde ad un vettore OV_s qualunque è

$$V_0 \frac{k^s}{n^s} (\cos s\varphi + i \sin s\varphi) = V_0 \frac{k^s}{n^s} e^{i s \varphi}.$$

Ne viene che, indicando con Z il fattore complesso $\frac{k}{n} e^{i \varphi}$ il numero complesso R che corrisponde all'espressione $\sum_{s=0}^{\infty} v_s$ si può scrivere nella forma

$$R = V_0 \sum_{s=0}^{\infty} Z^s$$

La serie che qui compare è la serie geometrica, convergente assolutamente per ogni Z reale o complesso in modulo minore di 1, ossia sotto la condizione già espressa, e soddisfatta per ipotesi, $\frac{k}{n} < 1$.

Sotto questa condizione, come è noto, la serie ha la somma

$$\sum_{s=0}^{\infty} Z^s = \frac{1}{1-Z}$$

Segue dunque

$$R = V_0 \frac{1}{1-Z}$$

L'ampiezza V della risultante delle f.e.m. è evidentemente

$$V = \text{mod } R$$

ed il coefficiente K è immediatamente dato da

$$K = \frac{1}{U_0} \text{mod } R = k \text{mod} \left(\frac{1}{1-Z} \right)$$

Ne segue che $\text{mod} \left(\frac{1}{1-Z} \right)$ è il secondo coefficiente C d'am-

plificazione. La fase θ della f.e.m. risultante è poi evidentemente data dall'argomento del numero complesso R , ossia del fattore complesso $\frac{1}{1-Z}$ che, come tale, in generale comporta uno sfasamento.

Il problema è quindi ora ricondotto a quello di determinare il modulo C e l'argomento θ di questo fattore complesso.

Si ha, adoperando la forma trigonometrica,

$$\frac{1}{1-Z} = \frac{1}{1-q(\cos \varphi + i \sin \varphi)},$$

rappresentando q la ragione $\frac{k}{n}$.

Eseguita la differenza al denominatore e posto il numero complesso del primo membro sotto la forma ordinaria $a + bi$, si ha:

$$(5) \quad a + bi = \frac{1}{(1-q \cos \varphi) - i q \sin \varphi}.$$

Eseguito ancora la divisione indicata nel secondo membro, ricordando che il quoziente $\frac{m+ni}{c+di}$ fra due numeri complessi presi nella forma ordinaria ha in generale per parte reale $\frac{mc+nd}{c^2+d^2}$ e per parte immaginaria $\frac{nc-md}{c^2+d^2} i$, dall'identità stabilita dalla (5) si trae in ultimo

$$\begin{cases} a = \frac{1-q \cos \varphi}{q^2 - 2q \cos \varphi + 1} \\ b = \frac{q \sin \varphi}{q^2 - 2q \cos \varphi + 1} \end{cases}$$

Il modulo di $a + b$, cioè C , è $\sqrt{a^2 + b^2}$, ed il suo argomento θ è dato da $\tan \theta = \frac{b}{a}$.

I calcoli danno subito

$$(I) \quad \begin{cases} C = \frac{1}{\sqrt{q^2 - 2q \cos \varphi + 1}} \\ \tan \theta = \frac{q \sin \varphi}{1 - q \cos \varphi} = C q \sin \varphi. \end{cases}$$

Da ciò discende senz'altro per V l'espressione esplicita

$$(6) \quad V = \frac{V_0}{\sqrt{q^2 - 2q \cos \varphi + 1}}$$

e per K l'altra

$$(7) \quad K = \frac{k}{\sqrt{q^2 - 2q \cos \varphi + 1}}$$

Le (6) e (7) sono con le (I) le equazioni che si cercavano; la conoscenza di q e di φ basta ora a determinare analiticamente V, K, C e l'angolo θ .

Al limite per $q = 1$, le formule precedenti danno

$$(II) \quad \begin{cases} V = \frac{V_0}{2 \sin \frac{1}{2} \varphi} ; K = \frac{k}{2 \sin \frac{1}{2} \varphi} \\ C = \frac{1}{2 \sin \frac{1}{2} \varphi} ; \tan \theta = \cos \frac{1}{2} \varphi ; \theta = 90^\circ - \frac{1}{2} \varphi. \end{cases}$$

Di qui si deduce che, essendo $\text{mod } R$ finito anche in questo caso, la serie $\sum_{s=0}^{\infty} v_s$ è convergente anche sulla circonferenza del suo cerchio di convergenza. Questi risultati, fra gli altri, non potevano certo essere ottenuti direttamente con le considerazioni generiche del § 2.

Quando q tende a 1 e φ tende a zero, è facile vedere che V , considerata come funzione di 2 variabili, cresce oltre ogni limite e tende all'infinito, il che vuol dire che l'amplificazione viene dall'accoppiamento enormemente aumentata: basta però in queste circostanze una lieve irregolarità in uno dei due circuiti dell'amplificatore per oltrepassare il regime aperiodico dell'amplificazione ed entrare nel regime oscillatorio (se lo permette lo stato dei circuiti).

In particolare un lieve aumento accidentale di k e di $\frac{1}{n}$ può produrre questo effetto: l'amplificatore è così sensibilissimo ma in generale poco stabile.

Se poi la costituzione dell'amplificatore A e degli organi del complesso A' d'accoppiamento è tale che φ rimanga costante ad un certo valore quando varia il grado d'accoppiamento, in modo che l'ampiezza V possa considerarsi come funzione di una sola variabile indipendente (funzione contenente un parametro), essa ammette un estremo, che è un massimo, in corrispondenza ad un estremante che è certo valore ottimo di q .

Questo estremante si calcola nel modo solito eguagliando a zero la $\frac{dV}{dq}$; ed eseguendo si trova

$$(8) \quad q_{\text{ott}} = \cos \varphi.$$

Che l'estremo che gli corrisponde sia realmente un massimo si può provare senza ricorrere al calcolo della $\frac{d^2V}{dq^2}$, semplicemente indagando il segno della variazione che, a partire da questo estremo apporta alla funzione V un incremento ϵ (sufficientemente piccolo) della variabile indipendente dal valore (8); il calcolo è semplicissimo.

Il massimo di V ha il valore

$$(8') \quad V_{\text{max}} = \frac{V_0}{\sin \varphi}$$

a cui corrisponde $\sin \theta = \cos \varphi$, ossia

$$\theta = \frac{\pi}{2} - \varphi$$

i valori massimi di C e di K sono poi, in corrispondenza,

$$(8'') \quad C_{\text{max}} = \frac{1}{\sin \varphi} ; \quad K_{\text{max}} = \frac{k}{\sin \varphi}.$$

L'esistenza del valore ottimo di $q = \frac{k}{n}$ è molto importante dal lato pratico perchè essa fa vedere come *non sempre* un aumento dell'accoppiamento produce un *aumento* dell'amplificazione: dal valore ottimo in poi, fino a $\frac{k}{n} = 1$, accade anzi il *contrario*.

In tutto quanto precede in questo paragrafo è implicita l'ipotesi (soddisfatta con grandissima approssimazione in quasi tutti i casi pratici) che la natura dell'organo d'accoppiamento sia tale che divenga nulla o trascurabile la *reazione* diretta che la corrente prodotta nel circuito d'ingresso può esercitare sul circuito d'uscita per mezzo degli organi stessi d'accoppiamento ed indipendentemente da ciò che può avvenire nello amplificatore.

In particolare, se l'accoppiamento è ottenuto per mutua induzione di due avvolgimenti montati ciascuno sopra uno dei due circuiti dell'amplificatore, occorre, perchè ciò sia vero, che la corrente nel circuito d'ingresso sia sempre piccolissima, (almeno nei riguardi della corrente amplificata che percorre il circuito d'uscita), onde sia nullo o trascurabile il flusso d'induzione concatenato con i due avvolgimenti che è prodotto da questa corrente.

Infine, riguardo alle diverse conseguenze che può avere un valore di $\frac{k}{n}$ compreso in uno dei tre casi considerati, quando i circuiti dell'oscillatore (almeno quello d'uscita) contengono delle capacità e sono quindi nelle condizioni d'avere un regime di oscillazioni elettriche (libere o forzate), si può ancora notare che quando è $\frac{k}{n} < 1$, al mantenimento della f.e.m. o della

corrente nel circuito d'uscita od in quello d'ingresso è necessaria l'introduzione dall'esterno di una particolare f.e.m. che agisca continuamente: ciò vuol dire, evidentemente, che le oscillazioni di questi circuiti lasciati liberi a loro medesimi vanno continuamente affievolendosi e smorzandosi. In altri termini ciò significa che la resistenza apparente dei circuiti in queste circostanze è ancora *positiva* per quanto piccola; ed è questa resistenza, con le perdite d'energia che essa produce, ciò che determina lo smorzamento delle oscillazioni.

Quando $\frac{k}{n} = 1$, invece, l'accoppiamento è tale da com-

pensare esattamente con i suoi effetti lo smorzamento dei circuiti: la resistenza apparente è *nulla*, e le oscillazioni una volta innescate da una f.e.m. iniziale qualunque permangono anche quando questa f.e.m. cessa di agire: la loro ampiezza è una quantità costante che a regime dipende dalle circostanze iniziali.

Infine se $\frac{k}{n} > 1$, l'effetto dell'accoppiamento è quello di compensare sovrabbondantemente tutte le perdite, e quindi le oscillazioni innescate non solo tendono a mantenersi anche se dall'esterno non viene applicata alcuna f.e.m., ma addirittura sono d'ampiezza continuamente crescente. La resistenza del circuito oscillante è così ridotta ad essere *negativa*.

Riassumendo, si è dunque in questo paragrafo trovata l'espressione ed il valore della f.e.m. risultante nel circuito d'uscita, del secondo coefficiente C d'amplificazione conseguente all'accoppiamento, del coefficiente totale K , in funzione ciascuna grandezza del grado d'accoppiamento $\frac{1}{n}$, del ritardo angolare φ di fase e (limitatamente a K) del coefficiente k d'amplificazione naturale.

Si è visto poi come ad ogni φ corrisponda un valore ottimo di $\frac{k}{n} = q$ per cui l'ampiezza V passa per un massimo assieme con C e K ; oltre questo massimo, per tutta la durata ulteriore del regime d'amplificazione stabile, gli aumenti dell'accoppiamento producono una diminuzione dell'amplificazione.

4. - Il cerchio delle amplificazioni.

E' conveniente dare in veste geometrica i risultati che abbiamo trovato: saremo così condotti ad una costruzione grafica semplicissima delle grandezze che si vogliono determinare.

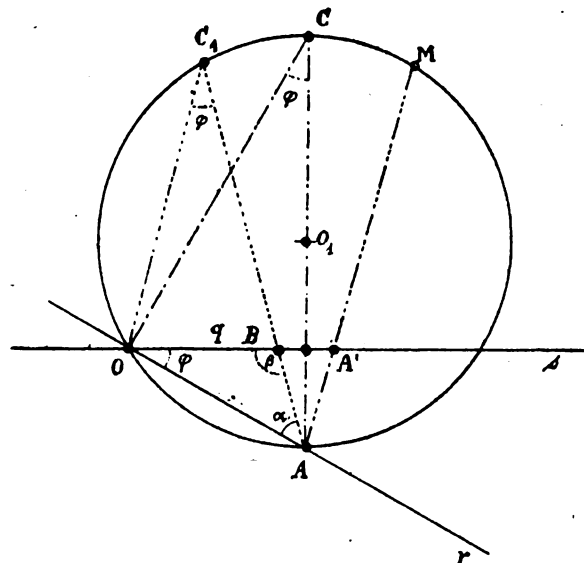


Fig. 5.

Condotta in un piano (fig. 5) una direzione orientata s parallela a quella del vettore V_0 , si prenda in questa direzione a partire da un punto O il vettore OB misurato in grandezza dal numero q ; presa poi, a partire da O e nel verso conveniente delle rotazioni, un'altra direzione orientata r che faccia con la s un angolo uguale a φ , si fissi su questa direzione un segmento $OA = 1$. Sarà quindi $OA > OB$.

Dal triangolo OAB si trae

$$\overline{AB}^2 = q^2 + 1 - 2q \cos \varphi$$

Viene quindi, sen'altro

$$C = \frac{\overline{OA}}{\overline{AB}} = \frac{1}{\overline{AB}}$$

Per avere ora una costruzione grafica di C basterà avere quella di $\frac{\overline{OA}}{\overline{AB}}$. A ciò si arriva costruendo sul lato OA come base un triangolo simile al triangolo OAB , e cioè tracciando, con il vertice in O , l'angolo \hat{AOC} , uguale all'angolo $\hat{OBA} = \beta$ e pro-

lungando il lato AB fino ad incontrare il lato OC_1 . E' facile allora trarre

$$\frac{\overline{AC_1}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{OA}}{\overline{AB}}$$

e quindi

$$\overline{AC_1} = C.$$

Poichè l'angolo $\widehat{OC_1A}$ rimane costantemente uguale a φ anche quando, variando q , il punto B si sposta sulla sua retta, il punto C_1 si trova costantemente su un cerchio in cui è agevole determinare il centro O_1 .

A questo scopo si può anche osservare che quando l'angolo β è retto, il segmento \overline{AC} che allora corrisponde a C è il diametro del cerchio perchè anche l'angolo \widehat{AOC} riesce retto: il punto medio O_1 di AC sarà il centro del cerchio.

Come si vede, si ritrova per via geometrica l'esistenza del massimo per il coefficiente C : infatti, fisso β e per ogni q , C è misurato da una corda del cerchio che esce da A in una certa direzione passando per B : il più grande valore di C è quindi quello che corrisponde al diametro del cerchio.

Chiameremo questo cerchio col nome di *cerchio delle amplificazioni*.

Per via geometrica è agevole ritrovare anche i valori (8) e (8'') dell'estremante $q_{ott.}$ e dell'estremo $C_{max.}$.

L'angolo di fase θ è dato geometricamente dall'angolo α col vertice in A , del triangolo OAB , come si deduce applicando a questo triangolo il teorema dei seni, tenute presenti le (1) del § 3.

Per adoperare in pratica il metodo grafico di determinazione di C , si può operare così.

Stabilite in un piano le due direzioni che comprendono l'angolo φ di vertice O , su una di queste direzioni si fissa il segmento $\overline{OA} = 1$ e sull'altra il segmento $\overline{OB} = q$.

Da A si abbassa la perpendicolare alla direzione di OB prolungandola fino all'incontro in C con la normale ad OA condotta in O .

Il segmento AC è il diametro del cerchio delle amplificazioni ed il suo punto medio O_1 ne è il centro: il segmento AC rappresenta senz'altro anche l'estremo di C che corrisponde al valore scelto per il parametro q .

Tracciato questo cerchio, ogni corda che esce da A passando per B fornisce, quando q varia e B si muove sulla sua retta, la misura del secondo coefficiente C .

Il punto C_1 , estremo generico della corda che passa per B , non si potrà trovare altro che sull'arco di cerchio compreso fra il punto O (per cui $q = 0$) ed il punto M che si ottiene facendo $\overline{OB} = \overline{OA} = 1$, poichè per $q > 1$ cessano d'essere valide le equazioni trovate e quindi la costruzione geometrica che ne deriva.

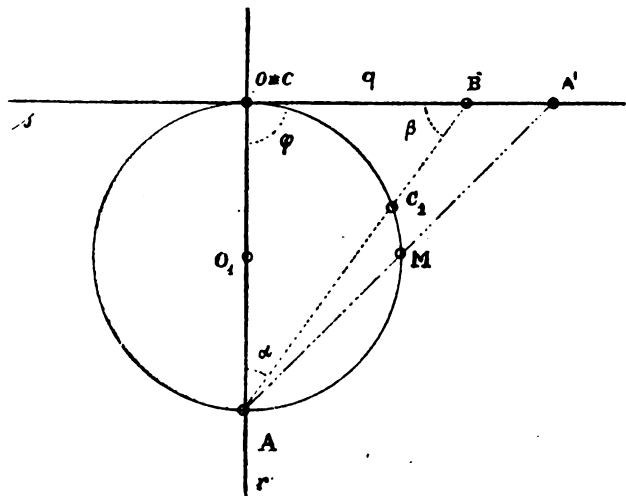


Fig. 6.

Esaminiamo rapidamente i vari casi che si possono presentare.

a) l'angolo φ è acuto.

E' il caso della fig. 5 e, come si è visto, in questo caso si ha un aumento dell'amplificazione su quella corrispondente all'assenza d'accoppiamento.

b) l'angolo φ è retto.

Allora (fig. 6) il diametro del cerchio delle amplificazioni è il segmento $OA = 1$ esso stesso; in armonia alla legge generale che gli aumenti dell'accoppiamento producono aumenti dell'amplificazione solamente fino al valore $q_{ott.} = \cos \varphi$ e non oltre, accade qui che a partire dal valore $q = 0$, e cioè in tutti i casi, l'accoppiamento non può produrre che una diminuzione dell'amplificazione. Il valore massimo di C è l'unità, in corrispondenza a $q = 0$.

c) l'angolo φ è ottuso.

Anche in questo caso tutti i valori di q , che non possono essere che positivi, producono, secondo la legge generale, una diminuzione del coefficiente C dal suo valore massimo uguale all'unità che si ha in assenza di ogni accoppiamento.

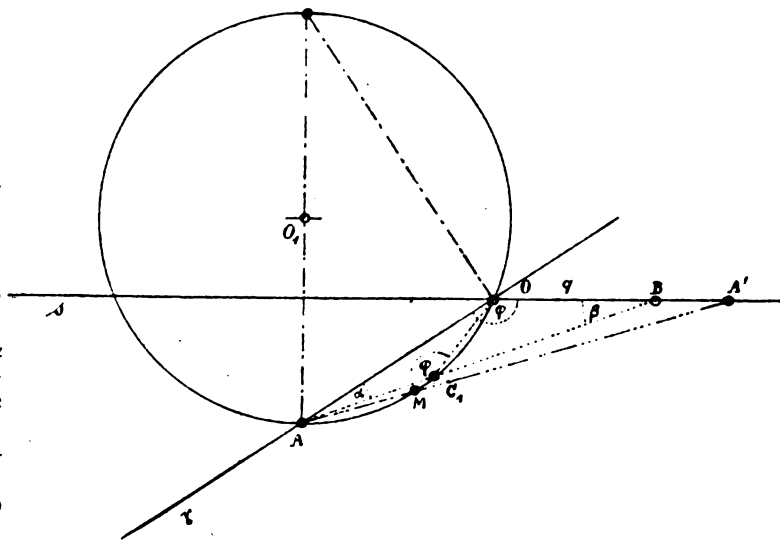


Fig. 7.

Ogni retta AB (fig. 7) taglia il cerchio delle amplificazioni in un punto C_1 per cui si ha evidentemente $\overline{AC_1} < \overline{AO}$, cioè si ha:

$$C < 1.$$

Quando q tende a π , il raggio del cerchio delle amplificazioni aumenta oltre ogni limite, ed il segmento $\overline{AC_1}$ tende a zero: l'amplificazione viene così *soppressa completamente*.

E' bene mettere in evidenza che le *diminuzioni* dell'amplificazione che, nei casi b) e c) l'accoppiamento produce nei riguardi dell'amplificazione naturale, non sono altro che una conseguenza dell'esistenza di un valore ottimo di $\frac{k}{n}$ e del modo di comportarsi della funzione C nell'intorno del suo estremo che corrisponde appunto a quel valore ottimo.

Riassumendo, la costruzione del *cerchio delle amplificazioni* fornisce in ogni caso, per ogni q e ogni q , il modo di determinare graficamente il valore del secondo coefficiente C d'amplificazione, e quindi quello del coefficiente totale K , e dell'ampiezza V della f.e.m. risultante nel circuito d'uscita.

Questa costruzione fornisce anche comodamente l'estremo di C , il suo estremante $q_{ott.}$ ed il valore del ritardo angolare di fase θ .

5. - Teoria dell'amplificatore termoionico ad accoppiamento magnetico.

Applichiamo infine i risultati generali trovati ad un interessante caso particolare concreto: quello degli amplificatori ad ampole termoioniche in cui l'accoppiamento fra il circuito d'ingresso e quello d'uscita è ottenuto per mutua induzione di due avvolgimenti montati ciascuno in uno dei due circuiti dell'amplificatore.

Supporremo che questi circuiti non contengano delle capacità e il sistema intero risulti *aperiodico*; per non complicare d'un subito le cose non faremo entrare in linea di conto la capacità parassita, interna all'ampolla, fra la griglia e la placca: l'effetto di questa capacità, che è piccolissima, non può del resto cominciare ad essere sensibile che alle frequenze elevatissime corrispondenti alle minime lunghezze d'onda delle oscillazioni elettriche.

Lo schema che corrisponde a queste ipotesi è quello della fig. 8; A e B sono i reofori fra i quali si applica nel circuito di griglia la f. e. m. alternativa da amplificare, C e D sono quelli fra i quali è attiva la f.e.m. amplificata.

per il caso della fig. 9, il coefficiente M di mutua induzione fra i due avvolgimenti di griglia e di placca, deve essere considerato *positivo* quando i flussi concatenati con i due circuiti, flussi prodotti ciascuno da una delle due correnti dirette secondo il verso delle frecce e percorrenti quindi entrambe i circuiti nel medesimo senso, sono concomitanti. Esso deve essere considerato *negativo* nel caso contrario.

La f.e.m. di mutua induzione ha in generale l'espressione

$$\varepsilon_1 = -M \frac{dj}{dt};$$

essa ha quindi l'ampiezza $E = -M\omega j$; se M è positivo questa f.e.m. ritarda di 90° sulla corrente j e se M è *negativo* questa f.e.m. è invece in anticipo di 90° su questa medesima corrente.

A questi due casi corrispondono, rispettivamente, i vettori OQ e OQ' del diagramma.

Ne viene, supposto prima $M > 0$, che il ritardo totale di fase subito dalle f.e.m. nel passaggio dalla griglia alla placca (processo d'amplificazione) e nel ritorno dalla griglia (processo d'accoppiamento) è, secondo quanto è detto in 1), 2) e 3)

$$\varphi = \psi - (90^\circ - \varphi_0) = (180^\circ - \beta) - (90^\circ - \varphi_0).$$

ossia è

$$\varphi = 90^\circ + \alpha$$

giacchè $(90^\circ - \varphi_0) = 180^\circ - \varphi_0 - 90^\circ$ è il ritardo della tensione di placca sulla f.e.m. di mutua induzione. L'angolo φ in questo caso è dunque *ottuso*.

Supponendo ora $M < 0$, l'angolo φ di ritardo è dato invece da

$$\varphi = (180^\circ - \beta) - (270^\circ - \varphi_0) = -(90^\circ - \alpha)$$

essendo qui $270^\circ - \varphi_0 = 180^\circ - \varphi_0 + 90^\circ$ il ritardo della tensione di placca sulla f.e.m. di mutua induzione.

In questo caso il ritardo è *negativo*, cioè è un *anticipo*; considerato un valore assoluto l'angolo

$$\varphi = 90^\circ - \alpha$$

è un angolo *acuto*.

Il caso di $M > 0$ corrisponde dunque ad una diminuzione dell'amplificazione operata dall'accoppiamento; il caso $M < 0$ dà invece luogo ad un aumento poichè (v. § 2) quello che importa considerare è il valore assoluto dell'angolo φ .

E' agevole ora calcolare il grado $\frac{1}{n}$ d'accoppiamento.

Poichè il segno di M che conviene adottare per ottenere l'aumento dell'amplificazione è fissato, potremo considerare nel seguito il solo valore assoluto di questa grandezza, valore assoluto che indicheremo ancora con M non potendo ciò generare alcun equivoco in ciò che seguirà.

Si ha (v. § 2) $n = \frac{V}{E}$, e quindi

$$\frac{1}{n} = \frac{\omega M}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}$$

Segue poi subito, dalla (3),

$$(4) \quad \frac{k}{n} = \frac{\omega M k_a}{\sqrt{(R + \varrho)^2 + \omega^2 L^2}}$$

E' possibile calcolare adesso l'amplificazione totale che si ottiene coll'accoppiamento.

Il coefficiente K dato dalla (6) del § 3 ha in generale l'espressione

$$K = \frac{k}{\sqrt{\frac{k^2}{n^2} - 2 \frac{k}{n} \cos \varphi + 1}}$$

e sostituendo qui a $\frac{k}{n}$ il suo valore (4) e notando che

$$\cos \varphi = \sin \alpha = \frac{\omega L}{\sqrt{(R + \varrho)^2 + \omega^2 L^2}}$$

si ottiene facilmente, dopo qualche riduzione,

$$K = k \sqrt{\frac{(R + \varrho)^2 + \omega^2 L^2}{(R + \varrho)^2 + \omega^2 (L - M K_a)^2}}$$

Da ciò segue senz'altro che il secondo coefficiente C d'amplificazione ha il valore

$$C = \sqrt{\frac{(R + \varrho)^2 + \omega^2 L^2}{(R + \varrho)^2 + \omega^2 (L - M K_a)^2}}$$

Come si vede, questo coefficiente C quando è $M \neq 0$ è sempre maggiore di 1; ed acquista questo valore minimo solamente quando $M = 0$.

Sostituendo poi in K a k la sua espressione (3) si ha infine l'equazione esplicita

$$(5) \quad K = K_a \sqrt{\frac{R^2 + \omega^2 L^2}{(R + \varrho)^2 + \omega^2 (L - M K_a)^2}}$$

che esprime direttamente il coefficiente K in funzione delle costanti elettriche dei circuiti: questa equazione è dunque quella cercata che permette il calcolo a priori di questo coefficiente. La condizione di massimo per K , che in generale è data dalla (8) del § 3 ed è espressa da $\frac{k}{n} = \cos \varphi$, si traduce

qui, tenendo presente che $\cos \varphi = \sin \alpha$, nella relazione

$$L = M K_a,$$

la quale scende evidentemente anche dall'esame diretto della (5).

Si ha, dopo soddisfatta questa condizione,

$$(5') \quad K_{\text{ott.}} = K_a \sqrt{\frac{R^2 + \omega^2 L^2}{(R + \varrho)^2}}$$

Si presenta ora una questione che ha grande importanza pratica; quella di determinare quei valori delle grandezze R ed L considerate come variabili che, in ordine alle altre ϱ ed ω che negli apparecchi sono imposte costruttivamente o discendono dalle esigenze dell'amplificazione di una f.e.m. di frequenza prefissata, possono fare acquistare a $K_{\text{ott.}}$ il suo più grande valore, compatibilmente alle altre esigenze pratiche di funzionamento dell'amplificatore. Tali esigenze sono quelle che seguono, per esempio, dalla necessità di ottenere un amplificazione pura senza deformazione.

E' anzi quest'ultima necessità che obbliga, come si è detto, a fissare un limite superiore per i valori ancora accettabili di L .

Il problema è quindi, da questo punto di vista, quello di determinare quel valore di R per il quale, compatibilmente con la piccolezza di L , risulti un valore elevato per il coefficiente $K_{\text{ott.}}$ La discussione dell'espressione (5') di questo coefficiente conduce a risolvere questo problema.

Anzitutto conviene cercare quand'è che risulta soddisfatta la condizione

$$(6) \quad \sqrt{\frac{R^2 + \omega^2 L^2}{(R + \varrho)^2}} > 1$$

sotto la quale viene $K_{\text{ott.}} \geq K_a$.

Si trova agevolmente che, immaginato fisso L , deve essere

$$(7) \quad R < \frac{\omega^2 L^2 - \varrho^2}{2 \varrho}$$

oppure, assunto fisso R , deve essere

$$(8) \quad L > \sqrt{\frac{2 \varrho R + \varrho^2}{\omega^2}}$$

La (7) dice che, non potendo essere R e ϱ delle quantità negative (essendo esse essenzialmente positive), affinché sia soddisfatta la (6) occorre che sia anche

$$(9) \quad \omega L > \varrho;$$

e la (8) significa che per soddisfare alla stessa condizione L deve crescere con R e deve in ogni caso essere superiore ad un valore minimo

$$(8') \quad L_0 = \frac{\varrho}{\omega}$$

che corrisponde ad $R = 0$.

Di poi indagando le condizioni sotto le quali risulta

$$(10) \quad \frac{\omega^2 L^2 + R^2}{(R + \varrho)^2} > \frac{\omega^2 L^2}{\varrho^2}$$

cioè sotto le quali un aumento di R a partire dal valore limite $R = 0$ produce un aumento di K_{out} , si trova facilmente che si è soddisfatta la condizione già trovata

$$\omega L > \varrho$$

tutti i valori positivi non nulli di R rendono sempre invece

$$\frac{\omega^2 L^2 + R^2}{(R + \varrho)^2} < \frac{\omega^2 L^2}{\varrho^2}$$

cioè producono una diminuzione dell'amplificazione nei riguardi di quella corrispondente ad $R = 0$.

Se poi invece è soddisfatta la condizione

$$\omega L < \varrho$$

contraria alla (9), e quindi quando è sempre $K_{out} < K_a$, allora la (10) riesce verificata per i soli valori positivi di R che rispettano la condizione

$$(11) \quad R > \frac{2 \omega^2 L^2 \varrho^2}{\varrho^2 - \omega^2 L^2}$$

Il solo valore positivo di R che, nell'ipotesi $\omega L < \varrho$, corrisponde al segno d'uguaglianza che compare nella (6), non è un valore finito, ma è un valore grande oltre ogni limite. E' cioè,

$$\lim_{R \rightarrow +\infty} \frac{R^2 + \omega^2 L^2}{(R + \varrho)^2} = 1$$

La discussione precedente porta dunque a concludere che, se $\omega L > \varrho$, per soddisfare alla (6) e quindi per ottenere i più grandi valori di $K_{out} > K_a$, occorre prendere R più piccolo che si può ed L invece abbastanza grande: al limite $R = 0$ ed L maggiore del valore minimo $L_0 = \frac{\varrho}{\omega}$.

Se invece $\omega L < \varrho$ la (6) non può mai essere soddisfatta e per ottenere un K_{out} più grande che si può, occorrerebbe prendere R abbastanza grande da soddisfare con larghezza alla relazione (11); in questo caso si ha sempre però $K_{out} < K_a$.

Le condizioni particolari di ogni caso, quelle che limitano L e R e fissano ω di fronte a ϱ , determinano qual'è la disposizione di cose più conveniente agli effetti dell'amplificazione.

Sia o no $\omega L \geq \varrho$, quando $R = 0$, viene in tutti i casi

$$K_{out} = K_a \frac{\omega L}{\varrho}$$

Calcolato L_0 e posto ogni altro $L = \sigma L_0$, l'equazione precedente si può anche scrivere

$$(12) \quad K_{out} = \sigma K_a$$

Questa equazione dice che, per $R = 0$, « tante volte il coefficiente totale d'amplificazione conseguente all'accoppiamento supera il coefficiente d'amplificazione interna delle tensioni del triodo, di quante volte il coefficiente d'autoinduzione dell'avvolgimento del circuito di placca supera un valore minimo limite ben determinato dalle costanti del triodo e dalla frequenza della f.e.m. da amplificare ».

Si ricordi che questo vale tanto se $\frac{\omega L}{\varrho}$ (ed anche σ) è > 1 quanto se è < 1 .

Per fare un esempio pratico si supponga, come accade nell'amplificazione delle f.e.m. a frequenza radiotelefonica (lunghezza d'onda $\lambda = 300$ m.)

$$\omega = 6.280.000.$$

Essendo nei casi più comuni $\varrho = 20.000$ ohm, è soddisfatta la relazione $\omega L \geq \varrho$, quando $L \geq L_0$, ossia quando

$$L \geq 0,0031 \text{ henry.}$$

Ne viene che potendosi ritenere $k_a = 8$, nei casi ordinari è quindi da porsi (per $R = 0$):

$$K_{out} = 8 \sigma.$$

Qualora non si possa ammettere un valore $L \geq L_0$, allora si ha $\omega L < \varrho$ e conviene scegliere un valore R soddisfacente alla (11).

A parte le difficoltà pratiche di realizzare resistenze elevatissime (se queste difficoltà si presentano), il valore di R è

limitato superiormente dalla necessità di rimanere nella regione piana della superficie caratteristica: altrimenti è come render L molto grande poichè si avrebbe anche qui una deformazione della f.e.m. amplificata.

Di solito ciò porta a $\frac{R}{\varrho} = 4$.

Così se, per esempio $\omega L = 6280$, il valore minimo di R che soddisfa ancora alla (11) è $R = 4370$ ohm circa: facendo $R = 80.000$ ohm si soddisfa largamente a quella condizione.

Ora per questo valore di R viene

$$\sqrt{\frac{R^2 + \omega^2 L^2}{(R + \varrho)^2}} = 0,81 \text{ circa.}$$

onde riesce $K_{out} = 6,5$ circa. E' un valore di poco superiore al valore dell'amplificazione ottenibile cogli stessi valori di R da un amplificatore a resistenza dei soliti, senza accoppiamento: non conviene dunque, in casi simili a questo, ricorrere ad un accoppiamento magnetico.

Il valore pratico delle conclusioni a cui si arriva costruendo sulla scorta della teoria generale del § 3, la teoria dell'amplificatore termoionico ad accoppiamento magnetico, è dunque quello di saper determinare, sia che si guardi come scopo principale ad ottenere delle grandi amplificazioni, sia che si cerchi di ottenere, compatibilmente con questo, anche un processo d'amplificazione il più possibilmente puro, i valori delle costanti elettriche dei circuiti che si debbono più opportunamente adottare per lo scopo in vista.

Si possono indagare ancora da un altro punto di vista le condizioni che assicurano un grande valore dell'amplificazione: si raggiungono naturalmente gli stessi risultati, ma in più si getta un po' di luce sulle altre condizioni che fissano la stabilità del regime amplificatorio, e sulle conseguenze che, a questo effetto, ha l'esistenza di un valore ottimo per l'accoppiamento $\frac{1}{n}$.

In primo luogo occorre ricordare ancora una volta il risultato generale ottenuto al § 3, secondo il quale non sempre un aumento dell'accoppiamento produce un aumento dell'amplificazione: questo è vero solo quando, crescendo $\frac{1}{n}$, $\frac{k}{n}$ resta inferiore al suo valore ottimo cos φ .

Da questo valore in poi un aumento di $\frac{1}{n}$ (poichè k è costante) produce una diminuzione dell'amplificazione fino ad un valore finito limite che corrisponde a $\frac{k}{n} = 1$: per questi valori limiti di K , C. ecc., in funzione di φ , valgono le equazioni (II) del § 3.

In tutto l'intervallo $(0,1)$ per $\frac{k}{n}$ queste grandezze restano così finite pur passando per un massimo, ma non appena riesce $\frac{k}{n} > 1$ esse tendono all'infinito e l'amplificazione oltrepassa il regime stabile in conseguenza della nascita delle oscillazioni che si stabiliscono con frequenza propria (se lo stato dei circuiti lo permette) disturbando il processo d'amplificazione regolare.

Il maggiore valore finito che può acquistare l'ampiezza delle f.e.m. in uscita è dato dalla (8') del § 3 ed è

$$V_{max} = \frac{V_0}{\sin \varphi}$$

Volendo che V_{max} sia molto grande occorre fare in modo che φ sia molto piccolo, ossia, poichè $\varphi = 90^\circ - \alpha$, occorre che α sia più prossimo a 90° che si può.

Ma tang $\alpha = \frac{\omega L}{(R + \varrho)}$: occorre dunque che, per ogni ω , sia R molto piccolo ed L molto grande.

Ciò concorda con quanto si è ottenuto più addietro.

La condizione $\frac{k}{n} = \cos \varphi$ conduce poi a porre, come si è visto, $M K_a = L$ e sotto questa condizione, o sotto l'altra $M K_a \leq L$, la (4) naturalmente dice che non può mai essere $\frac{k}{n} \geq 1$; d'altro canto crescendo M cresce $\frac{k}{n}$ e quindi (fino al limite sopra fissato ($M = \frac{L}{K_a}$)) cresce con esso l'amplificazione.

Ne viene in altri termini, concludendo, che se L è molto grande si può spingere molto avanti quell'accoppiamento fra i circuiti che ottiene sempre degli aumenti della f. e. m. amplificata, senza poi che vi sia pericolo per questo che l'ampiezza di questa f. e. m. abbia tendenza a cessare di rimanere finita, anche se grandissima.

Ciò è come dire che un grande aumento di L assicura all'amplificazione un regime perfettamente stabile.

Questo risultato, in particolare, è molto importante per l'amplificazione delle f. e. m. semplicemente sinusoidali, per le quali non vi sono da temere delle deformazioni in conseguenza della grandezza di L .

La conclusione finale che si può trarre dalle vedute teoriche esposte sull'amplificatore termoionico ad accoppiamento magnetico, è quella per cui, fino a che lo permettano le esigenze di un'amplificazione pura, vi è convenienza a scegliere L più grande che si può.

A seconda poi del segno di $\omega L - \rho$ conviene prendere R molto piccolo (o nullo, al limite) o molto grande: l'accoppiamento magnetico, come dispositivo atto ad aumentare l'amplificazione naturale (misurata dal coefficiente k) non è conveniente, in senso assoluto, altro che quando $\omega L > \rho$.

In questo caso, facendo $R = 0$, è $K_{ott} = \sigma K_a$, in cui σ è un numero che può essere maggiore dell'unità, mentre nel caso contrario è sempre $K_{ott} < K_a$.

6. - Riassunto generale.

Si è mostrato al § 2 come un accoppiamento fra il circuito d'uscita e quello d'ingresso di un amplificatore qualunque operi un aumento notevole dell'amplificazione stabile, a condizione che il prodotto del grado $\frac{1}{n}$ d'accoppiamento pel coefficiente k d'amplificazione naturale resti una quantità minore di 1 (pur potendosi avvicinare all'unità quanto si vuole); e a condizione che il ritardo totale di fase η (in valore assoluto) che si incontra nel passaggio dall'ingresso all'uscita e nel ritorno all'ingresso sia un angolo acuto.

Si ha invece una diminuzione se questo angolo è retto od ottuso.

Al § 3 si è esposto il calcolo che conduce alla determinazione esatta nel valore numerico del coefficiente d'amplificazione totale conseguente all'accoppiamento.

Si è raggiunto in questo paragrafo il risultato notevole che gli aumenti del grado d'accoppiamento producono dei corrispondenti aumenti nell'amplificazione solamente fino ad un certo limite che è fissato dal valore dell'angolo η : da questo limite in poi tutti gli aumenti di $\frac{1}{n}$ non possono produrre che delle diminuzioni dell'amplificazione.

E' per questa ragione che (§ 4), quando η è retto od ottuso, l'accoppiamento produce sempre delle diminuzioni dell'amplificazione: nel primo caso il limite superiore dei valori di $\frac{k}{n}$ che sono ancora utili agli effetti degli aumenti dell'amplificazione, è il valore zero a cui corrisponde un accoppiamento nullo; nel secondo caso questo limite superiore è addirittura negativo.

Al § 4 si sono dati in forma geometrica i risultati precedentemente ottenuti stabilendo e facendo uso della costruzione del cerchio delle amplificazioni.

Infine al § 5 si è fatta applicazione della teoria generale al caso di un amplificatore termoionico ad accoppiamento magnetico: si è fatto vedere a quali condizioni occorre soddisfare nel determinare le costanti elettriche del circuito di placca affinché si possa ottenere la più grande amplificazione compatibile con l'esattezza della riproduzione. Si è fatto vedere ancora in quale altro modo queste stesse costanti debbono invece essere scelte quando si abbia come scopo principale quello di ottenere la più grande amplificazione possibile compatibilmente con la stabilità del regime.

Bologna, Luglio 1924.

RELAZIONE SULLE DISPONIBILITÀ ED UTILIZZAZIONE DELLE ENERGIE DEL PAESE

G. DE MARCHI

(Comunicazione alla World Power Conference - Londra, luglio 1924)

I. - Generalità

1. — Le energie naturali di cui è attualmente accertata l'esistenza ed iniziato lo sfruttamento, nella regione italiana, appartengono alle seguenti categorie:

- a) energie idrauliche;
- b) energie dovute ai combustibili fossili, solidi e liquidi;
- c) energie di origine endogena, connesse con fenomeni vulcanico o pseudo vulcanici.

Per la vastità dello sfruttamento già attuato e per le sicure possibilità di ulteriore utilizzazione, le fonti appartenenti alla prima categoria presentano attualmente un'importanza di gran lunga superiore a quella delle altre due.

Infatti, la regione italiana accoppia alla esistenza di imponenti ed estese catene montuose, condizioni idrologiche che sono assai favorevoli per la utilizzazione delle acque in tutta la catena alpina, e per una parte notevole della catena appenninica: meno buona è invece la situazione delle isole e di talune zone dell'Italia centrale e meridionale. Nel complesso però le disponibilità appaiono assai vaste, in relazione ai bisogni attuali.

Modeste invece risultano le disponibilità, sicuramente accertate di combustibili fossili: esse si riducono infatti a discreti giacimenti di lignite e di torba, e a qualche pozzo di petrolio, mentre manca, presso che totalmente, il carbone fossile.

Occorre dire però, che, non si hanno gli elementi per conclusioni definitive, perchè il sottosuolo d'Italia è assai poco esplorato, e specialmente nei riguardi dei petroli sono lecite, fondate speranze, secondo autorevole giudizio dei tecnici.

Lo sfruttamento delle energie d'origine endogena è stato finora attuato con criteri industriali e su larga scala unicamente in Italia.

Si tratta di un campo nuovo, aperto da pochi lustri alle applicazioni, e manca ogni elemento per la valutazione anche sommaria dell'ulteriore sviluppo che esso potrebbe assumere, per quanto la frequenza e l'entità delle manifestazioni vulcaniche e pseudo-vulcaniche possa dare adito a favorevoli presagi.

Conviene accennare, da ultimo, che in Italia è anche utilizzata l'energia dei venti, in un numero notevole di impianti, per sollevamento di acqua. La potenza di tali impianti, però, è sempre piccola, dimodochè non sembra che nel loro complesso, essi abbiano a superare pochissime migliaia di cavalli.

Nessuna possibilità, infine, è offerta dalle maree, la cui escursione media è di pochi decimetri per la grandissima parte del litorale italiano, e non raggiunge il metro, nell'Alto Adriatico, ove si hanno le massime maree italiane.

II. - Forze idrauliche

a) Situazione attuale delle utilizzazioni.

La utilizzazione delle forze idrauliche rimonta in Italia a lontanissime tradizioni, ed aveva assunto un certo sviluppo assai prima che sorgesse l'industria elettrica. Così, nel 1880 l'Amministrazione statale aveva già concesso lo sfruttamento della potenza idraulica di circa 135 mila cavalli medi nominali (¹). Essi erano in gran parte impiegati per azionare molini, cartiere e semplici opifici; esisteva altresì qualche notevole centro industriale (Biella, Schio) allo sbocco di importanti valate in pianura, e cioè in località ove lo sfruttamento dell'energia riusciva più agevole.

(¹) Negli atti ufficiali la potenza di concessione espressa in HP. (medi nomi) corrisponde al valore, teorico, della potenza media di cui viene autorizzato lo sfruttamento; e cioè rappresentata dal prodotto della portata media derivata, per il dislivello fra la quota di derivazione e la quota di restituzione. La potenza meccanica effettivamente utilizzabile può valutarsi al 3-4 circa del valore teorico precedente.

Il sorgere dell'industria elettrica, diede alla utilizzazione delle acque un notevolissimo e rapido impulso.

La potenza teorica utilizzata raggiungeva infatti, già al termine del secolo scorso, i 300.000 HP (medi nominali) ed aumentava poi, con ritmo sempre più rapido; attualmente, come si dirà, la potenza utilizzata supera 1-5 milioni di HP, e l'industria idroelettrica è venuta ad assumere posizione ed importanza preponderanti, fra le attività tecniche nazionali.

A tale riguardo, è doveroso e gradito ricordare la parte essenziale avuta da italiani nelle ricerche scientifiche e tecniche che aprirono la via allo sviluppo attuale delle applicazioni elettriche: bastino i nomi di Pacinotti e di Galileo Ferraris, che ebbe, circa 30 anni or sono, la geniale intuizione del motore a campo rotante. In Italia fu inoltre attuato, per la prima volta al mondo, il trasporto a distanza di notevole quantità di energia con la linea Tivoli-Roma, della lunghezza di 36 chilometri alla tensione di 8000 volt: e da officine italiane partirono le macchine idrauliche impiegate nel primo impianto che sfruttò le cascate del Niagara.

La tabella I, contiene le potenze medie normali — quali risultano dagli atti di concessione — per gli impianti in esercizio alla fine del 1920, e alla fine del 1922, nonché per gli impianti in costruzione alla fine dello stesso 1922. Occorre, però, rilevare che i dati stessi riguardano soltanto le grandi utilizzazioni, intendendosi come tali, a sensi della legislazione vigente in Italia, quelle di potenza (media nom.) non inferiore ai 300 HP.

Gli impianti in esercizio al 31 dicembre 1922 utilizzavano nel loro complesso la potenza di circa 1.533.000 HP medi nominali, mentre altri 616.000 HP si trovavano in corso di attuazione: quindi il valore teorico della potenza utilizzata, quando tutti gli impianti in costruzione alla data suddetta saranno stati ultimati, verrà a superare i 2-15 milioni di HP.

La potenza sfruttata al 31 dicembre 1922 era poi ripartita fra 466 centrali delle quali una metà circa con potenza inferiore ai 1000 HP, mentre superavano di poco la trentina quelle di potenza superiore ai 10.000 HP. La potenza media risulta di circa 3200 HP.

TABELLA I.

Potenze di concessione degli impianti con potenza maggiore di 300 HP costruiti o in costruzione (esprese in cavalli medi nominali).

| | 1920 | 1922 | |
|-----------------------------|-------------|-----------|------------------|
| | (costruiti) | costruiti | in costruz. |
| Piemonte | 365,530 | 452,885 | 89,286 |
| Liguria | 14,660 | 15,348 | 11,902 |
| Lombardia | 326,309 | 387,804 | 218,589 |
| Venezia | 76,046 | 84,394 | 105,096 |
| Terre Redente | — | 83,226 | 8,972 |
| Emilia | 17,813 | 25,679 | 13,700 |
| Toscana | 20,527 | 22,887 | 11,314 |
| Marche | 29,892 | 28,526 | 3,984 |
| Umbria | 168,363 | 200,501 | — |
| Lazio | 39,031 | 40,031 | 18,398 |
| Abruzzi e Molise | 92,248 | 100,426 | 20,903 |
| Campania | 29,268 | 57,148 | — |
| Basilicata | — | 1,000 | 1,153 |
| Calabria | 716 | 4,082 | 102,510 |
| Sicilia | 11,400 | 14,832 | — |
| Sardegna | — | — | 10,380 |
| | | 1,533,169 | 666,187 |
| | | 2,149,356 | |
| Riassunto (1922) | | costruiti | in costr. Totale |
| Italia Settentrionale | 1028.6 | 433.8 | 1,462.4 |
| » Centrale | 428.0 | 68.3 | 496.3 |
| » Meridionale | 77.0 | 114.0 | 191.0 |

Per definire l'ammontare totale delle utilizzazioni attualmente in esercizio ai HP numeri precedenti debbono essere aggiunti quelli relativi agli impianti con potenza inferiore ai 300 HP nominali (alimentati da piccole derivazioni, a sensi della legislazione in vigore): questi sommano a molte centinaia, e si può ritenere che nel loro complesso, essi non rappresentino meno di 70.000 HP medi, nominali. Il totale della potenza teorica utilizzata in Italia all'11 dicembre 1922 raggiunge quindi, almeno, 1,6 milioni di HP. Se, poi, si tiene

conto, che una parte rilevante degli impianti in costruzione al 31 dicembre 1922 è entrata in funzione durante il 1923, la potenza attualmente sfruttata si deve ritenere certamente superiore a 1,8 milioni di HP.

La potenza dei macchinari idraulici ed elettrici installati è assai superiore a quella determinata dagli atti di concessione, perchè questi ultimi fanno riferimento alla portata media utilizzata dagli impianti, mentre i macchinari vengono commisurati a valori assai maggiori della portata stessa. Di conseguenza il numero dei kW elettrici installati viene — come massima — a differire in lieve misura da quello dei cavalli concessi. Infatti la potenza elettrica attualmente installata nel complesso delle centrali italiane risulta di 1,5 milioni di kW.

Se si tien conto che il rendimento dei macchinari, (idraulici ed elettrici) si può assegnare in media del 75 per cento, risulta che i macchinari stessi sono in grado di utilizzare, nel loro complesso non meno di due milioni di kW idraulici, pari ad oltre 2,7 milioni di HP. Ossia la portata massima che possono derivare le singole centrali equivale (in media) ad una volta e mezzo il valore di concessione.

La tabella I dimostra, poi, che le singole regioni contribuiscono in misura assai diversa a formare il totale sopra indicato: la potenza esistente si trova infatti distribuita per 67 centesimi nell'Italia settentrionale, per 28 centesimi nell'Italia centrale ed infine soltanto per 5 centesimi nel Mezzogiorno e Isole.

In relazione alla superficie si scende di conseguenza da 99 HP per km² costruiti nel Nord (con un massimo di 168 per il Piemonte), a 59 HP per km² nel Centro e a 7 HP per km² nel Mezzogiorno (con un minimo per la Sardegna).

b) Utilizzazione degli impianti esistenti.

In condizioni normali può valutarsi a poco meno di 4000 ore all'anno: essa fu di 3850 ore nel 1920 e scese a 3450 nel 1921 e a 2950 nel 1922: tale riduzione dovendosi ascrivere sia alla eccezionale siccità dell'anno 1921 e dell'inverno 1921-22, che colpì tutta la regione settentrionale, sia ad una depressione delle industrie.

La produzione d'energia, nelle condizioni attuali, dovrebbe di conseguenza essere di 6 miliardi di kWh per anno: ed infatti nell'anno 1923 essa fu di poco inferiore al detto valore.

Il numero medio delle ore di funzionamento varia assai da regione a regione: esso raggiunge un massimo di oltre 5000 ore per gli impianti dell'Abruzzo (alimentati in gran parte da bacini permeabili), si aggira fra 3000 e 4000 ore per quelli dell'Italia settentrionale, e difficilmente supera le 3000 ore nell'Italia meridionale e nelle Isole.

Circa l'impiego dell'energia, mancano finora dati precisi: si deve ritenere però che l'illuminazione assorba in media 1/10 della produzione totale, e che altrettanto si richieda per la trazione. Il resto è destinato alle industrie meccaniche e manifattrici.

Del consumo nel triennio 1918-21, circa il 76 per cento spetta alle regioni settentrionali, il 16 per cento al Centro e l'8 per cento al Mezzogiorno e alle Isole.

c) Integrazione mediante serbatoi e mediante energia termica.

Alle irregolarità delle vicende idrologiche, che sono notevoli in quasi tutte le regioni d'Italia e diventano gravissime nel Mezzogiorno, viene supplito mediante un doppio ordine di provvedimenti: costruzione di grandi serbatoi, e produzione termica di energia.

I serbatoi artificiali esistenti al 31 dicembre 1923 erano in numero di 70 per la complessiva capacità di 720 milioni di m³: e di circa 44 di serbatoi era iniziata la costruzione, per la complessiva capacità di oltre 580 milioni di m³. Nel corso del 1923 è stato ultimato in Sardegna il grande lago artificiale del Tirso, che da solo conta per 416 milioni di m³.

Non è facile per ora valutare l'equivalente di energia del complesso dei serbatoi anzidetti: che però sale indubbiamente a parecchie centinaia di milioni di kWh. Ciò nondimeno essi non sono affatto sufficienti per far fronte alle esigenze del servizio, e richiedono il sussidio di parecchie centinaia di centrali termiche. Queste dispongono, nel loro complesso, di una potenza installata di poco meno di 400.000 kW. La produzione di energia in queste centrali (per 9/10 a carbone) si mantiene però sempre entro limiti assai ristretti.

Infatti, anche nelle eccezionali circostanze avveratesi nell'inverno 1921-22 la produzione mensile di energia termo-elet-

trica non raggiunge 1/4 della corrispondente produzione di energia idrica; e di norma la prima rappresenta pochi centesimi della seconda.

d) Potenza idrica utilizzabile in Italia.

Intorno al suo valore non si posseggono ancora notizie precise: giacchè solo recentemente sono stati iniziati da parte del Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici lavori sistematici per giungere alla sua precisa valutazione.

L'ordine di grandezza delle risorse idrauliche utilizzabili nella regione italiana può, nondimeno, essere apprezzato sommariamente fin d'ora, in base agli elementi di cui già si dispone.

A tale scopo conviene, anzitutto, considerare che il Consiglio Superiore delle Acque, nei cinque anni della sua esistenza, diede parere favorevole per un complesso di progetti che rappresenta 3,68 milioni di HP (medi nominali): se ad essi si aggiungono le concessioni accordate precedentemente al 1917. (1.245 milioni di HP): si ottiene per le concessioni accordate a tutto il 1922 un totale di circa 5 milioni di HP, che salgono a 5,8 milioni, quando si aggiungono i progetti approvati nel 1923.

Un numero non lieve di progetti trovasi poi attualmente in esame, onde la potenza totale di cui fino ad ora è stato proposto lo sfruttamento viene a superare i 6 milioni di HP.

Non è facile valutare l'ulteriore incremento possibile negli anni prossimi: però è fuor di dubbio che le domande già presentate contemplano la maggiore parte della utilizzazione, che — nel momento attuale, e in relazione alla attuale situazione tecnica e finanziaria — possono considerarsi convenienti.

Incrementi molto forti appaiono perciò poco probabili: comunque, sembra difficile che si possa arrivare a superare gli otto milioni di HP (medi nominali).

Tale conclusione è confermata da un calcolo indiretto della potenza utilizzabile, che si può istituire traendo profitto dei risultati delle indagini compiute dal Servizio idrografico, per l'accertamento dei laghi artificiali possibili nella regione italiana.

Gli elementi raccolti dal Servizio Idrografico danno modo infatti di definire il rendimento annuo in energia ricavabile in media per ogni km² di area imbriferia regolata da serbatoi nelle singole regioni italiane. In base a tale numero si può procedere ad una sommaria valutazione del rendimento ricavabile, anche da quelle zone montuose di ognuna delle regioni stesse, per le quali manca la possibilità di formare serbatoi di conveniente capacità, e quindi l'utilizzazione delle acque può avvenire soltanto in relazione al regime naturale delle portate. In questo ultimo caso normalmente si assume che la potenza installata possa funzionare per almeno sei mesi nel corso dell'anno e corrisponda, cioè, alle portate semi annuali.

Il calcolo però è stato eseguito, con riferimento alle tre diverse eventualità: che la potenza stessa funzioni rispettivamente nove, sei e tre mesi, su dodici. Si fece inoltre, una netta distinzione tra bacini impermeabili e bacini permeabili, in quanto i caratteri idrologici sono nei due casi molto differenti e i rapporti tra potenza installata e corrispondente produzione subiscono di conseguenza notevoli modificazioni.

Sorvolando sulle modalità, con cui il calcolo è stato eseguito, ci si limita a riportarne i risultati nella Tabella II.

La prima parte di questa contiene la produzione di energia che si potrebbe presumibilmente ricavare dai bacini dell'Italia Settentrionale (bacino del Po e regione Veneta) nonché da quelli dell'Italia Centrale (regione Ligure, Toscana, Emilia, Umbria, Lazio, Abruzzo) e da quelli del Mezzogiorno, (Campania, Puglia, Basilicata, Calabria) e delle Isole nelle tre condizioni sopra dette: la produzione è espressa in miliardi di kWh, e anche in HP per anno, medi nominali.

La seconda parte della tabella fornisce invece la potenza che occorrerebbe installare, perchè le eventualità sopra dette potessero essere realizzate.

Dai numeri riportati risulterebbe che la potenza, di cui il Consiglio Superiore ha approvato l'utilizzazione equivale a poco meno dei 5/6 dell'energia ricavabile dalla utilizzazione delle portate semi annuali di tutti i corsi d'acqua italiani. Invece la potenza già in atto sarebbe poco meno di 1/4 del valore anzidetto, e si avvicina ad un terzo se ad essa si aggiungono gli impianti in costruzione.

La tabella dimostrerebbe altresì che, quando saranno state utilizzate tutte le portate semi annuali, i bacini italiani potranno ancora fornire un ulteriore e non indifferente quantità

TABELLA II.

1. — Energia ricavabile in media in un anno mediante potenze proporzionate alle disponibilità esistenti per

| | 9 mesi su 12 | | 6 mesi | | 3 mesi | |
|-------------------------|-----------------|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------|----------------------|
| | miliardi di kWh | milioni HP medi nom. | miliardi di kWh | milioni HP medi nom. | miliardi di kWh | milioni HP medi nom. |
| Settentrione | 22,9 | 3,54 | 29,0 | 4,50 | 34,3 | 5,30 |
| Centro | 5,9 | 0,91 | 8,0 | 1,24 | 11,0 | 1,70 |
| Mezzogiorno e Isole ... | 6,3 | 0,98 | 8,4 | 1,30 | 12,5 | 1,93 |
| Totali | 35,1 | 5,43 | 45,4 | 7,04 | 57,8 | 8,93 |

2. — Potenza di cui occorrerebbe disporre per utilizzare le disponibilità esistenti per

| | 9 mesi su 12 | | 6 mesi | | 3 mesi | |
|-------------------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|
| | miliardi di kWh | milioni di HP | miliardi di kWh | milioni di HP | miliardi di kWh | milioni di HP |
| Settentrione | 2,99 | 4,06 | 4,26 | 5,80 | 6,00 | 8,16 |
| Centro | 0,78 | 1,06 | 1,23 | 1,67 | 2,21 | 3,05 |
| Mezzogiorno e Isole ... | 0,84 | 1,14 | 1,27 | 1,73 | 2,80 | 3,81 |
| Totali | 4,61 | 6,26 | 6,76 | 9,20 | 11,01 | 15,02 |

3. — Percentuali di utilizzazione della potenza disponibile, utilizzata al 1° dicembre 1922.

| | Potenza media disponibile | | Potenza sfruttata | | | Percentuale utilizzata | |
|---------------------------|---------------------------|------------|-------------------|--------------------|--------|------------------------|--------|
| | per 9 mesi | per 6 mesi | al 31-12 1922 | in corso di costr. | Totale | 9 mesi | 6 mesi |
| Settentrione | 3,54 | 4,50 | 1,029 | 0,434 | 1,463 | 42 % | 32 % |
| Centro | 0,91 | 1,24 | 0,428 | 0,068 | 0,496 | 55 % | 40 % |
| Mezzogiorno e Isole | 0,98 | 1,30 | 0,077 | 0,114 | 0,191 | 19 % | 15 % |

tivo di energia, mediante lo sfruttamento delle morbide e delle piene: si tratterebbe però di una produzione affatto irregolare, per la quale occorrerebbe disporre di potenze elevatissime ed enormemente costose.

Secondo i numeri della terza parte della Tabella II risulta inoltre che la potenza costruita o in costruzione nel Nord, al 31 dicembre 1922, corrisponderebbe a un terzo circa della disponibilità (riferita alla potenza semi annuale) mentre nel Centro ne sarebbe già avviata la utilizzazione per 4/10: nel Mezzogiorno, ove gli impianti idroelettrici sono ancora ai primordi, le disponibilità sarebbero invece utilizzate solo per il 15 per cento circa.

Mancano gli elementi per valutare quale sia la convenienza economica delle utilizzazioni ancora attuabili in confronto di quelle già attuate: però è fuori di dubbio che, specie in Lombardia e Piemonte, ormai le situazioni più favorevoli sono in molta parte già sfruttate: ed è quindi prevedibile che, indipendentemente da ogni variazione di prezzi, i nuovi impianti verranno a costare di più di quelli già in funzione.

III. - Altre sorgenti d'energia

Non può che riuscire breve l'esame delle altre due sorgenti di energia, elencate nelle premesse, in quanto esse presentano, come già si disse, una importanza ben minore delle forze idrauliche.

a) *Combustibili solidi.* — Cominciando dai combustibili solidi, le disponibilità finora accertate sono le seguenti, in milioni di tonnellate:

| | |
|---|-----|
| Carboni | 13 |
| Ligniti picee ad alto potere cal. | 29 |
| Ligniti xiloidi e torbose, a medio potere cal. | 157 |
| Ligniti xiloidi e torbose, a basso potere cal. | 108 |
| Torbe | 33 |

Totale 340

Se poi si tiene conto soltanto dei giacimenti che possono venire più economicamente sfruttati, la disponibilità oggi utilizzabile può essere valutata a 260 milioni di tonnellate.

Dal quantitativo anzidetto, i 4/10 circa si trovano in Toscana: la Basilicata ne possiede un quarto, e circa 15/100 l'Umbria. Il rimanente è distribuito in piccoli giacimenti nelle altre regioni italiane. I carboni si trovano quasi interamente in Istria.

La produzione dell'immediato anteguerra si mantenne sulle 600,000 tonnellate all'anno. I bisogni del periodo bellico ne determinarono un progressivo aumento, fino ad un massimo di poco più di due milioni di tonnellate nel 1918. Si ebbe poi un rapido regresso: nel 1922 si era tornati così a 960,000 tonnellate (900,000 di lignite) (v. Tab. III.).

TABELLA III.

Produzione Italiana di combustibili fossili e consumo di energia

| Anni | (1) Combustibili fossili tonn. | (2) Petrolio tonn. | Anni finanziari | Consumo di energia elettrica miliardi di kWh (3) |
|------|---|--------------------------|--------------------|--|
| 1909 | 575,073 | 5,895 | 1909-10 | 1.3 |
| 1910 | 562,154 | 7,069 | 1910-11 | 1.5 |
| 1911 | 557,137 | 10,390 | 1911-12 | 1.8 |
| 1912 | 663,812 | 7,479 | 1912-13 | 2.0 |
| 1913 | 701,081 | 6,572 | 1913-14 | 2.3 |
| 1914 | 781,338 | 5,542 | 1914-15 | 2.5 |
| 1915 | 953,082 | 6,105 | 1915-16 | 2.8 |
| 1916 | 1,305,840 | 7,035 | 1916-17 | 3.6 |
| 1917 | 1,722,157 | 5,668 | 1917-18 | 3.8 |
| 1918 | 2,171,397 | 4,907 | 1918-19 | 4.1 |
| 1919 | 1,157,541 | 4,851 | 1919-20 | 3.8 |
| 1920 | 1,739,922 | 4,937 | 1920-21 | 4.3 |
| 1921 | 1,143,421 | 4,468 | 1921-22 | 4.3 |
| 1922 | 946,230 | 4,290 | 1922-23 | 5.1 |

(1) Dati ufficiali.

(2) Dalla *Rivista del Servizio Minerario*, pubblicata annualmente dal Ministero dell'Economia Nazionale.

(3) Dati ufficiali. (Dalla *Statistica delle imposte di fabbricazione*) con le correzioni dell'ing. D. Civita.

Quanto all'impiego del materiale estratto, atteso il suo limitato potere calorifico, le ligniti non sostengono la concorrenza dei carboni, se non entro un breve raggio dal luogo di produzione.

Si tende però ad utilizzare le ligniti sul posto di produzione, in centrali elettriche destinate ad integrare la potenza degli impianti idraulici, costituendone una sicura riserva. Le centrali termo elettriche a lignite superano già i 30.000 kW e raggiungeranno i 70,000, quando saranno eseguiti quattro impianti concessi e sovvenzionati dallo Stato.

Si calcola che, con impianti termo elettrici a lignite si potrebbe arrivare fino ad una potenza installata di 250,000 kW che potrebbero produrre 350 milioni di kWh, all'anno.

b) *Combustibili liquidi*. — Le riserve nazionali, sicuramente accertate, sono assai scarse: però le esplorazioni finora compiute sono poche e superficiali.

L'attuale rendimento delle numerose zone petrolifere è assai limitato aggirandosi sulle 5,000 tonnellate annue soltanto: esso costituisce appena una centesima parte del consumo.

c) *Utilizzazione delle energie di origine endogena, connesse con le manifestazioni termiche terrestri*. — Come già si accennò, in Italia funziona ormai da circa 7 anni l'unico impianto finora esistente al mondo nel quale venga utilizzata energia termica terrestre. Tale impianto è sorto al Larderello (Toscana) per iniziativa del Principe Ginori Conti, e utilizza come forza motrice il vapore emesso dai locali soffioni.

La potenza installata è di 8,500 kW ripartita fra tre turbo alternatori, di 2,750 kW e una piccola turbina di 250.

Mancano tuttora gli elementi per valutare quale ulteriore sviluppo potrà assumere l'utilizzazione delle manifestazioni vulcaniche e pseudo-vulcaniche che nella regione italiana si presentano con notevole frequenza ed intensità.

ORGANIZZAZIONE DELLE RICERCHE SUL REGIME DEI CORSI DI ACQUA E DELLA LORO UTILIZZAZIONE □ □ □ □ □

G. DE MARCHI

(Comunicazione alla *World Power Conference* - Londra, luglio 1924)

Dalla raccolta di notizie e dati statistici concernenti il regime dei corsi d'acqua e dei loro bacini provvede in Italia il *Ministero dei Lavori Pubblici*, a mezzo del *Servizio Idrografico*. Tale servizio comprende diversi *Uffici* e *Sezioni autonome del Genio Civile* che furono tutti istituiti in epoca assai recente ed hanno giurisdizione su zone definite con criteri puramente idrografici.

Più precisamente:

a) Il bacino imbrifero del Po (superficie circa 70.000 km²) che è di gran lunga il più importante dei fiumi italiani, è affidato ad un Ufficio apposito, detto appunto *Ufficio Idrografico del Po* che ha sede in Parma. Tale Ufficio venne istituito nel 1913.

b) Della regione Veneta (superficie circa 40.000 km²) si occupa l'*Ufficio Idrografico del R. Magistrato alle Acque*, che ha sede in Venezia, e fu istituito fino dal 1907. Tale Ufficio non limita la propria attività alla osservazione e controllo dei corsi d'acqua, ma si occupa anche delle questioni di idrografia lagunare e marittima, per tutta la costa Veneta. All'*Ufficio Idrografico* suddetto vennero inoltre affidati, con recente disposizione, anche i territori, e annessi alla madre patria in seguito alla guerra vittoriosa.

c) Alle regioni rimanenti, le quali si estendono all'Italia peninsulare e alle isole (superficie circa 195.000 km²) provvedono otto *Sezioni autonome del Genio Civile*, istituite nel 1918 e formate con personale del Genio Civile. Esse sono preposte ad otto diversi compartimenti, idrograficamente definiti, con riferimento al litorale nel quale sfociano i rispettivi corsi d'acqua. Tali compartimenti comprendono infatti, oltre alle due grandi Isole (Sicilia e Sardegna) i bacini sfocianti rispettivamente:

Nel litorale Ligure Toscano, per la Sezione di Pisa;

» del Lazio, per la Sezione di Roma.

» della Campania, per la Sezione di Napoli;

» Calabro-Lucano, per la Sezione di Catanzaro;

» di Puglie ed Abruzzo, per la Sez. di Chieti;

» di Marche e Romagna, per la Sez. di Bologna.

Tutti gli Uffici e Sezioni del Genio Civile che provvedono al Servizio Idrografico, sono posti sotto l'alta direzione della Presidenza della terza *Sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici* che subentrò recentemente al cessato *Consiglio Superiore delle Acque*.

Nel complesso, risulta poi che l'osservazione metodica dei fenomeni idrologici rimonta in Italia a data recente.

Occorre tuttavia accennare che, anche prima della istituzione del Servizio Idrografico, si erano avute iniziative statali diverse, dirette allo studio del regime dei corsi d'acqua. Così per cura del *Ministero dell'Agricoltura* fu eseguita la serie di pubblicazioni costituenti la « *Carta Idrografica d'Italia* » che contiene elementi descrittivi di notevole utilità: e l'Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica provvedeva alla raccolta delle osservazioni pluviometriche, negli osservatori meteorologici, e in un numero limitato di stazioni. Per le principali città italiane si hanno serie ininterrotte e lunghissime di osservazioni pluviometriche che in qualche caso rimontano ancora al secolo decimottavo: Padova, fra l'altro, dispone della serie più lunga e completa, che esista al mondo.

Analogamente, taluni dei principali corsi d'acqua, nei tronchi arginati, sono osservati metodicamente da molti decenni: così per il Tevere, come per il Po, le letture idrometriche si estendono per oltre un secolo.

L'opera del Servizio è attualmente orientata secondo le direttive più atte a consentire il pronto raggiungimento degli scopi pratici più immediati. Fra i quali, ha assunto importanza preponderante il problema della valutazione delle risorse idrauliche disponibili, sia per produzione di energia, come per scopi agricoli.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

E' poi superfluo aggiungere che, pur tenendo sempre presente il lato pratico delle questioni, il Servizio procede nelle proprie indagini secondo i criteri scientifici più rigorosi.

Le direttive seguite e il lavoro compiuto si possono brevemente riassumere come segue:

1. — *Istituzione di una rete generale per la misura delle precipitazioni meteoriche.*

La conoscenza esatta delle precipitazioni fu reputata indispensabile; non solo perchè queste costituiscono un fondamentale fattore del clima, ma altresì perchè si tratta di elemento di agevole determinazione, e già noto per molte regioni, che può servire per la valutazione indiretta delle *acque fluenti*.

La rete delle stazioni pluviometriche può dirsi completa da un biennio: essa comprende circa 3400 stazioni, avendosi quindi una densità media di una stazione ogni 90 km².

Delle stazioni stesse, un decimo circa è fornito di apparati registratori, mentre quelle disposte nelle località di montagna sono provviste di pluviometro, per la misura delle precipitazioni nevose.

Sono altresì assai numerosi (parecchie decine) gli apparati totalizzatori, tipo Mougin, od equivalente, per la misura delle precipitazioni in alta montagna.

Convienne, infine, aggiungere che, attesi il numero e l'importanza delle stazioni già esistenti, la istituzione delle nuove stazioni di osservazione venne associata al riordinamento di tutto il materiale pluviometrico precedentemente raccolto, materiale che è stato già pubblicato per intero per cura del Servizio Idrografico.

2. — *Istituzione di una rete completa di stazioni idrometriche*, per l'osservazione continuata del livello liquido e la misura delle portate dei corsi d'acqua.

La misura sistematica delle portate è limitata a quei bacini imbriferi che sono meglio atti a rappresentare le situazioni idrologiche più caratteristiche per i singoli compartimenti idrografici. Per tali bacini vengono di conseguenza determinate le relazioni tra le precipitazioni e le acque defluenti superficialmente. I risultati, con ovvie analogie, consentono poi di definire anche il regime dei bacini per ora esclusi, utilizzando i risultati forniti dalla rete pluviometrica, estesa nell'intera regione italiana.

Le stazioni di osservazione salgono oramai a parecchie centinaia (866), distribuite lungo tutti i corsi d'acqua di qualche interesse. Esse sono nella loro maggioranza fornite di scale a lettura diretta: ma sono assai numerosi anche gli apparati registratori (che superano il centinaio). Tali apparati sono — in particolare — indispensabili nelle regioni meridionali e insulari, ove i corsi d'acqua, presentano un regime mutevolissimo e affatto irregolare.

Molto numerose sono anche le misure di portata che si vengono eseguendo, con molinelli idrometrici, in modo sistematico in oltre cento diverse località; ed hanno consentito di individuare le scale di deflusso per molti fra i maggiori corsi d'acqua (fra l'altro, per il Po a Pontelagoscuro, l'Adige a Pescantina, il Tevere a Roma e l'Arno a Pisa). Soltanto nell'anno 1923 sono state eseguite oltre 1000 misure.

3. — *Pubblicazione dei risultati delle osservazioni.*

Avviene per mezzo di appositi bollettini, annuali o mensili, che vengono preparati direttamente dagli Uffici o Sezioni secondo direttive generali uniformi delineate dalla Presidenza della 111^a Sezione del Consiglio Superiore. La serie dei bollettini si inizia per il Veneto nel 1911, per il bacino del Po col 1913, per le altre regioni col 1918. Essi contengono tutti gli elementi più necessari per la conoscenza idrologica del paese, e ne danno altresì un breve esame critico e comparativo e una preliminare elaborazione, diretta a fornire le basi per gli studi relativi alla utilizzazione delle acque.

4. — *Determinazione e pubblicazione di dati geografici e statistici relativi ai bacini imbriferi.*

Di tutti i bacini sono state determinate le aree, spingendo la suddivisione ai bacini secondari fino ad elementi di estensione non superiore ai 100 km². Dei bacini più vasti è stata inoltre individuata la distribuzione ipsografica, misurando le porzioni dei bacini stessi che sono comprese fra le successive isoipse, di 300 in 300 metri.

Gli elementi anzidetti sono pubblicati già nella loro grandissima parte, in una doppia serie di fascicoli.

5. — *Rilievo altimetrico dei corsi d'acqua.*

E' fondato sopra una rete di livellazioni di precisione che vengono eseguite appositamente dal R. Istituto Geografico Militare, lungo i corsi d'acqua principali, appoggiandosi alla livellazione geometrica fondamentale dello Stato e collegando i caposaldi di riferimento degli idrometri. Lo sviluppo delle livellazioni finora eseguite supera i 3500 km e interessa ormai tutti i principali corsi d'acqua dell'Italia Centrale, la regione Veneta e l'asta principale del Po.

6. — *Elenco dei laghi artificiali effettuabili in Italia.*

I corsi d'acqua di vaste regioni italiane possono consentire una utilizzazione economicamente conveniente solo mediante la costruzione di serbatoi che permettano di immagazzinare le acque esuberanti nei periodi di piena per renderle poi nei periodi di magra. Nelle regioni meridionali la stagione estiva è caratterizzata da lunghi periodi di scarsissime precipitazioni, i quali portano ad un prosciugamento quasi completo dei corsi d'acqua: nella catena alpina le magre cadono invece nella stagione invernale, e sono dovute soprattutto al congelamento.

Il problema della costruzione dei grandi laghi artificiali ha assunto perciò grandissima importanza, e il Servizio Idrografico è stato incaricato di eseguire metodici rilievi, diretti a individuare tutti i serbatoi di grande capacità, che possono essere formati nella regione italiana. Tale elenco è ora ultimato. Ne risulta che nella regione italiana vi è la possibilità di immagazzinare (in serbatoi di capacità superiori a dieci milioni di m³) circa dieci miliardi di m³, i quali rappresentano una riserva di energia valutabile a circa 5 miliardi di kWh, e potrebbero consentire l'irrigazione di oltre 500 mila ettari di terreno. Dei detti serbatoi, un centinaio circa è già in funzione e rappresenta una capacità poco inferiore a un miliardo di m³.

7. — *Valutazione delle risorse idrauliche ancora utilizzabili nella regione italiana.*

Soltanto negli ultimi tempi il Servizio Idrografico ha potuto prendere decisamente in considerazione questo importantissimo fra i problemi affidatigli, giacchè dovette prima raccogliere gli elementi idrologici indispensabili per qualunque valutazione del genere.

Il lavoro è stato iniziato con l'accertamento di tutte le utilizzazioni già attuate e di quelle in corso di attuazione; tale accertamento, che deve estendersi ad un numero grandissimo di impianti, sarà con ogni probabilità portato a termine nel primo semestre dell'anno corrente 1924. Ad esso farà seguito lo studio della possibile utilizzazione dei corsi d'acqua non ancora sfruttati e di quelli che sono sfruttati soltanto in parte. Ciò richiederà un lavoro assai vasto e complesso, che implica una conoscenza sufficientemente esatta sulla idrologia dei singoli bacini; i risultati definitivi non potranno perciò essere conosciuti prima di qualche anno.

8. — *Cenni sui caratteri idrologici delle varie regioni italiane.*

Il materiale raccolto dal Servizio Idrografico consente oramai di delineare i caratteri più tipici che assume il regime delle acque nelle varie regioni italiane, e le conseguenze che ne derivano nei riguardi del problema della loro utilizzazione, sia per produzione di energia, come per altri scopi.

I detti caratteri sono strettamente connessi con la piovosità che da regione a regione varia assai, per quantità e per andamento nel corso dell'anno, con le condizioni geognostiche e con numerosi altri elementi che sembra superfluo specificare.

Ci si limiterà a brevi cenni di chiarimento e commento ai valori numerici riportati nelle tabelle annesse: intorno ai quali conviene tuttavia far presente che non fu possibile di riferirsi per tutti i bacini considerati, ad uno stesso periodo di tempo. Inoltre i bacini stessi differiscono tra loro in notevole misura per estensione, condizioni orografiche, ecc., cosicchè non sarebbe possibile una indagine particolareggiata dei singoli fenomeni, mentre invece i caratteri generali di questi possono essere definiti assai bene.

Nella Tabella I sono indicate alcune caratteristiche (superficie, precipitazione media, deflusso medio) relative ad un gruppo di bacini diversi: per i quali la Tabella II fornisce la distribuzione delle piogge e delle portate nelle varie stagioni dell'anno. Tutti gli elementi anzidetti sono riferiti all'andamento medio dei fenomeni definito dalla media dei valori finora osservati.

I bacini considerati hanno tutti una estensione piuttosto ragguardevole: è ovvio che i valori numerici riportati subi-

TABELLA I.

| | Superficie km ² | Precipitazione media annua | | Portata media annua | | Perdita media mm. |
|--|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| | | mm. | l/sec. × km ² | mm. | l/sec. × km ² | |
| Adige (Branzollo) | 6920 | 1010 | 32.0 | 765 | 24.2 | 245 |
| Garda (bacino di alimentazione del lago) | 1890 | 1220 | 38.6 | 895 | 28.2 | 325 |
| Verbano (Sesto Calende) | 6580 | 1640 | 52.0 | 1470 | 46.7 | 170 |
| Arno (Pisa) | 8180 | 880 | 28.0 | 280 | 8.9 | 600 |
| Tevere (Roma) | 16540 | 980 | 31.0 | 390 | 12.6 | 585 |
| Taloro (P. Cusana) | 226 | 980 | 31.0 | 560 | 17.7 | 420 |
| Tirso (Rif. Tirso) | 595 | 780 | 24.7 | 200 | 6.4 | 580 |

rebbero qualche variazione, nel senso specialmente di una maggiore variabilità nel corso dell'anno, qualora ci si riferisse ad estensioni più limitate, dell'ordine di poche decine di km².

TABELLA II.

Distribuzione delle piogge e delle portate annue fra le varie stagioni.

| | Percentuale del totale annuo | | | | | | | |
|---------------|------------------------------|-------|--------|---------|---------------|-------|--------|---------|
| | che piove in | | | | che defluisce | | | |
| | Inverno | Prim. | Estate | Autunno | Inverno | Prim. | Estate | Autunno |
| Adige | 13 | 22 | 39 | 26 | 11 | 20 | 46 | 23 |
| Garda | 16 | 28 | 25 | 31 | 11 | 31 | 34 | 24 |
| Verbano | 12 | 28 | 26 | 34 | 10 | 27 | 33 | 30 |
| Arno | 26 | 25 | 15 | 34 | 38 | 35 | 6 | 21 |
| Tevere | 25 | 27 | 16 | 32 | 29 | 31 | 18 | 22 |
| Taloro | 40 | 34 | 5 | 21 | 38 | 54 | 5 | 3 |
| Tirso | 30 | 39 | 8 | 23 | 35 | 55 | 1 | 9 |

N. B. — Come mesi invernali sono assunti dicembre, gennaio e febbraio; quelli primaverili risultano di conseguenza marzo, aprile e maggio; ecc., ecc.

Le tabelle contemplano, anzitutto, tre bacini alpini; di essi quello sull'Adige a Branzollo è alimentato per intero dai contrafforti, in gran parte impermeabili, dell'ossatura principale della catena alpina, ove il regime delle piogge è continentale, con massimo unico estivo e minimo unico invernale. Il Verbano e specialmente il Garda ricevono invece notevoli contributi da parte della zona prealpina, ove le piogge presentano il così detto andamento *sublitoraneo*, con due massimi, primaverile e autunnale e un minimo invernale.

In tutti i bacini alpini le maggiori portate si hanno nella stagione estiva (trimestre giugno-agosto) essenzialmente perchè nella stagione stessa si intensifica lo scioglimento delle nevi, e dei ghiacciai. Le minori portate si hanno invece in inverno (trimestre dicembre-febbraio) durante il quale in media defluisce poco più di un decimo della portata totale annua. La frazione dell'acqua precipitata che non contribuisce alla circolazione superficiale (ed è in gran parte sottratta dalla evaporazione) non appare molto rilevante: raramente essa supera i 300 mm annui.

Così l'Arno come il Tevere scendono dagli Appennini; il regime delle piogge, sui due bacini come in tutta l'Italia Centrale, è sublitoraneo di tipo appenninico, con due massimi in autunno e primavera e un minimo assai marcato in estate. La siccità estiva ha per i due bacini ripercussioni assai diverse sul regime delle portate fluenti, per il fatto che il primo di essi è impermeabile, mentre il secondo è per circa un terzo formato da calcari permeabilissimi.

All'azione regolatrice di questi ultimi deve il valore relativamente elevato delle portate estive (che nell'Arno raggiungono invece appena i 5 centesimi del totale). La stagione più ricca di acque risulta di conseguenza l'inverno, per il bacino impermeabile, e la primavera per quello permeabile, mentre le maggiori piogge (32 ÷ 34%), si hanno per ambedue nei mesi autunnali. L'acqua meteorica sottratta alla circolazione superficiale (e in gran parte evaporata) sale in ambo i casi a circa 600 mm annui e quindi raggiunge valori più che doppi di quelli che competono alla catena alpina.

I bacini della Sardegna, di cui si riportano i dati, sono ambedue impermeabili. Sull'isola, come in tutte le regioni dell'Italia Meridionale, domina il regime pluviometrico mediterraneo con un massimo unico invernale ed un minimo unico estivo; effettivamente le piogge dei tre mesi estivi non raggiungono un decimo del totale annuo.

La grande siccità estiva si ripercuote, non solo sulle portate della stagione estiva, le quali rappresentano pochissimi centesimi del totale annuo, ma anche su quelle autunnali.

Fra inverno e primavera defluiscono infatti più dei 9/10 del totale annuo.

La parte dell'acqua precipitata, che va dispersa, non raggiunge i valori verificati per l'Italia Centrale. Questo fatto deve ascriversi alla scarsità delle piogge estive: durante l'estate, nonostante l'elevata temperatura, l'evaporazione sottrae quantità limitatissime, perchè il terreno trovasi in breve completamente asciutto.

In relazione alle differenze ora accennate, mutano radicalmente da regione a regione le condizioni di utilizzabilità delle acque, per produzione di energia e per irrigazione.

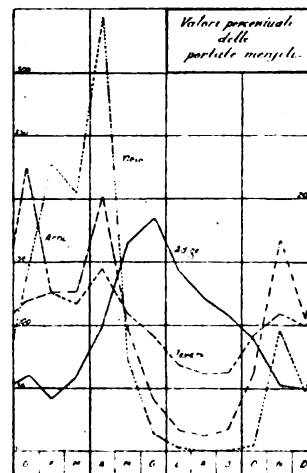


Fig. 1.

A tale proposito, conviene anzitutto considerare i valori delle portate (medie mensili) che vengono superate rispettivamente per nove, sei (portata semipermanente) e tre mesi, su dodici. A tali valori, infatti, dovrebbe, in prima approssimazione essere commisurata la potenza di un impianto per produzione di energia, perchè potesse funzionare a pieno carico almeno per nove, e, rispettivamente sei e tre mesi nel corso dell'anno. E' ovvio poi, che il funzionamento di tale impianto risulterebbe tanto migliore quanto meno le percentuali suddette si spostassero da cento. La prima parte della tabella III contiene i valori calcolati per i bacini già nominati.

TABELLA III.

| | Portata (espressa come percentuale del valore medio annuo) superata per mesi | | | Deflusso medio (espresso come percentuale del deflusso totale annuo) che viene utilizzato da una derivazione che funzioni continuamente per mesi | | |
|---------------|---|------------|------------|---|------------|------------|
| | 0 su 12 | 6 su 12 | 3 su 12 | 7 su 12 | 6 su 12 | 3 su 12 |
| Adige | 42 | 84 | 149 | 40 | 66 | 90 |
| Garda | 69 | 89 | 111 | 65 | 79 | 87 |
| Verbano | 47 | 84 | 143 | 44 | 67 | 89 |
| Arno | 18 | 65 | 161 | 17 | 44 | 79 |
| Tevere | 67 | 82 | 129 | 66 | 75 | 92 |
| Taloro | 11 | 42 | 212 | 10 | 28 | 84 |
| Tirso | 1 | 43 | 195 | 0 | 24 | 71 |

I numeri stessi, però, non bastano a dare una completa rappresentazione della situazione: essi debbono, bensì, essere associati alle frazioni delle risorse complessivamente disponibili che nei singoli casi risulterebbero effettivamente utilizzate.

Le risorse disponibili possono essere rappresentate dal volume liquido che defluisce in media in un anno: la seconda parte della Tabella III indica per ognuno dei bacini considerati quali percentuali di tale volume verrebbero sfruttate da un impianto di utilizzazione, nei vari casi indicati dianzi: e cioè a seconda che il detto impianto fosse predisposto in modo da funzionare a pieno carico per nove mesi o pure per sei, o infine, per tre mesi soltanto su dodici.

Ne risulta che per esempio per l'Adige a Branzollo, per utilizzare il 66% del volume liquido defluente in media in un anno occorrerebbe disporre di opere atte a derivare l'84% del modulo: che se, invece, si volessero utilizzare i 9/10 delle risorse idriche disponibili (portata di tre mesi), sarebbe neces-

sario che le opere avessero una capacità quasi doppia della precedente (e cioè potessero assorbire fino al 149% del modulo invece dell'84%).

I numeri della Tabella III mettono in evidenza che in media nei bacini alpini può essere sfruttata una frazione compresa fra il 65% e l'80% delle risorse disponibili derivando la portata di sei mesi: in condizioni poco dissimili si trovano i bacini impermeabili dell'Italia Centrale. Gli uni e gli altri, risultano, in complesso, suscettibili di soddisfacente utilizzazione per produzione di energia a mezzo di derivazioni dirette, senza grandi opere di immagazzinamento.

Nei bacini impermeabili, invece, sia dell'Italia Centrale come del Mezzogiorno una derivazione diretta, senza serbatoio non arriva mai a sfruttare il 50% delle risorse disponibili: e di solito utilizza assai meno. D'altra parte perchè la frazione utilizzata raggiungesse il 70% occorrerebbe disporre di potenze enormi (circa doppie di quelle occorrenti per utilizzare la portata media) e tali potenze risulterebbero assai male impiegate, in quanto potrebbero funzionare a pieno carico solo per una brevissima frazione dell'anno.

In tali condizioni, è possibile assicurare un servizio abbastanza regolare solo se si disponga di riserve termiche, di potenza pari a quella degli impianti idroelettrici, e l'energia prodotta in media in un anno da queste riserve costituisce una grossa frazione (fino al 45%) della produzione totale dell'anno.

Per tutte queste sfavorevoli condizioni, così nell'Italia Centrale come in quella Meridionale, la utilizzazione delle acque fluenti dai bacini impermeabili può essere effettuata in modo tecnicamente ed economicamente conveniente, solo qualora si disponga di grandi serbatoi per l'immagazzinamento delle acque.

Per questa ragione il problema delle costruzioni dei grandi serbatoi assume in quelle regioni una importanza affatto particolare; ivi, infatti, essi non si presentano soltanto come un elemento utile per dare a tutto il funzionamento delle utilizzazioni per produzione di energia una conveniente elasticità, e adattabilità alle esigenze del consumo: ma costituiscono, bensì, una condizione essenziale perchè l'energia dei corsi d'acqua possa essere sfruttata.

Nei bacini meridionali impermeabili la utilizzazione delle energie idrauliche presenta, di conseguenza, maggiori difficoltà e richiede maggiori spese che nelle regioni rimanenti italiane: però tale svantaggio è di solito largamente compensato dall'impiego che l'acqua immagazzinata trova nelle culture agricole.

sviluppando e identificando si ottiene

$$\begin{aligned} E_0 &= z_2 I_1 + z_1 I_2 \\ E_1 &= z_0 I_1 + z_2 I_2 \\ E_2 &= z_1 I_1 + z_0 I_2. \end{aligned} \quad (36)$$

(Si verifichi che con le regole della simmetria queste relazioni si scrivono con estrema facilità).

Sostituendo le espressioni di E_1 ed E_2 nelle seconde delle (35) si ottiene:

$$\begin{cases} V_1 = -j\sqrt{3}(z_0 I_1 + z_2 I_2) \\ V_2 = j\sqrt{3}(z_1 I_1 + z_0 I_2) \end{cases}$$

sistema di equazioni che risolto rispetto a I_1 e I_2 dà:

$$\begin{aligned} I_1 &= j \left\{ \frac{V_1}{\sqrt{3}(z_0 - \frac{z_1 z_2}{z_0})} + \frac{V_2}{\sqrt{3}(\frac{z_0^2}{z_1} - z_1)} \right\} \\ I_2 &= -j \left\{ \frac{V_2}{\sqrt{3}(z_0 - \frac{z_1 z_2}{z_0})} + \frac{V_1}{\sqrt{3}(\frac{z_0^2}{z_1} - z_1)} \right\} \end{aligned} \quad (37)$$

Si può osservare che qualunque sia V_1 e V_2 , ossia qualunque sia il sistema di tensioni applicato alla stella, questa è caratterizzata dalle tre espressioni:

$$Z_0 = \sqrt{3} \left(z_0 - \frac{z_1 z_2}{z_0} \right); Z_1 = \sqrt{3} \left(\frac{z_0^2}{z_2} - z_1 \right); Z_2 = \sqrt{3} \left(\frac{z_0^2}{z_1} - z_2 \right) \quad (38)$$

che sono tutte omogenee con una *impedenza*.

La prima rispetto agli indici, è di grado zero, la seconda di grado 1 e la terza di grado 2.

Indicando queste nuove impedenze come in (38), le (37) si scrivono:

$$\begin{aligned} I_1 &= j \left\{ \frac{V_1}{Z_0} + \frac{V_2}{Z_1} \right\} \\ I_2 &= -j \left\{ \frac{V_2}{Z_0} + \frac{V_1}{Z_2} \right\} \end{aligned} \quad (37 \text{ bis})$$

Le espressioni (o meglio impedenze) (38) legano direttamente le tensioni concatenate con le correnti in linea e perciò sono paragonabili all'ordinaria *impedenza monofase equivalente* di un circuito simmetrico ed equilibrato. E' razionale quindi chiamare

la $Z_0 = \sqrt{3} \left(z_0 - \frac{z_1 z_2}{z_0} \right)$ *impedenza complessiva monofase zero;*

la $Z_1 = \sqrt{3} \left(\frac{z_0^2}{z_2} - z_1 \right)$ *impedenza complessiva monofase diretta o uno;*

la $Z_2 = \sqrt{3} \left(\frac{z_0^2}{z_1} - z_2 \right)$ *impedenza complessiva monofase inversa o due*

della stella considerata (¹⁴).

(¹⁴) Esempio numerico. — I calcoli numerici non presentano nulla di speciale. A titolo d'esempio sviluppiamone succintamente uno.

Supponiamo che le impedenze della fig. 30 siano collegate a stella ed alimentate dal sistema dissimmetrico di tensioni rappresentato nella fig. 33.

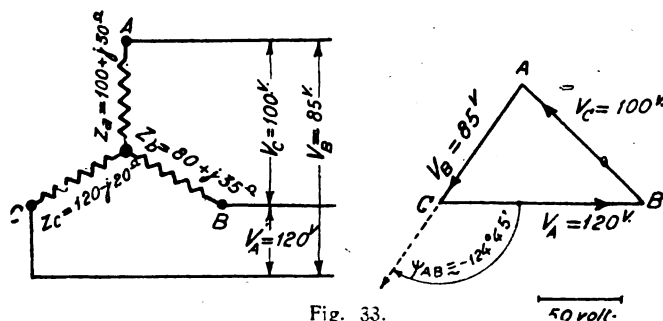


Fig. 33.

Le impedenze zero, uno e due della stella sono, come abbiamo visto al § 20;

$$\begin{aligned} z_0 &= 100 + j15 \Omega \\ z_1 &= -15,87 - j4,05 \Omega \\ z_2 &= 15,87 + j19,05 \Omega \end{aligned}$$

LA MODERNA MATEMATICA DEI CIRCUITI TRIFASI

ERCOLE BOTTANI

(Continuazione, v. N. 31, pag. 768).

26. *Correnti in una stella qualunque di impedenze alimentate da un sistema dissimmetrico di tensioni concatenate.* — Il centro della stella sia isolato, e siano z_0, z_1, z_2 le tre impedenze che la caratterizzano; V_1 e V_2 (sottointeso indice A) le tensioni concatenate diretta ed inversa del sistema dissimmetrico S (V) applicato e I_1, I_2 (sottointeso l'indice a) le correnti diretta ed inversa del sistema S (I) che cerchiamo, che per l'ipotesi fatta è certamente puro (¹³).

Introducendo il sistema di tensioni di fase S (E) prese rispetto al centro della stella, le precedenti quantità sono fra loro legate dalle relazioni (§§ 19 e 21):

$$\begin{cases} S(E) = S(z) \cdot S(I) \\ S^1 V_1 = -j\sqrt{3} S^1 E_1 \\ S^2 V_2 = j\sqrt{3} S^2 E_2. \end{cases} \quad (35)$$

Scrivendo i sistemi che appaiono nella prima relazione in funzione dei loro componenti si ha:

$$S^0 E_0 + S^1 E_1 + S^2 E_2 = (S^0 z_0 + S^1 z_1 + S^2 z_2) \times (S^1 I_1 + S^2 I_2)$$

(¹³) Si ricordi che la tensione concatenata principale V_A è quella fra i fili b e c, e che la corrente principale I_a è quella del filo a.

Le relazioni (37) sostituite nella prima delle equazioni (36), permettono di esprimere E_0 , ossia la tensione del centro della stella rispetto al centro astratto del circuito. Si ottiene:

$$E_0 = j \left\{ \frac{z_0 z_2 - z_1^2}{z_0^2 - z_1 z_2} \frac{V_1}{\sqrt{3}} - \frac{z_0 z_1 - z_2^2}{z_0^2 - z_1 z_2} \frac{V_2}{\sqrt{3}} \right\} \quad (39)$$

Casi particolari. — Se le tre impedenze sono uguali è, come sappiamo, $z_1 = z_2 = 0$ e resta solo il componente zero $\} S(z) = S^0 z_0 = S^0 z \{$.

per cui le tre impedenze monofasi equivalenti risulteranno:

$$\begin{aligned} Z_0 &= \sqrt{3} \left(z_0 - \frac{z_1 z_2}{z_0} \right) = \sqrt{3} \left\{ 100 + j 15 - \frac{(-15,87 - j 4,05)(15,87 + j 19,05)}{100 + j 15} \right\} = \\ &= \sqrt{3} \left\{ 100 + j 15 + 2,24 + j 3,33 \right\} \approx 177 + j 31,8 \Omega. \\ Z_1 &= \sqrt{3} \left(\frac{z_0^2}{z_2} - z_1 \right) = \sqrt{3} \left\{ \frac{(100 + j 15)^2}{15,87 + j 19,05} + 15,87 + j 4,05 \right\} = \\ &= \sqrt{3} \left\{ 334 - j 218 + 15,87 + j 4,05 \right\} \approx 606 - j 371 \Omega. \\ Z_2 &= \sqrt{3} \left(\frac{z_0^2}{z_1} - z_2 \right) = \sqrt{3} \left\{ \frac{(100 + j 15)^2}{15,87 - j 19,05} - 15,87 - j 19,15 \right\} = \\ &= \sqrt{3} \left\{ -579 - j 27,8 - 15,87 - j 19,05 \right\} \approx -1030 - j 81,2 \Omega. \end{aligned}$$

I valori numerici e gli angoli caratteristici di queste impedenze risulteranno quindi rispettivamente:

$$\begin{aligned} \text{mod } Z_0 &= \sqrt{177^2 + 31,8^2} \approx 180 \Omega \quad \text{tg } \varphi_0 = \frac{31,8}{177} \approx 0,180 \quad \varphi_0 \approx + 10^\circ 12' \\ \text{mod } Z_1 &= \sqrt{606^2 + 371^2} \approx 710 \Omega \quad \text{tg } \varphi_1 = \frac{-371}{606} \approx -0,612 \quad \varphi_1 \approx -31^\circ 30' \\ \text{mod } Z_2 &= \sqrt{1030^2 + 81,2^2} \approx 1033 \Omega \quad \text{tg } \varphi_2 = \frac{-81,2}{-1030} \approx +0,079 \quad \varphi_2 \approx 180 + 4^\circ 30' \end{aligned}$$

Le tensioni concatenate diretta ed inversa del sistema applicato, si possono calcolare per via analitica ma è più rapido e più comodo quasi sempre ricavarle per via grafica, come è rappresentato in fig. 34, anche se l'approssimazione è minore.

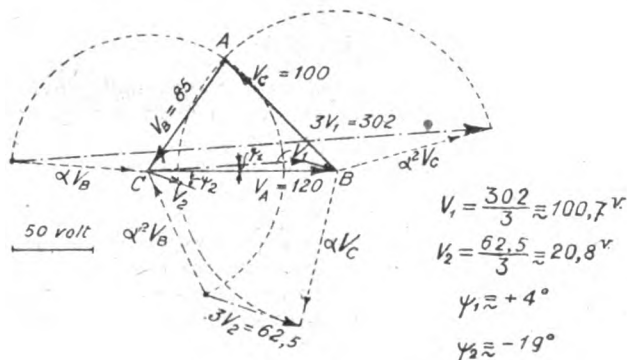


Fig. 34.

Dalla fig. 34 si ottiene:

$$\begin{aligned} \text{valore numerico tensione diretta} &\approx 100,7V \\ \text{valore numerico tensione inversa} &\approx 20,8V \\ \text{angolo di } V_1 \text{ rispetto a } V_A &\approx 4^\circ \\ \text{angolo di } V_2 \text{ rispetto a } V_A &\approx -19^\circ \end{aligned}$$

Per via analitica si procede così: con la (2) si calcola ψ_{AB} che risulta di circa $-124^\circ 45'$ poi mediante la (10) e la (12) si calcolano i valori numerici di V_1 e V_2 che per questa via risultano:

$$\begin{aligned} \text{mod } V_1 &= 100,55V \\ \text{mod } V_2 &= 20,77V \end{aligned}$$

indi gli angoli ψ_1 e ψ_2 con le (11) e (13) e per i quali risulta:

$$\begin{aligned} \text{sen } \psi_1 &= +0,0664 & \psi_1 &\approx 3^\circ 48' \\ \text{sen } \psi_2 &= -0,321 & \psi_2 &\approx -18^\circ 45' \end{aligned}$$

Determinati che siano V_1 ; V_2 e Z_0 ; Z_1 ; Z_2 si può continuare in due modi, uno misto analitico - grafico ed il secondo tutto analitico.

Col primo che è il più intuitivo, si calcolano i valori numerici delle correnti dirette prodotte dalle due tensioni V_1 e V_2 (formole 37 bis):

$$\begin{aligned} \frac{V_1}{Z_0} &= \frac{100,55}{180} \approx 0,559A \quad \text{angolo con } V_1 = -\varphi_0 \approx -10^\circ 12' \\ \frac{V_2}{Z_1} &= \frac{20,77}{710} \approx 0,029A \quad \text{angolo con } V_2 = -\varphi_1 \approx +31^\circ 30' \end{aligned}$$

Le (37) danno allora

$$\begin{aligned} I_1 &= j \frac{V_1}{\sqrt{3}Z} \\ I_2 &= -j \frac{V_2}{\sqrt{3}Z} \end{aligned} \quad (40)$$

Cioè delle tre impedenze complessive monofasi, la diretta e l'inversa divengono infinite, e la zero acquista l'ordinaria e ben nota forma $\sqrt{3}Z$.

e avendo presenti gli angoli (caratteristici di Z_0 e Z_1) che queste correnti fanno con le relative tensioni, se ne determina la somma vettoriale per via grafica (fig. 35), somma che ruotata di $+90^\circ$ darà I_1 .

Poi si calcolano le correnti inverse:

$$\begin{aligned} \frac{V_2}{Z_0} &= \frac{20,77}{180} \approx 0,115A \quad \text{angolo con } V_2 = -\varphi_0 \approx -10^\circ 12', \\ \frac{V_1}{Z_2} &= \frac{100,55}{1033} \approx 0,097A \quad \text{angolo con } V_1 = -\varphi_2 \approx -184^\circ 30', \end{aligned}$$

e la loro somma vettoriale ruotata negativamente di 90° da I_2 (fig. 35).

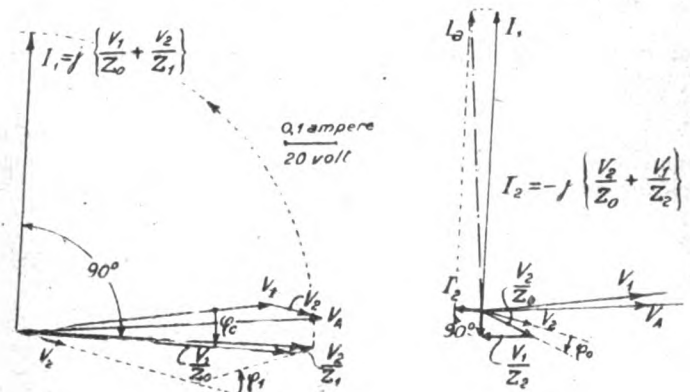


Fig. 35.

Per via totalmente analitica, riferiamo tutti i vettori alla tensione principale V_A . Avremo allora:

$$\begin{aligned} V_1 &= 100,55 \cos \psi_1 + j 100,55 \sin \psi_1 = 100,33 + j 6,67V \\ V_2 &= 20,77 \cos \psi_2 + j 20,77 \sin \psi_2 = 19,67 - j 6,67V \end{aligned}$$

e quindi:

$$\begin{aligned} I_1 &= j \left\{ \frac{100,33 + j 6,67}{177 + j 31,8} + \frac{19,67 - j 6,67}{606 - j 371} \right\} = \\ &= j \left\{ 0,555 - j 0,062 + 0,0285 + j 0,0064 \right\} \approx 0,056 + j 0,583A \\ I_2 &= -j \left\{ \frac{19,67 - j 6,67}{177 + j 31,8} + \frac{100,33 + j 6,67}{-1030 - j 81,2} \right\} = \\ &= -j \left\{ 0,1012 - j 0,0558 - 0,0972 + j 0,0012 \right\} \approx -0,055 - j 0,004A \end{aligned}$$

Trovati I_1 e I_2 se si vuole la corrente I basta eseguire la somma $I_1 + I_2$.

mentre I_b e I_c si ottengono colle:

$$\begin{aligned} I_b &= a^2 I_1 + a I_2 \\ I_c &= a I_1 + a^2 I_2 \end{aligned}$$

La tensione E_0 (riferita sempre alla tensione concatenata principale V_A) risulta:

$$E_0 = z_2 I_1 + z_1 I_2 = (15,87 + j 19,05)(0,056 + j 0,583) + (-15,87 - j 4,05)(-0,055 - j 0,004) \approx -9,36 + j 10,61V$$

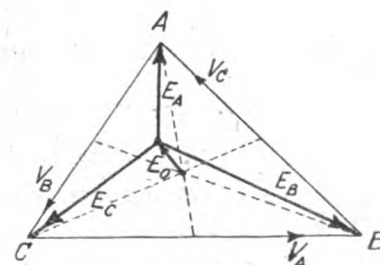


Fig. 36.

Il diagramma complessivo delle tensioni è pertanto quello della fig. 36.

In questo caso la E_0 risulta nulla. Tale risultato ci indica il modo col quale è possibile realizzare in ogni caso il *centro astratto* di un circuito. Basta infatti derivare da esso una stella di tre impedenze uguali (in particolare tre resistenze), il centro di detta stella avrà la tensione del *centro astratto* (§ 19).

Se le tensioni concatenate fossero simmetriche, è $V_2 = 0$; $V_1 = V$. Le (37) e la (39) si riducono a:

$$I_1 = j \frac{V}{\sqrt{3} \left(z_0 - \frac{z_1 z_2}{z_0} \right)} = j \frac{V}{Z_0} \quad E_0 = j \frac{z_0 z_2 - z_1^2}{z_0^2 - z_1 z_2} \frac{V}{\sqrt{3}}$$

$$I_2 = -j \frac{V}{\sqrt{3} \left(\frac{z_0^2}{z_1} - z_2 \right)} = -j \frac{V}{Z_2}$$

e le (40) a:

$$I_1 = j \frac{V}{\sqrt{3} \cdot z} \quad E_0 = 0$$

$$I_2 = 0$$

Quest'ultimo caso è quello ben noto dei circuiti simmetrici ed equilibrati.

Se invece delle impedenze z_0, z_1, z_2 fossero state date le ammettenze equivalenti y_0, y_1, y_2 si sarebbe scritto in luogo della prima delle (35) la seguente:

$$S(I) = S(y) \cdot S(E)$$

che sviluppata avrebbe condotto al sistema:

$$\begin{cases} I_0 = 0 = y_0 E_0 + y_2 E_1 + y_1 E_2 \\ I_1 = y_1 E_0 + y_0 E_1 + y_2 E_2 \\ I_2 = y_2 E_0 + y_1 E_1 + y_0 E_2 \end{cases}$$

Eliminando con la prima, E_0 nelle altre si ottiene

$$I_1 = \left(y_0 - \frac{y_1 y_2}{y_0} \right) E_1 + \left(y_2 - \frac{y_1^2}{y_0} \right) E_2$$

$$I_2 = \left(y_0 - \frac{y_1 y_2}{y_0} \right) E_0 + \left(y_1 - \frac{y_2^2}{y_0} \right) E_1$$

e per le seconde delle (35)

$$I_1 = j \left\{ \frac{y_0 - \frac{y_1 y_2}{y_0}}{\sqrt{3}} V_1 - \frac{y_2 - \frac{y_1^2}{y_0}}{\sqrt{3}} V_2 \right\}$$

$$I_2 = -j \left\{ \frac{y_0 - \frac{y_1 y_2}{y_0}}{\sqrt{3}} V_2 - \frac{y_1 - \frac{y_2^2}{y_0}}{\sqrt{3}} V_1 \right\} \quad (41)$$

Naturalmente allo stesso risultato si giungerebbe sostituendo nelle (37) le espressioni (34) del § 25.

27. *Problema del paragrafo precedente ma con le impedenze collegate a triangolo.* — Per questo problema (semplicissimo anche con i criteri ordinari) conviene supporre note le ammettenze y_0, y_1, y_2 (sottinteso indice A) equivalenti alle impedenze z_0, z_1, z_2 del triangolo dato. Allora si scriverà:

$$S(I) = S(y) \times S(V) \quad (\text{sottinteso indice } A)$$

ove $S(I)$ è naturalmente il sistema delle correnti nel triangolo (§ 22).

Sostituendo le solite espressioni si scrive:

$$S^0 I_0 + S^1 I_1 + S^2 I_2 = (S^0 y_0 + S^1 y_1 + S^2 y_2) \times (S^1 V_1 + S^2 V_2)$$

dalla quale sviluppando ed identificando i termini sotto la stessa sequenza si ottiene:

$$\begin{cases} I_0 = y_2 V_1 + y_1 V_2 \\ I_1 = y_0 V_1 + y_2 V_2 \\ I_2 = y_1 V_1 + y_0 V_2 \end{cases} \quad (42)$$

che risolvono senz'altro il problema.

Volendo far apparire le impedenze z_0, z_1, z_2 basterà ricordare i risultati del § 25, con i quali si scriverà:

$$\begin{cases} I_0 = \frac{z_1^2 - z_0 z_2}{D_z} V_1 + \frac{z_2^2 - z_0 z_1}{D_z} V_2 \\ I_1 = \frac{z_0^2 - z_1 z_2}{D_z} V_1 + \frac{z_1^2 - z_0 z_2}{D_z} V_2 \\ I_2 = \frac{z_2^2 - z_0 z_1}{D_z} V_1 + \frac{z_0^2 - z_1 z_2}{D_z} V_2 \end{cases} \quad (43)$$

Per giungere direttamente a queste relazioni si sarebbe scritto:

$$S(V) = S(z) \cdot S(I) \quad (\text{sottinteso indice } A)$$

che sviluppata avrebbe condotto al sistema:

$$\begin{cases} z_0 I_0 + z_2 I_1 + z_1 I_2 = 0 \\ z_1 I_0 + z_0 I_1 + z_2 I_2 = V_1 \\ z_2 I_0 + z_1 I_1 + z_0 I_2 = V_2 \end{cases}$$

di laboriosa ma facile risoluzione. Il risultato è naturalmente sempre costituito dalle (43).

Volendolo si sarebbe potuto scrivere anche:

$$S(I) = \frac{S(V)}{S(z)}$$

che si può sviluppare utilizzando l'espressione Q del § 25, che, come abbiamo detto, permette di eseguire il quoziente di due sistemi. Si giunge subito alle (43).

Le correnti diretta I_{a1} ed inversa I_{a2} sulla linea (il sistema di queste è certo puro) si ottengono con le (22) del § 17, che qui trascriviamo:

$$\begin{cases} I_{a1} = +j \sqrt{3} I_{A1} \\ I_{a2} = -j \sqrt{3} I_{A2} \end{cases} \quad (22)$$

I casi particolari sono intuitivi.

28. *Stella equivalente ad un triangolo agli effetti della linea.* — Può talvolta convenire di calcolare gli elementi di una stella di impedenze che assorba da un circuito trifase un sistema di correnti uguale a quello che, nelle stesse condizioni, richiamerebbe un determinato triangolo. Il problema è vecchio e qui lo risolviamo secondo i nuovi concetti.

Siamo z_{00}, z_{01}, z_{02} le impedenze zero, uno, due, del triangolo dato e z_0, z_1, z_2 , quelle incognite della stella.

Allora dette V_1 e V_2 le tensioni concatenate diretta ed inversa del circuito, le correnti in linea nel caso del triangolo per le (43) e le (22) sono:

$$I_{a1} = +j \sqrt{3} \left\{ \frac{z_{01}^2 - z_{02} z_{00}}{D_{z\Delta}} V_1 + \frac{z_{02}^2 - z_{00} z_{01}}{D_{z\Delta}} V_2 \right\}$$

$$I_{a2} = -j \sqrt{3} \left\{ \frac{z_{01}^2 - z_{02} z_{00}}{D_{z\Delta}} V_1 + \frac{z_{02}^2 - z_{00} z_{01}}{D_{z\Delta}} V_2 \right\}$$

e nell'ipotesi della stella sarebbero (§ 26):

$$I_{a1} = +j \sqrt{3} \left\{ \frac{z_0}{z_0^2 - z_1 z_2} V_1 + \frac{z_2}{z_0^2 - z_1 z_2} V_2 \right\}$$

$$I_{a2} = -j \sqrt{3} \left\{ \frac{z_0}{z_0^2 - z_1 z_2} V_2 + \frac{z_1}{z_0^2 - z_1 z_2} V_1 \right\}$$

Per l'uguaglianza delle correnti I_{a1}, I_{a2} devono quindi essere verificate le tre distinte uguaglianze.

$$\begin{cases} j \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{z_0}{z_0^2 - z_1 z_2} = j \sqrt{3} \frac{z_{01}^2 - z_{02} z_{00}}{D_{z\Delta}} \\ j \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{z_2}{z_0^2 - z_1 z_2} = j \sqrt{3} \frac{z_{01}^2 - z_{02} z_{00}}{D_{z\Delta}} \\ -j \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{z_1}{z_0^2 - z_1 z_2} = -j \sqrt{3} \frac{z_{02}^2 - z_{00} z_{01}}{D_{z\Delta}} \end{cases}$$

che si riducono a :

$$\begin{cases} \frac{z_0}{z_0^2 - z_1 z_2} = 3 \frac{z_{\Delta 0}^2 - z_{\Delta 1} z_{\Delta 2}}{D_{z\Delta}} \\ \frac{z_2}{z_0^2 - z_1 z_2} = 3 \frac{z_{\Delta 1}^2 - z_{\Delta 0} z_{\Delta 2}}{D_{z\Delta}} \\ \frac{z_1}{z_0^2 - z_1 z_2} = 3 \frac{z_{\Delta 2}^2 - z_{\Delta 0} z_{\Delta 1}}{D_{z\Delta}} \end{cases} \quad (44)$$

Questo sistema si risolve facilmente rispetto a z_0, z_1, z_2 eliminando dai primi membri $z_0^2 - z_1 z_2$ colla relazione

$$\frac{1}{z_0^2 - z_1 z_2} = 9 \frac{z_{\Delta 0}}{D_{z\Delta}}$$

che si ottiene dallo stesso sistema, sottraendo dal quadrato della prima equazione il prodotto delle altre due.

Il risultato è :

$$\begin{cases} z_0 = \frac{1}{3} \left(z_{\Delta 0} - \frac{z_{\Delta 1} z_{\Delta 2}}{z_{\Delta 0}} \right) \\ z_1 = \frac{1}{3} \left(\frac{z_{\Delta 2}^2}{z_{\Delta 0}} - z_{\Delta 1} \right) \\ z_2 = \frac{1}{3} \left(\frac{z_{\Delta 1}^2}{z_{\Delta 0}} - z_{\Delta 2} \right) \end{cases} \quad (45)$$

Il problema reciproco è pure risolto dal sistema (44) che rispetto a $z_{\Delta 0}, z_{\Delta 1}, z_{\Delta 2}$ è però di più laboriosa risoluzione.

Trascriviamo per semplicità il solo risultato che è :

$$\begin{cases} z_{\Delta 0} = 3 \frac{z_0^2 - z_1 z_2}{D_z} (z_0^2 - z_1 z_2) \\ z_{\Delta 1} = 3 \frac{z_0^2 - z_1 z_2}{D_z} (z_2^2 - z_0 z_1) \\ z_{\Delta 2} = 3 \frac{z_0^2 - z_1 z_2}{D_z} (z_1^2 - z_0 z_2) \end{cases} \quad (46)$$

Fra $D_z = z_0^3 + z_1^3 + z_2^3 - 3z_0 z_1 z_2$ e $D_{z\Delta} = z_{\Delta 0}^3 + z_{\Delta 1}^3 + z_{\Delta 2}^3 - 3z_{\Delta 0} z_{\Delta 1} z_{\Delta 2}$ esistono le relazioni

$$D_z = \frac{D_{z\Delta}^2}{27 z_{\Delta 0}^3} ; \quad D_{z\Delta} = 27 \frac{(z_0^3 - z_1 z_2)^3}{D_z}$$

Le stesse relazioni (45) e (46), sostituendo $y_{\Delta 0}; y_{\Delta 1}; y_{\Delta 2}$ rispettivamente a z_0, z_1, z_2 e y_0, y_1, y_2 a $z_{\Delta 0}; z_{\Delta 1}; z_{\Delta 2}$, risolvono il problema con le ammettenze.

29. *Due impedenze a V e impedenza monofase come casi limiti di triangoli o stelle di impedenze.* — Normalmente questi casi limiti di circuiti trifasi sono facilmente risolvibili con i procedimenti più elementari, ma per poter all'accorrenza far valere anche per essi le formole generali è utile vedere come possono essere considerati limiti di stelle o triangoli.

E' noto, come criterio generale, che l'assenza di un collegamento metallico fra due punti viene espressa dicendo che è nulla l'ammettenza o infinita l'impedenza fra i due punti.

Si intuisce da ciò, che i precedenti casi limiti si tratteranno più speditamente mediante le ammettenze.

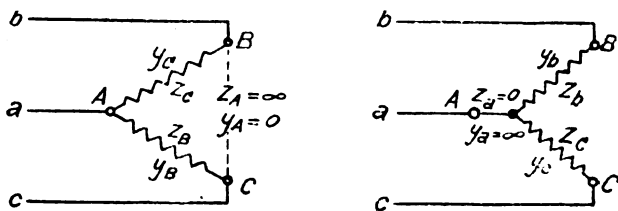


Fig. 37. — Un V di impedenze come caso limite di un triangolo o di una stella.

Due impedenze a V (fig. 37). — Assimiliamole ad un triangolo incompleto e supponiamo sia BC il lato mancante. Le modificazioni che subiranno le relazioni seguenti nel caso in cui il lato mancante sia AB o AC, sono evidenti.

Con le ammettenze si ha facilmente ponendo $y_A = 0$:

$$\begin{aligned} y_{A0} &= \frac{y_A + y_B + y_C}{3} = \frac{y_B + y_C}{3} \\ y_{A1} &= \frac{y_A + \alpha y_B + \alpha^2 y_C}{3} = \frac{\alpha y_B + \alpha^2 y_C}{3} \\ y_{A2} &= \frac{y_A + \alpha^2 y_B + \alpha y_C}{3} = \frac{\alpha^2 y_B + \alpha y_C}{3} \end{aligned} \quad (47)$$

Invece con le impedenze è $z_A = \infty$ ma converrà scrivere z_A sotto la forma

$$z_A = \frac{z_B + z_C}{2} + 3z' \quad \text{con } \lim z' = \infty$$

poichè allora si ottiene $\left\{ \frac{1}{2} + \alpha = -\left(\frac{1}{2} + \alpha^2 \right) = j \frac{\sqrt{3}}{2} \right\}$

$$\begin{aligned} z_{A0} &= \frac{1}{3} \left\{ \frac{z_B + z_C}{2} + 3z' + z_B + z_C \right\} = \frac{z_B + z_C}{2} + z' \\ z_{A1} &= \frac{1}{3} \left\{ \frac{z_B + z_C}{2} + 3z' + \alpha z_B + \alpha^2 z_C \right\} = \\ &= \frac{1}{3} \left(\frac{1}{2} + \alpha \right) (z_B - z_C) + z' = j \frac{\sqrt{3}}{6} (z_B - z_C) + z' \quad (48) \\ z_{A2} &= \frac{1}{3} \left\{ \frac{z_B + z_C}{2} + 3z' + \alpha^2 z_B + \alpha z_C \right\} = \\ &= \frac{1}{3} \left(\frac{1}{2} + \alpha^2 \right) (z_B - z_C) + z' = -j \frac{\sqrt{3}}{6} (z_B - z_C) + z' \end{aligned}$$

con z' avente sempre l' ∞ per limite.

Se $z_B = z_C = z$ le precedenti espressioni divengono

$$\begin{aligned} z_{A0} &= z + z' \\ z_{A1} &= z' \\ z_{A2} &= z' \end{aligned} \quad \lim z' = \infty$$

Ma lo stesso caso si può ritenere caso particolare di una stella avente un lato di impedenza nulla o ammettenza infinita, cioè col centro su uno dei conduttori della linea.

In questa ipotesi, supposto sia $z_A = 0$ ($y_A = \infty$) si otterranno per $z_{A0}; z_{A1}; z_{A2}$ delle espressioni correlative delle (47) e per $y_{A0}; y_{A1}; y_{A2}$ delle espressioni correlative alle (48).

Impedenza monofase (fig. 38). — Chiamiamo Z (o Y) l'impedenza (o l'ammettenza) esistente da sola fra due fili, che supporremo siano b e c . Allora potremo assimilare detto carico ad un triangolo d'ammettenze formato da

$$y_A = Y ; \quad y_B = 0 ; \quad y_C = 0$$

i cui componenti risulteranno espressi da :

$$y_{A0} = \frac{Y}{3} ; \quad y_{A1} = \frac{Y}{3} ; \quad y_{A2} = \frac{Y}{3} ;$$

oppure ad una stella di ammettenze avente

$$y_a = 0 ; \quad y_b = 2Y ; \quad y_c = 2Y$$

i cui componenti saranno

$$y_{a0} = \frac{4}{3} Y ; \quad y_{a1} = -\frac{2}{3} Y ; \quad y_{a2} = -\frac{2}{3} Y$$

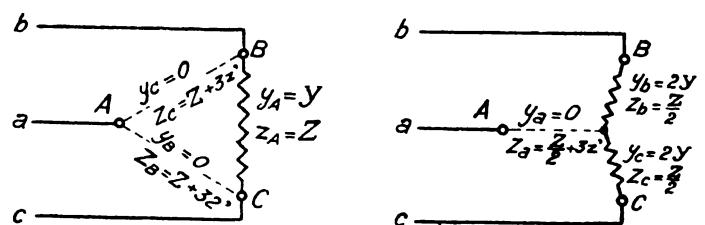


Fig. 38. — Impedenza monofase come caso limite di un triangolo o di una stella.

Con le impedenze si può supporre di avere la stella

$$z_a = \frac{Z}{2} + 3z' ; \quad z_b = \frac{Z}{2} ; \quad z_c = \frac{Z}{2}$$

con $\lim z' = \infty$, che darà i componenti:

$$\begin{aligned} z_{a0} &= \frac{Z}{2} + z' \\ z_{a1} &= z' \\ z_{a2} &= z, \end{aligned} \quad \lim z' = \infty$$

e infine il precedente carico monofase si può assimilare al triangolo di impedenze

$$z_A = Z; z_B = Z + 3z'; z_C = Z + 3z' \quad (\lim z' = \infty)$$

che ha per componenti:

$$\begin{aligned} z_{A0} &= Z + 2z' \\ z_{A1} &= -z' \\ z_{A2} &= -z' \end{aligned}$$

Se l'impedenza si trova fra una delle altre coppie di fili le precedenti relazioni si modificano in modo intuitivo.

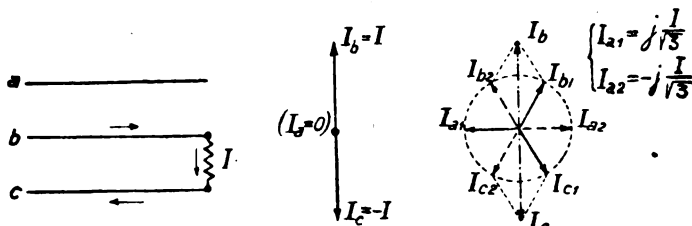


Fig. 39. — Componenti simmetriche di una corrente monofase in un circuito trifase.

Chiudiamo questo paragrafo determinando i componenti simmetrici di una corrente monofase, considerata come limite di un sistema trifase.

Siano b e c i conduttori interessati da detta corrente I . Allora è

$$I_a = 0; I_b = I; I_c = -I_b = -I$$

e applicando le note formole risulta.

$$\begin{aligned} I_{a0} &= \frac{I_a + I_b + I_c}{3} = 0 \\ I_{a1} &= \frac{I_a + x I_b + x^2 I_c}{3} = \frac{x - x^2}{3} I = j \frac{\sqrt{3}}{3} I = j \frac{I}{\sqrt{3}} \\ I_{a2} &= \frac{I_a + x^2 I_b + x I_c}{3} = \frac{x^2 - x}{3} I = -j \frac{\sqrt{3}}{3} I = -j \frac{I}{\sqrt{3}} \end{aligned}$$

Osserviamo quindi che una corrente monofase equivale alla sovrapposizione di due sistemi simmetrici; uno diretto e l'altro inverso, aventi uguale ampiezza (valor numerico) e con i vettori principali in opposizione di fase (fig. 39).

Naturalmente se la corrente monofase interessa le fasi a e b invece delle b e c basta porre $I_a = I; I_b = -I; I_c = 0$ e le espressioni delle correnti diretta ed inversa divengono:

$$\begin{aligned} I_{a1} &= \frac{I - x I}{3} = \frac{1 - x}{3} I = j \frac{\sqrt{3}}{3} x^2 I = j x^2 \frac{I}{\sqrt{3}} \\ I_{a2} &= \frac{I - x^2 I}{3} = \frac{1 - x^2}{3} I = -j \frac{\sqrt{3}}{3} x I = -j x \frac{I}{\sqrt{3}} \end{aligned}$$

*

In tutti gli esempi fin qui studiati abbiamo implicitamente supposto che i circuiti riuniti a formare una stella od un triangolo fossero fisicamente indipendenti, tali cioè da non reagire elettromagneticamente fra loro.

In tal caso le relazioni più generali intercorrenti fra le grandezze in gioco sono quelle scritte nei §§ 26 e 27.

Esse pongono in evidenza che il comportamento del più generico insieme di tre circuiti, soddisfacenti all'ipotesi suddetta, è in ogni caso determinato noti che siano *tre distinti parametri vettoriali* (operatori impedenze o ammettenze).

Così ad esempio nel caso della stella possono essere assegnate: o le tre impedenze z_a, z_b, z_c , di ciascun circuito; o i tre componenti simmetrici (ossia z_{a0}, z_{a1}, z_{a2}) del sistema

formato dalle precedenti; oppure le tre impedenze monofase equivalenti Z_0, Z_1, Z_2 , delle equazioni (37 bis); o gli analoghi gruppi di ammettenze.

E' però evidente che le relazioni dei §§ 26 e 27, da noi istituite per il caso di tre comuni impedenze, varranno anche per tutti quegli apparecchi o complesso di essi, per i quali si sappia che il comportamento dipende da tre parametri vettoriali assimilabili con quelli di uno dei precedenti gruppi.

Rientra, ad esempio, in questo caso, un gruppo di tre trasformatori monofasi, qualunque siano le caratteristiche di ciascuno e qualunque sia il loro collegamento.

Ma l'ipotesi di circuiti non influenzanti elettromagneticamente è restrittiva, per cui le relazioni surricordate pur essendo generali nel loro campo, non rappresentano ancora il caso più generico di un sistema trifase di circuiti, quale è, ad esempio, il complesso degli avvolgimenti costituenti lo stator di un comune alternatore o di un motore.

Fra poco stabiliremo le espressioni più generali anche per questi casi ma poichè per tener conto della mutua influenza adotteremo, col Fortescue, degli operatori impedenza con un significato più ampio dell'ordinario, non sarà inutile richiamare e precisare prima alcune idee fondamentali.

30. *Autoimpedenza di un circuito e mutueimpedenze fra più circuiti.* — Consideriamo dapprima un unico circuito monofase comunque costituito (in particolare un avvolgimento).

Applicando ai suoi estremi una tensione V , il valore della corrente I che in esso circolerà dipende, come è noto, da più elementi, fra i quali citiamo i più importanti come ad esempio: la potenza che il circuito trasmette, la sua resistenza ohmica, la sua induttanza, la frequenza, e come secondari: le reazioni delle correnti (parassite) indotte nelle masse conduttrici adiacenti al circuito (in particolare nel circuito stesso), il consumo d'energia che queste od altri fenomeni (ad esempio: isteresi) richiedono, ecc., ecc.

Ma per quanto abbiamo detto al § 4, potremo in ogni caso tener conto del complesso di tutti i precedenti fenomeni esprimendo che il vettore rappresentante I è ottenuto da quello rappresentante V applicando a questo un opportuno operatore che sarà omogeneo con una ammettenza y se scriveremo:

$$I = y V \quad (49)$$

o con una impedenza z se reciprocamente porremo:

$$V = z I. \quad (50)$$

Osserviamo che queste relazioni presuppongono che le grandezze V ed I siano entrambe sinusoidali (§§ 1 e 4) ed isofrequenziali.

In realtà sappiamo che in presenza di ferro la contemporanea sinusoidalità delle due grandezze è impossibile ma in questo frequente ed importantissimo caso si può prescindere dalle eventuali armoniche (normalmente di non grande ampiezza) sottointendendo che i vettori V ed I rappresentino le sinusoidi equivalenti. Nel seguito noi supporremo sempre di trovarci in questa condizione.

In generale la corrente I non risulterà in fase colla tensione che la produce ed è perciò che gli operatori z ed y delle relazioni (50) e (49) consteranno generalmente di una parte reale e di una immaginaria.

La parte reale, assimilabile ad una resistenza, (o ad una conduttanza), rappresenterà, in un certo qual modo, il complesso dei fenomeni che richiedono energia mentre la parte immaginaria assimilabile ad una reattanza (o ad una suscettanza), riassume in sé il complesso dei fenomeni che, come le reazioni magnetiche non rappresentano un consumo di energia.

Di solito agli operatori sopra definiti si suole (vedasi § 4) dare il nome di *impedenza*, o *ammettenza*, *complessiva* (o *totale* od *equivalente*) del circuito considerato, ma noi li chiameremo col Fortescue, più semplicemente: *autoimpedenza* la z e *autoammettenza del circuito* la y .

Ricordiamo che se il circuito non si trova in presenza di materiale magnetico, gli operatori z od y risultano indipendenti dal valore di V o di I , cioè essi sono delle vere *costanti* che dipendono a pari frequenza soltanto dalla configurazione e dal materiale del circuito considerato. Invece in presenza di ferro, per il noto fenomeno della saturazione magnetica, essi non sono più costanti ma sono a lor volta funzioni di I .

La determinazione di z (o di y), se è quasi sempre incerta o laboriosa quando si voglia tener conto oltre che dei fenomeni predominanti anche dei secondari, è però sempre possibile sperimentalmente. Basta, infatti, misurare separatamente

V , I e dedurre l'angolo fra queste grandezze da una misura di potenza ⁽¹⁵⁾.

Passiamo ora al caso di due circuiti percorsi da correnti *isofrequenziali* e fra loro adiacenti si da influenzarsi mutuamente.

Distingueremo le grandezze relative all'uno coll'indice a , quelle dell'altro coll'indice b .

Se il circuito b non è percorso da alcuna corrente si ricade nel caso precedente e fra la tensione e la corrente di a potremo scrivere una delle due relazioni (49) e (50), ad esempio la (50) cioè:

$$V_a = z_{aa} I_a$$

ove z_{aa} è l'autoimpedenza di a .

Supponiamo ora a senza corrente e b percorso da una corrente I_b . Per la mutua induzione fra i due circuiti, a diviene sede di una determinata f.e.m. (indotta) E_{ab} .

Nel caso che non vi sia ferro, o più in generale nel caso in cui l'induzione non sia accompagnata da dissipazione d'energia, è noto dall'elettrotecnica elementare che E_{ab} risulta esattamente in quadratura rispetto a I_b per cui detto M (quantità scalare) il coefficiente di mutua induzione possiamo scrivere:

$$E_{ab} = \pm j \omega M I_b$$

ove $\omega = 2 \pi f$ è la pulsazione delle correnti (f la frequenza). (Il segno nel secondo membro dipende dai sensi prefissati come positivi per le correnti nei due circuiti). (Vedasi nota 16).

Ma quando il fenomeno è accompagnato da consumo d'energia la perfetta quadratura non si verifica più e bisognerà quindi scrivere più genericamente:

$$E_{ab} = z_{ab} I_a \quad (51)$$

in cui z_{ab} è un opportuno operatore sempre omogeneo con una impedenza.

Noi, col Fortescue chiameremo z_{ab} , *mutua impedenza di b verso a* . Ora se entrambi i circuiti a e b sono percorsi da corrente la tensione V_a applicata agli estremi di a , dipenderà ovviamente sia dal termine $z_{aa} I_a$ sia dalla tensione indotta E_{ab} . La relazione fra queste quantità si può sempre ridurre ad una semplice somma vettoriale per cui potremo genericamente scrivere:

$$V_a = z_{aa} I_a + E_{ab} = z_{aa} I_a + z_{ab} I_b \quad (52)$$

In realtà questa somma non è lecita rigorosamente che nel caso in cui non ci sia ferro, perchè solo allora i flussi sono algebricamente sovrapponibili e z_{aa} , z_{ab} sono dei veri parametri costanti cioè indipendenti sia da I_a che da I_b .

⁽¹⁵⁾ Si veda - A. BARBAGELATA - Costruzione e prova Macchine Elettiche - Parte II, pag. 45.

⁽¹⁶⁾ Abbiamo detto ed indicato genericamente una somma fra $z_{aa} I_a$ ed E_{ab} , ma affinché ciò si verifichi bisognerà caso per caso esaminare il segno da attribuire a z_{ab} .

Insistiamo precisando questo punto, che si presenta spesso singolarmente delicato. In un circuito, fissato che sia il senso positivo della corrente, che è interamente arbitrario, resta pure assegnato il senso positivo delle f. e. m. (chiamate spesso anche *tensioni*) interne al circuito e quello dei flussi concatenati.

Sono positive quelle f. e. m. che hanno lo stesso senso delle correnti, negative le altre. Sono positivi i flussi che si concatenano al circuito collo stesso senso del flusso generato da una corrente che lo percorra positivamente, e che è stabilito dalla usuale regola del cavatappi.

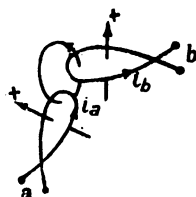


Fig. 40.

Richiamato ciò si considerino due circuiti distinti a e b e si fissino arbitrariamente i sensi delle correnti positive (fig. 40) in ciascuno di essi. Vediamo allora come si stabilisce il segno della f.e.m. indotta da b in a . La corrente positiva e variabile i_b invia il flusso $\varphi = M i_b$ nel circuito a . Questo flusso è rispetto ad a positivo o negativo a seconda che si concatena positivamente o negativamente con a . Col segno di φ resta stabilito il segno di $\frac{d\varphi}{dt}$ e quindi anche quello della f.e.m. indotta e che

Tuttavia la precedente espressione conserva tutto il suo valore teorico anche in presenza di materiale magnetico purchè si ricordi che z_{aa} , z_{ab} non saranno più delle costanti, ma bensì delle opportune impedenze (*parametri sperimentali*) funzioni della saturazione del ferro cioè contemporaneamente di I_a e di I_b .

L'espressione (52) si riferisce al circuito a , per il circuito b potremo analogamente scrivere:

$$V_b = z_{bb} I_b + z_{ba} I_a$$

ove z_{aa} è l'autoimpedenza di b e z_{ba} è la mutua impedenza di a verso b .

Nell'ipotesi più generale si dovrà ritenere z_{ba} diverso da z_{ab} ma spesso a meno di fenomeni secondari si potranno ritenere uguali.

L'estensione al caso di più di due circuiti è ovvia.

Per completare queste considerazioni mostriamo un'altra forma sotto la quale si possono mettere le precedenti relazioni.

Contempliamo, ad esempio, il caso di tre circuiti a , b , c . Col criterio precedente fra le singole tensioni e le correnti si scriverebbe:

$$\begin{aligned} V_a &= z_{aa} I_a + z_{ab} I_b + z_{ac} I_c \\ V_b &= z_{bb} I_b + z_{bc} I_c + z_{ba} I_a \\ V_c &= z_{cc} I_c + z_{ca} I_a + z_{cb} I_b \end{aligned} \quad (53)$$

Ma fra le linee d'induzione che, in un certo istante, costituiscono il flusso complessivo generato dalle tre correnti I_a , I_b , I_c , agenti insieme, ve ne sono di quelle che risultano concatenate con *tutti e tre i circuiti* e altre che non lo sono con tutti, ma, ad esempio nel caso attuale, soltanto con uno o due.

Ora è noto che si suole, specialmente nello studio delle macchine, tener distinto l'effetto del complesso delle linee concatenate contemporaneamente con tutti i circuiti (*flusso principale*) dagli effetti prodotti dalle rimanenti (*flussi dispersi*), per cui adottando questa separazione si può scrivere in luogo del sistema (53) il seguente:

$$\begin{aligned} V_a &= E_a + z'_{aa} I_a + z'_{ab} I_b + z'_{ac} I_c \\ V_b &= E_b + z'_{bb} I_b + z'_{bc} I_c + z'_{ba} I_a \\ V_c &= E_c + z'_{cc} I_c + z'_{ca} I_a + z'_{cb} I_b \end{aligned} \quad (54)$$

In questo E_a , E_b , E_c , sono le f. e. m. indotte dal flusso principale rispettivamente nei circuiti a , b , c . e z'_{aa} , ..., z'_{ab} , ..., z'_{ac} , ..., sono sempre degli operatori impedenza ma naturalmente di valore diverso dagli omologhi che appaiono nelle (53).

Nelle macchine è relativamente facile stabilire l'andamento medio del flusso principale per cui risulta pure relativamente facile esprimere i valori di E_a , E_b , E_c .

è data, dalla fondamentale relazione:

$$e = - \frac{d\varphi}{dt}$$

Ma passiamo ora a considerare l'espressione della tensione v agli estremi di a che è, come si sa, definita dalla differenza fra il potenziale assoluto dell'estremo dal quale entra la corrente positiva e quello dell'altro estremo.

Detta tensione v deve per la legge di Ohm, uguagliare la caduta di tensione ri (r resistenza del circuito) diminuita della somma algebrica di tutte le f.e.m. interne ($v = ri - \Sigma e$); quindi se una di queste f.e.m. è positiva rispetto al circuito apparirà negativamente nell'espressione di v e viceversa. Così mentre l'espressione di una f.e.m. indotta è $-\frac{d\varphi}{dt}$, nell'espressione di v questo termine apparirà scritto $+\frac{d\varphi}{dt}$.

Noi abbiamo ragionato sui valori istantanei di grandezze variabili ma sappiamo che lo stesso linguaggio vale anche per le grandezze sinusoidali grazie alla loro rappresentazione vettoriale ed al conseguente uso dei numeri complessi. Come esempio sappiamo che la f.e.m. d'auto-induzione di un circuito è espressa da $-L \frac{di}{dt}$ e quando i fosse una corrente alternativa sinusoidale, detta f.e.m. risulta analiticamente rappresentata da $-j\omega L I$ ed il vettore che la rappresenta è in ritardo di $\frac{\pi}{2}$ (90°) sul vettore corrente che la produce. Ma quando si passa a considerare la tensione agli estremi del circuito si scrive:

$$V = (r + j\omega L) I \text{ e non } V = (r - j\omega L) I.$$

Da quanto abbiamo richiamato scende che l'espressione (52) si sarebbe logicamente dovuta scrivere $V_a = z_{aa} I_a - E_{ab}$ poichè nella (51) E_{ab} è stata considerata come f.e.m. interna al circuito a , ma è per rendere più uniforme l'espressione generale (52) e le seguenti, che l'abbiamo scritta nella forma suesposta.

Inoltre in esse, le linee del flusso principale attraversano prevalentemente del ferro mentre invece i flussi dispersi si chiudono di solito attraverso lunghi tratti d'aria. Ne risulta che nelle espressioni (54) la parte essenzialmente variabile colla saturazione magnetica è costituita dalle E e che le z' sono assai più costanti delle z che entrano nelle espressioni (53).

31. *Equazioni più generali di un circuito trifase.* — Sia questo costituito da tre circuiti elementari a, b, c (in particolare tre avvolgimenti) collegati a stella. L'estensione al caso di un triangolo è ovvia (§ 22) e ne lasciamo la cura al lettore.

Siano E_a, E_b, E_c , le tre tensioni di fase rispetto al centro della stella. Per quanto abbiamo detto nel precedente paragrafo le relazioni fra le dette tensioni e le correnti I_a, I_b, I_c influenzanti a vicenda, saranno:

$$\begin{aligned} E_a &= z_{aa} I_a + z_{ab} I_b + z_{ac} I_c \\ E_b &= z_{bb} I_b + z_{bc} I_c + z_{ba} I_a \\ E_c &= z_{cc} I_c + z_{ca} I_a + z_{cb} I_b \end{aligned} \quad (55)$$

Queste sono espresse in funzione delle vecchie variabili cioè esse legano le grandezze relative a ciascuno dei circuiti monofasi costituenti quello trifase. Osserviamo che nel caso più generico occorrono nove parametri per definire il comportamento di una terna di circuiti.

Deduciamo ora le relazioni fra i componenti simmetrici di $S(E_a)$ e di $S(I_a)$.

All'uopo conviene raggruppare i nove parametri z così:

- le tre autoimpedenze di ciascun circuito: z_{aa}, z_{bb}, z_{cc}
- le tre mutueimpedenze di un circuito verso il precedente: z_{ab}, z_{bc}, z_{ca}
- le tre mutueimpedenze di un circuito verso il seguente: z_{ac}, z_{ba}, z_{cb}

Ciascun gruppo costituisce una terna di operatori, agenti sempre sullo stesso sistema di correnti $S(I_a)$. Le tre terne risulterebbero evidentemente di sequenza zero se i circuiti fossero identici e disposti simmetricamente uno rispetto all'altro.

Indicando le precedenti terne di operatori rispettivamente con $S(z_{aa}), S(z_{ab}), S(z_{ac})$, per il principio del § 22, dalla prima delle (55) si deduce:

$$S(E_a) = S(z_{aa}) \cdot S(I_a) + S(z_{ab}) \cdot S(I_b) + S(z_{ac}) S(I_c) \quad (56)$$

Esprimendo in questa ciascun sistema mediante i propri componenti e sviluppando al solito modo si deducono le relazioni cercate. Si ha:

$$\begin{aligned} S(E_a) &= S^0 E_{a0} + S^1 E_{a1} + S^2 E_{a2} \\ S(z_{aa}) &= S^0 z_{aa0} + S^1 z_{aa1} + S^2 z_{aa2} \\ S(z_{ab}) &= S^1 z_{ab0} + S^1 z_{ab1} + S^2 z_{ab2} \\ S(z_{ac}) &= S^0 z_{ac0} + S^1 z_{ac1} + S^2 z_{ac2} \\ S(I_a) &= I_a, I_b, I_c = S^1 I_{a0} + S^1 I_{a1} + S^2 I_{a2} \\ S(I_b) &= I_b, I_c, I_a = S^1 I_{b0} + S^1 I_{b1} + S^2 I_{b2} = S^0 I_{a0} + S^1 \alpha^2 I_{a1} + S^2 \alpha I_{a2} \\ S(I_c) &= I_c, I_a, I_b = S^1 I_{c0} + S^1 I_{c1} + S^2 I_{c2} = S^1 I_{a0} + S^1 \alpha I_{a1} + S^2 \alpha^2 I_{a2} \end{aligned}$$

Sostituendo nella (56) e identificando nei due membri i termini sotto la stessa sequenza risulta facilmente:

$$\begin{aligned} E_{a0} &= (z_{aa0} + z_{ab0} + z_{ac0}) I_{a0} + (z_{aa2} + \alpha^2 z_{ab2} + \alpha z_{ac2}) I_{a1} + \\ &\quad + (z_{aa1} + \alpha z_{ab1} + \alpha^2 z_{ac1}) I_{a2} \\ E_{a1} &= (z_{aa1} + z_{ab1} + z_{ac1}) I_{a0} + (z_{aa0} + \alpha^2 z_{ab0} + \alpha z_{ac0}) I_{a1} + \\ &\quad + (z_{aa2} + \alpha z_{ab2} + \alpha^2 z_{ac2}) I_{a2} \\ E_{a2} &= (z_{aa2} + z_{ab2} + z_{ac2}) I_{a0} + (z_{aa1} + \alpha^2 z_{ab1} + \alpha z_{ac1}) I_{a1} + \\ &\quad + (z_{aa0} + \alpha z_{ab0} + \alpha^2 z_{ac0}) I_{a2} \end{aligned} \quad (57)$$

Queste sono, con le nuove coordinate, le equazioni del più generale sistema trifase di circuiti e le possiamo compendiosamente trascrivere così:

$$\begin{aligned} E_{a0} &= Z_{00} I_{a0} + Z_{d2} I_{a1} + Z_{s1} I_{a2} \\ E_{a1} &= Z_{01} I_{a0} + Z_{d0} I_{a1} + Z_{s2} I_{a2} \\ E_{a2} &= Z_{02} I_{a0} + Z_{d1} I_{a1} + Z_{s0} I_{a2} \end{aligned} \quad (57bis)$$

(Il secondo indice delle Z ricorda sempre la sequenza della terna di operatori di cui quello è il principale; mentre il primo indice ricorda la corrente, o zero, o diretta, od inversa a cui è applicato).

Naturalmente anche nelle (57 bis), come nelle (55) i parametri occorrenti per definire il comportamento del sistema di

circuiti sono in generale nove, ma le (57 bis) si prestano meglio delle (55) a studiare i casi particolari.

Fra questi, ad esempio, è di singolare importanza il caso dei circuiti trifasi simmetrici cioè quelli in cui i tre circuiti sono identici e simmetricamente disposti, come lo sono ad esempio gli avvolgimenti dello stator di un comune alternatore o motore trifase.

In tal caso, per evidenti ragioni di simmetria, risultano uguali gli operatori di ciascuno dei tre gruppi $S(z_{aa})$; $S(z_{ab})$; $S(z_{ac})$, cioè, come abbiamo già accennato, detti sistemi sono a sequenza zero. Pertanto nelle (57) saranno nulli tutti i componenti z aventi l'ultimo indice diverso da zero e quindi esse si riducono a:

$$\begin{aligned} E_{a0} &= (z_{aa0} + z_{ab0} + z_{ac0}) I_{a0} = Z_{00} I_{a0} \\ E_{a1} &= (z_{aa0} + \alpha^2 z_{ab0} + \alpha z_{ac0}) I_{a1} = Z_{d0} I_{a1} \\ E_{a2} &= (z_{aa0} + \alpha z_{ab0} + \alpha^2 z_{ac0}) I_{a2} = Z_{s0} I_{a2} \end{aligned} \quad (58)$$

Queste semplicissime relazioni riaffermano ed estendono un fatto di esperienza quotidiana e perciò ben noto ai tecnici.

E' risaputo infatti che un avvolgimento trifase simmetrico alimentato da un sistema simmetrico di tensioni richiama dalla rete una terna di correnti pure simmetrica e avente lo stesso senso ciclico di quella delle tensioni applicate.

Ma in più le (58) pongono in evidenza che se all'avvolgimento trifase si applicasse un sistema di tensioni asimmetrico (ossia, contemporaneamente, terne di tensioni di diversa sequenza), ciascun componente del sistema di correnti che ne risulta dipende soltanto dal componente omonimo delle tensioni.

In altre parole per gli avvolgimenti trifasi simmetrici vale l'ordinario principio di sovrapposizione degli effetti, salvo come al solito le limitazioni che in presenza di ferro derivano dalla saturazione magnetica.

Le relazioni (58) sono fondamentali poichè vedremo che alla loro forma si riducono anche le equazioni che esprimono il funzionamento delle ordinarie macchine trifasi simmetriche. Ma mentre per queste i parametri Z_{d0} e Z_{s0} risultano come vedremo, ordinariamente diversi, nel caso che qui stiamo considerando, cioè quello di un solo avvolgimento trifase, si può assumere di solito $Z_{d0} = Z_{s0}$. Infatti per la simmetria le mutue impedenze di un avvolgimento rispetto al seguente ed al precedente si possono ritenere uguali, con che risulta $z_{ab0} = z_{ac0}$ e di conseguenza:

$$Z_{d0} = Z_{s0} = z_{aa0} + (\alpha^2 + \alpha) z_{ab0} = z_{aa0} - z_{ab0} = z_{aa} - z_{ab}$$

mentre Z_{00} diviene:

$$Z_{00} = z_{aa0} + 2 z_{ab0} = Z_{d0} + 3 z_{ab}$$

Ritornando al caso generale di un circuito trifase qualunque, se pur essendo diversi ed asimmetrici i circuiti elementari costituenti la stella, si assumono uguali le reciproche mutueimpedenze fra due circuiti ossia se è $z_{ab} = z_{ba}$; $z_{bc} = z_{cb}$; $z_{ca} = z_{ac}$, i parametri Z delle (57 bis) si riducono a 6.

Infatti si verifica facilmente che con questa ipotesi è

$$z_{ac0} = z_{ab0} ; z_{ac1} = \alpha z_{ab1} ; z_{ac2} = \alpha^2 z_{ab2}$$

per cui risulta:

$$\begin{aligned} Z_{00} &= z_{aa0} + 2 z_{ab0} \\ Z_{s1} &= Z_{01} = z_{aa1} + (1 + \alpha) z_{ab1} = z_{aa1} - \alpha^2 z_{ab1} \\ Z_{d2} &= Z_{02} = z_{aa2} + (1 + \alpha^2) z_{ab2} = z_{aa2} - \alpha z_{ab2} \\ Z_{s0} &= Z_{d0} = z_{aa0} + (\alpha + \alpha^2) z_{ab0} = z_{aa0} - z_{ab0} \\ Z_{d1} &= z_{aa1} + 2 \alpha^2 z_{ab1} \\ Z_{s2} &= z_{aa2} + 2 \alpha z_{ab2} \end{aligned}$$

e ricordando che è:

$$z_{ab0} = z_{bc0} ; \alpha^2 z_{ab1} = z_{bc1} ; \alpha z_{ab2} = z_{bc2}$$

le (57 bis) diventano

$$\begin{aligned} E_{a0} &= (Z_0 + 3 z_{bc0}) I_{a0} + Z_2 I_{a1} + Z_1 I_{a2} \\ E_{a1} &= Z_1 I_{a0} + Z_0 I_{a1} + (Z_2 + 3 z_{bc2}) I_{a2} \\ E_{a2} &= Z_2 I_{a0} + (Z_1 + 3 z_{bc1}) I_{a1} + Z_0 I_{a2} \end{aligned} \quad (59)$$

con:

$$Z_0 = z_{aa0} - z_{bc0}$$

$$Z_1 = z_{aa1} - z_{bc1}$$

$$Z_2 = z_{aa2} - z_{bc2}$$

Le espressioni (58) valgono come abbiamo accennato, ad esprimere il comportamento di un motore o di un alternatore che avessero il rotor aperto e si potrebbe pensare che valessero anche per esprimere il funzionamento a vuoto di un comune trasformatore trifase a nuclei affiancati. Ma a stretto rigor di logica ciò non è, perchè è noto che il circuito magnetico degli usuali trasformatori non è ugualmente influenzato da tutti gli avvolgimenti; in altre parole, il primario od il secondario di un ordinario trasformatore non si possono nel funzionamento a vuoto ritenere dei circuiti trifasi simmetrici ⁽¹⁷⁾.

Come esempio determiniamo allora le equazioni più generali per questo caso.

Chiamando a l'avvolgimento della gamba centrale e b e c gli altri due, per ragioni di simmetria possiamo porre:

$$\begin{aligned} S(z_{aa}) &= z_{aa} & ; & z_{bb} & ; & z_{cc} = z_{bb} \\ S(z_{ab}) &= z_{ab} & ; & z_{bc} & ; & z_{ca} \\ S(z_{ac}) &= z_{ac} = z_{ab} & ; & z_{ba} = z_{ca} & ; & z_{cb} = z_{bc} \end{aligned}$$

Quindi risulta:

$$\begin{aligned} z_{aa2} &= z_{aa1} \\ z_{ac0} &= z_{ab0} & ; & z_{ac1} = z_{ab2} & ; & z_{ac2} = z_{ab1} \end{aligned}$$

con le quali si verificano facilmente le seguenti uguaglianze fra le Z delle (57 bis):

$$\begin{aligned} Z_{02} &= Z_{01} \\ Z_{s1} &= Z_{d2} \\ Z_{s2} &= Z_{d1} \\ Z_{s0} &= Z_{d0} \end{aligned}$$

Le (57 bis) si scrivono allora:

$$\begin{aligned} E_{a0} &= Z_{00} I_{a0} + Z_2 I_{a1} + Z_2 I_{a2} \\ E_{a1} &= Z_{01} I_{a0} + Z_0 I_{a1} + Z_1 I_{a2} \\ E_{a2} &= Z_{01} I_{a0} + Z_1 I_{a1} + Z_0 I_{a2} \end{aligned} \quad (60)$$

nelle quali abbiamo tralasciato per semplicità l'indice d dalle Z degli ultimi termini.

Noi abbiamo preso le mosse dalle relazioni (55) ma qualora tornasse opportuno esprimere il legame fra le tensioni e le correnti nei tre circuiti mediante relazioni come le (54), è evidente a quali equazioni si giungerà.

L'ultimo trinomio del secondo membro delle (54) si presenta infatti, a parte il diverso valore delle z' , del tutto analogo al secondo membro delle (55) per cui ad esempio le (58) si scriveranno:

$$\begin{aligned} E_{a0} &= E'_{a0} + Z'_{00} I_{a0} \\ E_{a1} &= E'_{a1} + Z'_{d0} I_{a1} \\ E_{a2} &= E'_{a2} + Z'_{s0} I_{a2} \end{aligned}$$

nelle quali E'_{a0} , E'_{a1} , E'_{a2} sono le tensioni zero, diretta ed inversa indotte dal flusso principale e Z'_{00} , Z'_{d0} , Z'_{s0} sono le impedenze complessive corrispondenti alle Z delle (58) ma calcolate con le z' delle (54).

32. *Alcuni esempi di auto e mutueimpedenze.* — Quantunque il significato fisico dei vari simboli z o Z che appaiono nelle relazioni che abbiamo man mano scritto, scenda chiaro dalle considerazioni svolte al § 31, pensiamo che forse il lettore resterà a tutta prima perplesso di fronte ad essi, specialmente non essendo a prima vista palese quale espressione essi possono avere.

Ma giova notare che finchè ci si limita a studiare il comportamento di un dato circuito trifase sotto svariate e generali condizioni d'alimentazione, cioè in senso generale il suo *funzionamento*, non è affatto necessario possedere le espressioni delle diverse z , bastando all'uopo la forma delle equazioni che legano le grandezze essenzialmente variabili cioè le tensioni e le correnti.

Ora da questo punto di vista, che è appunto il nostro, le precedenti equazioni sono perfettamente corrette, ed essendole per i casi più disparati sarebbe, oltrechè superfluo, impossibile dare delle varie z una loro espressione generale in funzione degli elementi (flussi, resistenze, ecc.) che le determinano, variando questi da caso a caso.

D'altra parte l'esatto valore delle auto o mutueimpedenze di una terna reale di circuiti qualunque, dipende in generale

da parecchi fenomeni, buona parte dei quali sfugge ad un calcolo diretto, per cui conviene specialmente per gli scopi nostri, supporre che detti operatori siano stati determinati sperimentalmente.

In quest'ordine d'idee possiamo successivamente ammettere che siano senz'altro frutto di misure dirette anche i vari coefficienti Z che appaiono nelle relazioni come le (57 bis); (58), (59) e (60).

Il mostrare come ciò si possa fare esorbita dai limiti che ci siamo proposti, ma ad esempio per determinare le nove impedenze delle (57 bis) si può pensare di disporre di tre f.e.m. isofrequenziali regolabili di valore e fase indipendentemente l'una dall'altra e alimentare con esse la terna di circuiti da studiare regolando le cose in modo da realizzare prima un sistema di correnti a sequenza zero poi uno diretto indi uno inverso. Ogni esperienza richiederà una terna di tensioni che scomposta nei suoi componenti simmetrici permetterà di dedurre le tre Z relative al sistema di correnti realizzato.

Questo il procedimento nel caso più generale; nei casi particolari la ricerca si semplifica come ciascuno può vedere.

Tuttavia per illustrare le precedenti teorie mostriamo quali sarebbero le espressioni delle auto e mutueimpedenze su qualche esempio tipico.

Queste espressioni anche se approssimate possono servire a stabilire i valori relativi delle diverse Z , cioè quali fra queste possono eventualmente essere trascurate in pratica.

Consideriamo gli avvolgimenti dello stator di un comune alternatore trifase, così come sono schematizzati nella fig. 41 che rappresenta a sinistra il caso di una macchina bipolare e a destra, raddrizzato per comodità, una parte dello stator di una macchina multipolare.

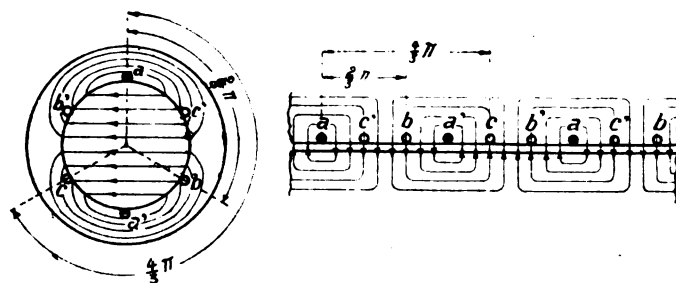


Fig. 41. — Schematici avvolgimenti trifasi.

Trascuriamo tutti i fenomeni secondari (resistenze, perdite di energia nel ferro, ecc.), e teniamo conto solo del flusso generato dalle correnti che è il fenomeno predominante.

Indicando con L (quantità scalare) il coefficiente d'auto-induzione di uno degli avvolgimenti, (che per la simmetria dell'insieme è lo stesso per tutti, ma che è naturalmente variabile con il valore dell'induzione per la presenza del ferro) il flusso concatenato all'avvolgimento a sarà $L I_a$.

Non tenendo conto dei fenomeni secondari la tensione di fase E_a deve essere uguale ed opposta (vedi nota 14) a quella indotta da detto flusso, cioè sarà

$$E_a = + j \omega L I_a \quad (\omega = 2 \pi f)$$

Quindi l'autoimpedenza z_{aa} di a è:

$$z_{aa} = + j \omega L$$

Lo stesso valore, per la simmetria, hanno z_{bb} e z_{cc} .

Per determinare ora il valore delle mutueimpedenze esprimiamo le tensioni che la corrente I_a indurrà negli avvolgimenti b e c .

Ammettiamo che il flusso generato da I_a sia uniformemente distribuito, allora la parte di esso concatenata con b e c è, per il noto teorema delle proiezioni, rispettivamente:

$$\begin{aligned} \text{con } b &: L I_a \cos \frac{2}{3} \pi = - \frac{1}{2} L I_a \\ \text{con } c &: L I_a \cos \frac{4}{3} \pi = - \frac{1}{2} L I_a \end{aligned}$$

(Le linee d'induzione schematicamente tracciate nella fig. 41 mettono in evidenza questi risultati). Le tensioni indotte da I_a in b e c risultano perciò uguali fra loro e saranno espresse da:

⁽¹⁷⁾ Lo sarebbero invece gli avvolgimenti di quei trasformatori, oggi abbandonati, che avevano le tre gambe disposte ai vertici di un triangolo equilatero.

Ne scende che le mutue induzioni z_{bo} e z_{co} sono (per il segno vedi nota 14)

$$z_{bo} = z_{co} = -j \frac{1}{2} \omega L$$

e per la simmetria questo è pure il valore di tutte altre.

Con questi valori e ammesso che gli avvolgimenti siano collegati a stella calcoliamo le Z delle espressioni (58); che risultano:

$$Z_{00} = z_{ao0} + 2z_{abo} = z_{ao} + 2z_{ab} = j\omega L - 2 \cdot j \frac{1}{2} \omega L = 0$$

$$Z_{d0} = Z_{s0} = z_{ao0} - z_{abo} = z_{ao} - z_{ab} = j\omega L - \left(-j \frac{1}{2} \omega L\right) = j \frac{3}{2} \omega L.$$

Si noti che Z_{00} risulta nullo il che significa che E_{ao} , cioè la tensione del centro della stella rispetto al centro astratto della linea alimentante (§ 19), sarà nulla qualunque sia I_{ao} ; in altre parole il centro della stella avrà sempre la tensione del centro astratto.

In realtà tenendo conto dei fenomeni secondari Z_{00} non risulterebbe più nullo ma tuttavia il suo valore sarà sempre piccolo di fronte a Z_{d0} .

Non tanto per l'importanza pratica che può avere lo studio del funzionamento a vuoto di un trasformatore trifase, ma come esempio di espressioni più complete di auto e mutue impedenze vediamo quelle degli avvolgimenti o primari o secondari di un comune trasformatore.

Siano (fig. 42) a, b, c i tre avvolgimenti, a quello della gamba centrale. Per costruzione sono uguali cioè hanno lo stesso numero di spire e quindi anche la stessa resistenza ohmica r .

Calcoliamo l'autoimpedenza z_{aa} di a . La relazione fra la corrente I_a e la tensione E_a che la produce si desume dal ben noto diagramma vettoriale della fig. 43 che è costruito in base alle seguenti considerazioni.

La corrente I_a produce un flusso complessivo ϕ_a che è utile pensare diviso in due parti. Una prima parte costituita dall'insieme delle linee che come le B' (fig. 42) si chiudono completamente o prevalentemente nel ferro (flusso principale), la seconda costituita da quelle che come le B'' si chiudono completamente o prevalentemente nell'aria (flusso disperso).

I due flussi non sono in fase, poichè mentre il primo, (rappresentato in fig. 43 dal vettore ϕ'_a) per l'isteresi magnetica e per le reazioni delle correnti parassite nel ferro, risulterà spostato in ritardo rispetto alla corrente I_a di un certo angolo η_a , il secondo invece (rappresentato dal vettore ϕ''_a) risulterà praticamente in fase con I_a .

Inoltre i due flussi si differenziano anche perchè mentre ϕ'_a dipende a pari corrente dalla saturazione del ferro, ϕ''_a ne è praticamente indipendente ed è per questo sensibilmente proporzionale a I_a . Quest'ultimo flusso è quello che determina l'ordinaria reattanza interna dell'avvolgimento.

Dopo ciò la tensione E_a , occorrente per mantenere I_a , dovrà uguagliare la somma vettoriale delle seguenti tensioni:

la f.e.m. indotta dal flusso ϕ'_a col segno cambiato $E'_a = j\omega \phi'_a$, quella indotta dal flusso ϕ''_a » $E''_a = j\omega \phi''_a$ e la caduta di tensione dovuta alla resistenza r dell'avvolgimento cioè: $r I_a$

(In queste relazioni e le seguenti, tutte vettoriali, sono vettori le E , le I , le z ed i ϕ , scalari tutte le altre quantità).

Il flusso ϕ''_a è in fase con I_a quindi si può scrivere:

$$\phi''_a = I_a I_a ; E''_a = j\omega \phi''_a = j\omega L_a I_a = j x_a I_a$$

ϕ'_a non è in fase ma lo possiamo scomporre in due parti una $L_a I_a$ in fase con I_a , l'altra $-j L'_a I_a$ in quadratura (fig. 43) per cui:

$$E'_a = j\omega \phi'_a = j\omega (L_a - j L'_a) I_a = \omega L_a I_a + j\omega L'_a I_a = R_a I_a + j\omega L_a I_a$$

Abbiamo posto $\omega L'_a = R_a$ perchè essendo un numero reale è assimilabile con una resistenza ohmica ed è infatti quella resistenza fittizia che tien conto delle perdite di energia nel ferro.

Ricapitolando avremo:

$$E_a = E'_a + E''_a + r I_a = (R_a + r + j x_a + j\omega L_a) I_a$$

e quindi l'autoimpedenza z_{aa} risulta espressa da:

$$z_{aa} = r + R_a + j x_a + j\omega L_a$$

Da questa, per analogia, si deducono subito le espressioni

di z_{bb} e z_{cc} che sappiamo essere fra loro uguali per la parziale simmetria del sistema (§ 32). Esse sono

$$z_{bb} = z_{cc} = r + R_b + j x_b + j\omega L_b$$

Ricordiamo che R_b, x_b, L_b risultano diversi dai corrispondenti termini con l'indice a perchè gli avvolgimenti b e c magnetizzano il nucleo in modo diverso di a . Di solito essendo maggiore la riluttanza magnetica rispetto all'avvolgimento b risulta $L_b < L_a$ e $R_b < R_a$ mentre x_b e x_a possono anche essere sensibilmente uguali.

Calcoliamo ora la tensione indotta dalla stessa corrente I_a prima considerata, nei due avvolgimenti b e c ; espressione che permetterà di scrivere le mutue impedenze z_{ca} e z_{ba} (uguali per simmetria).

Dell'intero flusso ϕ_a prodotto da I_a solo la parte ϕ'_a (figura 42 e 43) interessa gli avvolgimenti b e c e poichè questo

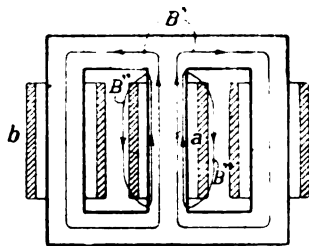


Fig. 42

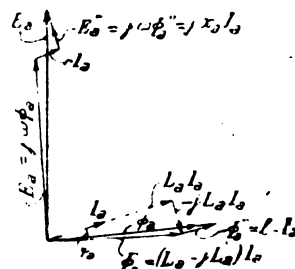


Fig. 43.

si divide in parti uguali fra le due gambe, la f.e.m. indotta in b e c sarà, salvo il segno, sensibilmente la metà di quella indotta dallo stesso ϕ'_a in a . Il segno di E_{ba} e E_{ca} è da assumersi negativo rispetto ad E'_a perchè il flusso che produce entra negli avvolgimenti b e c in senso opposto a quello che fissiamo come positivo e che è dal basso in alto per tutti e tre gli avvolgimenti. Quindi sarà:

$$E_{ba} = E_{ca} = -\frac{1}{2} E'_a = -\frac{1}{2} R_a I_a - j \frac{1}{2} \omega L_a I_a$$

per cui è:

$$z_{ba} = z_{ca} = -\frac{1}{2} R_a - j \frac{1}{2} \omega L_a$$

Analogo ragionamento vale per calcolare le tensioni indotte da uno degli avvolgimenti b o c , ad esempio il b , negli altri due, ma in più bisogna osservare che il flusso ϕ'_b (analogo di ϕ'_a) non si dividerà ugualmente fra le due gambe.

In a ne andrà una frazione λ in più della metà, cioè

$$\left(\frac{1}{2} + \lambda\right) \phi'_b,$$

mentre in c ne andrà la frazione $\left(\frac{1}{2} - \lambda\right)$.

Quindi avremo:

$$z_{ab} = z_{ac} = -\left(\frac{1}{2} + \lambda\right) R_b - j \left(\frac{1}{2} + \lambda\right) \omega L_b$$

$$e \quad z_{cb} = z_{bc} = -\left(\frac{1}{2} - \lambda\right) R_b - j \left(\frac{1}{2} - \lambda\right) \omega L_b$$

Con questi elementi è facile calcolare, supposti collegati a stella gli avvolgimenti i componenti simmetrici z_{aa0} , ecc. z_{ab0} ecc., ecc., e successivamente le espressioni delle Z che appaiono nella relazione 60.

Si ottiene con facili calcoli:

$$Z_{00} = z_{ao0} + 2z_{abo} = r + j \frac{x_a + 2x_b}{3}$$

$$Z_{01} = z_{ao1} - z_{abo} = r + j \frac{x_a + 2x_b}{3} + \frac{R_a + 2R_b}{2} + j\omega \frac{L_a + 2L_b}{2}$$

$$Z_{02} = z_{ao2} + z_{ab1} + z_{ab2} = z_{ao1} - z_{abo} + z_{ab} = \\ = + j \frac{x_a - x_b}{3} + \frac{R_a - (1+2\lambda)R_b}{2} + j\omega \frac{L_a - (1+2\lambda)L_b}{2}$$

$$Z_{11} = z_{aa1} + z^2 z_{ab1} + z z_{ab2} = z_{aa1} - z_{abo} + z_{bc} = \\ = + j \frac{x_a - x_b}{3} + \frac{R_a - (1-2\lambda)R_b}{2} + j\omega \frac{L_a - (1-2\lambda)L_b}{2}$$

$$Z_{22} = z_{aa1} + z^2 z_{ab2} + z z_{ab1} = z_{aa1} - z_{abo} + z_{ca} = + j \frac{x_a - x_b}{3}$$

Da queste relazioni appare chiaramente come tutte le Z salvo Z_0 siano piccole di fronte a quest'ultima.

Se supponiamo che praticamente sia:

$$\begin{aligned} x_a &= x_b = x & (\text{reattanza media di un avvolgimento}) \\ R_b &= R_a = R & (R I^2 = \text{perdite medie nel ferro alimentando un solo avvolgimento}) \\ L_b &= L_a = L & (\text{rapporto medio fra flusso nel ferro e corrente alimentando un solo avvolgimento}) \end{aligned}$$

risulta:

$$\begin{aligned} Z_{00} &= r + jx \\ Z_0 &= r + jx + \frac{3}{2}R + j\frac{3}{2}\omega L \\ Z_{01} &= -\lambda(R + j\omega L) \\ Z_1 &= \lambda(R + j\omega L) \\ Z_2 &= 0 \end{aligned}$$

Come continuazione calcoliamo le correnti che richiede a vuoto un trasformatore trifase a stella con centro isolato quando sia alimentato da tensioni simmetriche. In tal caso è:

$$I_{a0} = 0 ; E_{a1} = j \frac{V_A}{\sqrt{3}} ; E_{a2} = 0$$

(V_A : tensione concatenata)

quindi le equazioni (60) si scrivono:

$$\begin{aligned} E_{a0} &= Z_2 I_{a1} + Z_2 I_{a2} \\ j \frac{V_A}{\sqrt{3}} &= Z_0 I_{a1} + Z_1 I_{a2} \\ 0 &= Z_1 I_{a1} + Z_0 I_{a2} \end{aligned}$$

Dalle ultime due si ottiene

$$\begin{aligned} I_{a1} &= \frac{j Z_0}{Z_0^2 - Z_1^2} \frac{V_A}{\sqrt{3}} \approx j \frac{V_A}{\sqrt{3} Z_0} \\ I_{a2} &= \frac{-j Z_1}{Z_0^2 - Z_1^2} \frac{V_A}{\sqrt{3}} \approx -j \frac{V_A}{\sqrt{3} Z_0} = -\frac{Z_1}{Z_0} I_{a1} \end{aligned}$$

e dalla prima essendo Z_2 sempre molto piccolo

$$E_{a0} \approx 0$$

cioè il centro della stella ha praticamente la tensione del centro astratto del sistema.

:: Sunti e Sommari ::

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

K. SCHMIDT — Un nuovo tipo di moltiplicatore di frequenza per apparati radiotelegrafici. (E. T. Z., Vol. 44, N. 40, 4 ottobre 1923, pag. 910).

L'A., dopo aver esposti i risultati sperimentali ottenuti in un lungo periodo di circa otto anni con moltiplicatori di frequenza, nei quali la saturazione del ferro è ottenuta con corrente continua, descrive un nuovo tipo di moltiplicatore di frequenza, nel quale la saturazione del ferro è prodotta con corrente alternata, e ne tratta la applicazione agli apparati r. t. trasmettenti ad onde persistenti delle stazioni radiotelegrafiche di piccola potenza.

a) Moltiplicatori di frequenza con saturazione del ferro prodotta da corrente continua.

Com'è noto, il tipo più comune di raddoppiatore di frequenza (fig. 1) comprende una coppia di anelli torici, alimentati da corrente alternata ad alta frequenza (5.000-10.000 p. s.), e contemporaneamente saturati da appositi avvolgimenti di corrente continua. Se Φ_1 e Φ_2 (fig. 2) sono le curve del flusso alternativo nei due anelli, le tensioni E_{a1} ed E_{a2} , disponibili ai capi dei due secondari, le tensioni E_{a1} ed E_{a2} , disponibili ai capi dei due secondari, W_1 ed W_2 , avvolti in senso contrario, danno luogo sull'antenna ad una f. e. m. di frequenza doppia (fig. 2a). L'A. si è proposto di ottenere, da questo dispositivo, frequenze di ordine superiore alla seconda, partendo dal concetto che, essendo i due avvolgimenti primari strettamente accoppiati ai secondari, in essi deve necessariamente comparire una armonica di terzo ordine, come conseguenza della sovrapposizione sulla corrente di frequenza fondamentale di una corrente di frequenza doppia, sfasata rispetto alla precedente di 180° (fig. 2b). Per poter utilizzare sull'antenna questa corrente di frequenza tripla, egli deriva

(fig. 3) sugli avvolgimenti primari W_1 , W_2 il circuito d'antenna sintonizzato per tale frequenza; e inserisce nel circuito di alimentazione l'induttanza di arresto L . Ma poichè una corrente di frequenza tripla nei due avvolgimenti primari dà luogo, per l'effetto raddoppiatore, ad una frequenza sestupla nei due avvolgimenti secondari, è possibile alimentare colla stessa coppia di trasformatori torici, anche una seconda antenna ad una frequenza sestupla della fondamentale.

I dati costruttivi e di funzionamento del complesso trasmettente da 25 kW progettato dall'A., in base ai concetti precedenti, sono i

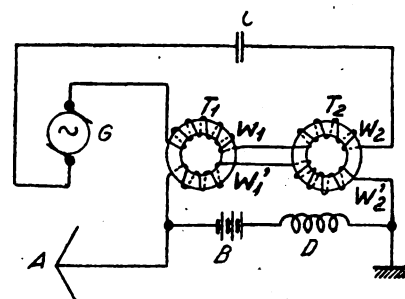


Fig. 1.

seguenti. Generatore, mosso da motore a corrente continua, della frequenza fondamentale di 10.000 p. s.: raddoppiatore costituito da due anelli torici del diametro di 150 mm. e della sezione di 25 mm²; numero delle spire degli avvolgimenti primari 24, dei secondari 18. Autoinduzione dell'alternatore, colle due metà dell'avvolgimento di armatura in parallelo, 63,5 μ H: capacità d'antenna 0,011 μ F: resistenza d'antenna 3,5 Ω : corrente di antenna 76 A: lunghezza di onda 7700 m., per una velocità dell'alternatore di 2840 giri al minuto: corrente nel circuito di frequenza tripla 80 A: corrente continua di eccitazione 60 A alla tensione di 8 V: capacità del condensa-

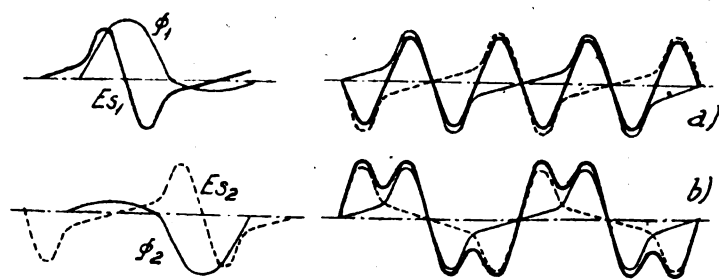


Fig. 2.

tore nel circuito di alimentazione 1,77 μ F: capacità di risonanza del circuito a frequenza tripla 0,49 μ F: potenza dell'antenna 20,2 kW: potenza assorbita dal motore a corrente continua 38 kW: rendimento del motore a corrente continua 90%: dell'alternatore ad alta frequenza 70%: rendimento di trasformazione per la frequenza sestupla 84%.

Per ottenere un raddoppiamento di frequenza non è indispensabile usare una coppia di trasformatori torici, saturati con corrente continua: basta all'uopo un trasformatore unico, in quanto, come dimostra la fig. 2, la curva della tensione disponibile ai capi di cia-

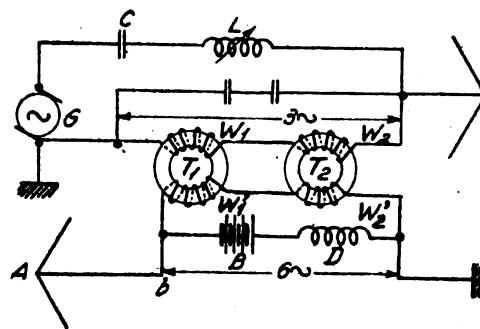


Fig. 3.

scun avvolgimento secondario presenta una forte armonica di secondo grado, di cui si può trarre profitto. Gli esperimenti compiuti dall'A. per questa via hanno dimostrato che la potenza di frequenza doppia, che si può ottenere da un unico anello torico non è molto minore di quella messa in giuoco con due anelli, ed inoltre che il rendimento è dello stesso ordine. E' bensì vero infatti che, a parità di potenza in giuoco, debbono aversi nell'anello unico ampiezze di corrente più elevate, il che porta ad un aumento di perdite, ma d'altro lato si ha una riduzione di perdite per il fatto che il volume di ferro saturato è già metà di quello che si ha nel caso di due tra-

sformatori. Il comportamento dei due raddoppiatori presenta però questa notevole differenza. Nel caso di due anelli torici si ha in ogni istante che la potenza in uscita eguaglia, a meno delle perdite, la potenza in entrata: per la produzione di corrente a frequenza doppia non è indispensabile ricorrere all'uso di un circuito sintonizzato, accoppiato al circuito dei secondari. Nel caso di un anello unico invece solo una delle due semionde della corrente di frequenza fondamentale dà luogo a potenza di frequenza doppia, in quanto l'altra non produce nel nucleo torico una sensibile variazione del flusso: perchè si possa utilizzare in modo continuo la corrente di frequenza doppia, occorre servirsi di un circuito sintonizzato, il quale, durante la semionda inattiva della corrente di frequenza fondamentale, sovrappone l'energia a frequenza raddoppiata. Poichè anche nell'avvolgimento primario la corrente ha una componente di frequenza doppia, è possibile ricavare dal secondario una corrente di frequenza quadrupla.

b) Moltiplicatori di frequenza con saturazione del ferro prodotta da corrente alternata.

Un metodo di moltiplicazione della frequenza, diverso dai due precedentemente considerati, si basa sull'esaltazione delle armoniche, che compaiono in una corrente alternata sinusoidale, la quale circola in un circuito contenente ferro. Il mezzo più opportuno per mettere in evidenza tali armoniche di ordine superiore si è sperimentalmente

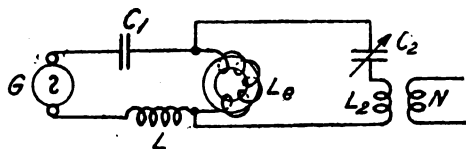


Fig. 4.

rivelato quello di inserire fra il generatore G (fig. 4) e l'autotrasformatore di frequenza L_0 una resistenza ohmica grandissima o meglio un'autoinduzione senza ferro L_1 e di accoppiare in modo lasco il trasformatore al generatore.

Portando per mezzo della capacità C_1 il circuito di alimentazione alla risonanza, la tensione di alimentazione subisce una forte distorsione ed assume, per la presenza di numerose armoniche di ordine

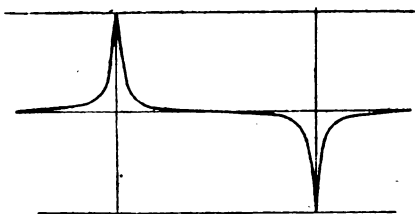


Fig. 5.

elevato, l'andamento a guizzi indicato dalla fig. 5. Sull'induttanza L_0 è derivato il circuito $C_2 L_2$, sintonizzato per quella di tali frequenze, che si vuole utilizzare: ed in tale circuito, per effetto di vera e propria eccitazione ad impulso, si hanno oscillazioni smorzate della frequenza prescelta. I guizzi di tensione caricano il condensatore C_2 , ed il circuito oscilla per proprio conto durante tutto l'intervallo che intercede fra due guizzi successivi, e nel quale la tensione primaria si mantiene praticamente nulla.

Poichè l'ampiezza dei guizzi di tensione nel circuito primario è tanto più elevata quanto minori sono le perdite per correnti parassite nel ferro, l'A., per poter accrescere la potenza disponibile nel circuito secondario, ha dovuto studiare un trasformatore, nel quale tali perdite fossero ridotte al minimo.

A tal uopo, per la costruzione del nucleo, si è servito di filo di ferro acciaioso del diametro di mm. 0,05, smaltato, ed avente una curva di magnetizzazione ad andamento rapidamente ascendente. Il filo è avvolto in modo da costituire degli anelli di piccolo diametro immersi nell'olio; e nel loro interno sono disposti assialmente dei nastri di rame, isolati con vetro, che costituiscono l'avvolgimento della corrente magnetizzante. In relazione al minor volume di ferro e al più breve percorso delle linee di flusso, questo trasformatore dà luogo, a parità di potenza in gioco, a perdite che risultano circa la metà di quelle che si hanno negli ordinari trasformatori di forma torica. Inoltre, poichè a contatto dell'olio si ha non il rame, ma il ferro, nel quale si verifica la maggior produzione di calore, anche il raffreddamento del trasformatore avviene in misura più ampia. I dati costruttivi di un trasformatore dei due tipi per una potenza di antenna di 1 kW risultano i seguenti:

| Trasformatore a nucleo torico | | come progettato dall'A. |
|-------------------------------|----------------------|-------------------------|
| sezione degli anelli | cm ² 3 | cm ² 3 |
| diámetro degli anelli | cm 5,5 | cm 2,6 |
| volume di ferro | cm ³ 52,5 | cm ³ 24,5 |

Con un moltiplicatore di frequenza di questo tipo si possono praticamente realizzare correnti di frequenza assai elevata: fino ad utilizzare la 47^{ma} armonica della frequenza fondamentale con un rendimento all'incirca del 50 per cento.

Lo schema di un apparato trasmettente di questo tipo della potenza di kW 1,5 sull'antenna e per onde della lunghezza di 750 metri è indicato in fig. 6. L'alternatore M , della potenza di 3,5 kVA, è mosso

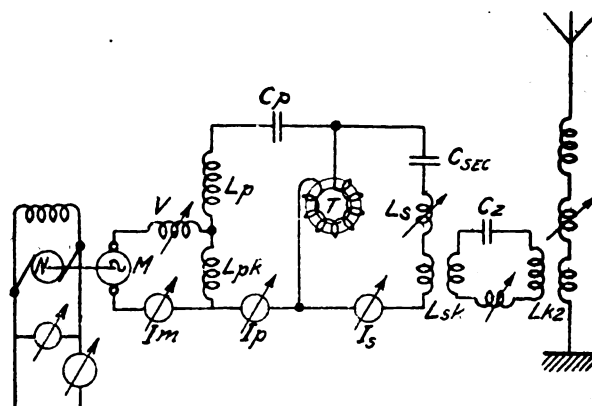


Fig. 6.

da un motore a corrente continua N della potenza di 5 HP: in corrispondenza alla velocità di 3500 giri al minuto, la corrente prodotta ha la frequenza di 7600 p. s. Il circuito dell'alternatore è portato alla risonanza per mezzo del variometro V , il quale inoltre funziona come induttanza di accoppiamento con una parte dell'induttanza L_{pk} del circuito di alimentazione del trasformatore. Con tale disposizione di circuiti si ha il vantaggio che nell'armatura dell'alternatore circola la sola corrente di frequenza fondamentale, ed inoltre nel calcolo di progetto del circuito primario del trasformatore si può prescindere dalla autoinduzione dell'armatura dell'alternatore.

Il secondario è accoppiato all'antenna per mezzo di un circuito intermedio, in virtù del quale le oscillazioni d'antenna sono praticamente libere di armoniche. I dati di funzionamento del complesso in corrispondenza alle due diverse lunghezze d'onda di emissione di 900 e 2100 m sono i seguenti.

| | $\lambda = 900 \text{ m}$ | $\lambda = 2100 \text{ m}$ |
|---|---------------------------|----------------------------|
| Tensione ai morsetti dell'alternatore | $E_m = 126 \text{ V}$ | 130 V |
| Corrente nel circuito dell'alternatore | $I_m = 25 \text{ A}$ | 23 A |
| Tensione alle armature del condensatore del circuito primario | $E_{cp} = 1600 \text{ V}$ | 1680 V |
| Tensione applicata al primario | $E_T = 1200 \text{ V}$ | 1050 V |
| Corrente nel circuito primario | $I_p = 45 \text{ A}$ | 45 A |
| Corrente nel circuito secondario | $I_s = 45 \text{ A}$ | 53 A |
| Corrente d'antenna | $I_A = 9 \text{ A}$ | 13,5 A |
| Capacità di risonanza del primario | $C_p = 0,66 \mu\text{F}$ | 0,66 μF |

Allo scopo di ottenere un'emissione pura l'A., ha inoltre applicato al motore dell'alternatore un sensibilissimo regolatore di velocità, capace di limitare la variazione di velocità dalla condizione a vuoto a quella di pieno carico al 0,10 % (fig. 7). Disposta in prossimità

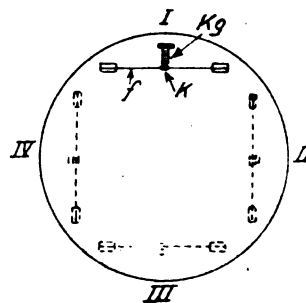


Fig. 7.

della periferia di un disco ruotante si ha l'asticella elastica f , che nel suo punto di mezzo porta un contatto K : quando, per l'azione risultante del peso e della forza centrifuga nelle successive posizioni dell'asticella, il contatto K si chiude coll'altro contatto K , alcune delle spire del circuito di eccitazione del motore a corrente continua sono messe in corto circuito e la velocità del motore diminuisce. Per una velocità del motore di 3000 giri, si hanno circa 50 aperture e chiusure del contatto in ogni minuto, col risultato che la velocità durante la segnalazione si mantiene praticamente costante. L'A. riferisce che in ripetute prove di effettivo funzionamento della stazione si è potuto constatare che la nota di trasmissione è assolutamente pura.

Fe. Vi.

Per il cambio di indirizzo inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.

:: :: :: **CRONACA** :: :: ::

IDRAULICA.

Sifoni autolivellatori. — Fino a pochi anni or sono il livello massimo di ritenuta dei serbatoi o l'altezza massima dell'acqua nei canali erano garantiti dagli sforatori o scaricatori a stramazzo. Sono queste opere costose, che presentano anche lo svantaggio di dover

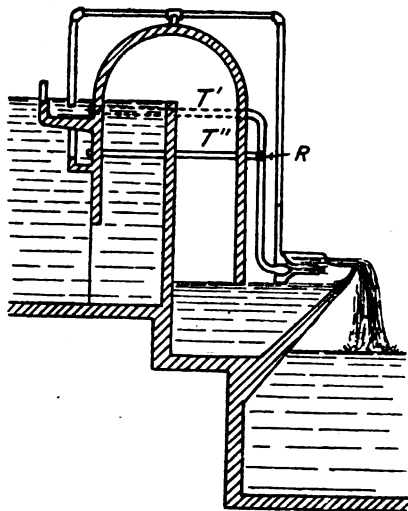


Fig. 1.

diminuire l'altezza di pelo massimo di quel tanto che è necessario, perchè la vena stramazante abbia altezza sufficiente a portare la quantità che deve scaricare. Ciò diminuisce la capacità d'invaso o la sezione utile del canale. Si spiega quindi come da qualche anno siano

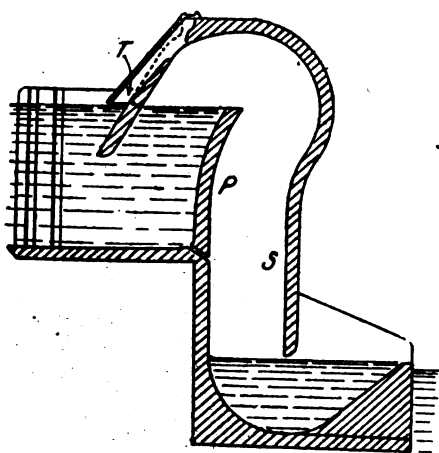


Fig. 2.

entrati nell'uso comune gli scaricatori a sifone, chiamati anche sifoni autolivellatori.

Di alcuni tipi recenti dà notizia G. Ferro in una memoria pubblicata nel fascicolo 4 degli *Annali dei LL. PP.* (Aprile 1924, pagina 293).

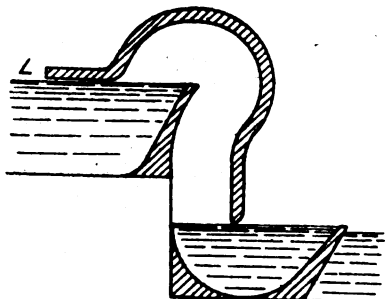


Fig. 3.

La difficoltà che s'incontra per il funzionamento dei sifoni è notoriamente data dalla bolla d'aria, che si forma in testa al sifone e ne impedisce l'innesco, quando il sifone deve cominciare a funzionare, o ne interrompe il funzionamento, se si forma dopo che il si-

fone è innescato. I vari inventori si sono quindi tutti preoccupati di risolvere questo fondamentale problema: asportare la bolla d'aria sia all'innesco, sia durante il funzionamento. Per quanto diversi siano i tipi di sifoni costruiti, e brevettati, il concetto informatore dei vari tipi è uno solo; ed è quello dei comuni eiettori d'aria, provocare cioè da parte di una vena defluente una depressione, in modo che l'aria sia richiamata verso la vena e venga da questa assorbita e trascinata all'esterno.

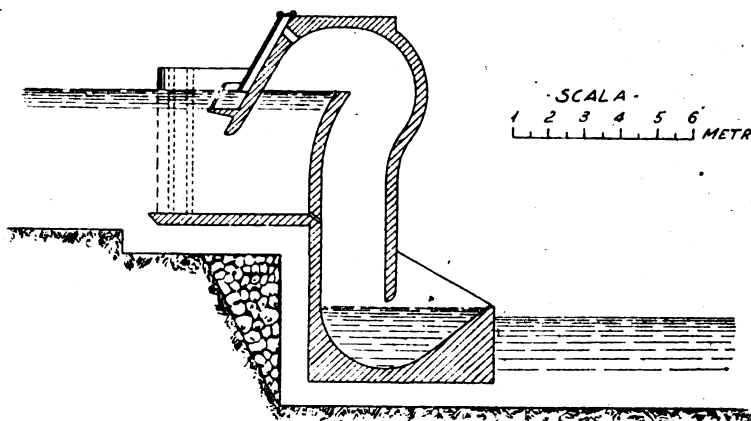


Fig. 4.

L'applicazione più evidente di questo principio è quella indicata nella fig. 1, che rappresenta la sezione di un sifone Gregotti con scaricatore a comando. Il tubo R funziona come un iniettore od iettore ordinario. Può essere innescato automaticamente dal tubo T' quando l'acqua ha raggiunto la massima altezza di ritenuta, od a comando mediante il tubo T'', sul quale è inserito in R un rubinetto a due vie che fa comunicare il tubo R con T' e con T''.

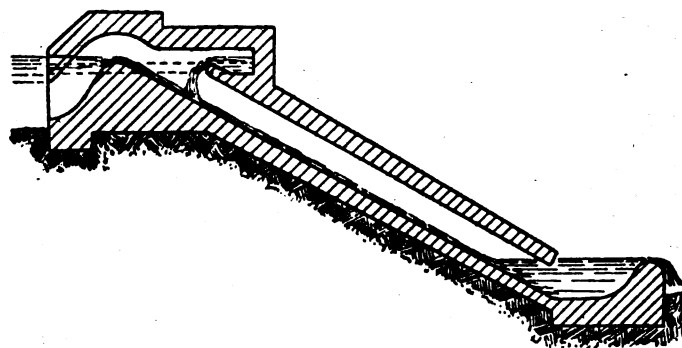


Fig. 5.

Il medesimo ingegnere Gregotti ha brevettato altri tipi di scaricatori a sifone favorevolmente conosciuti ed applicati in Italia. La fig. 2 ne rappresenta uno la cui caratteristica è la curvatura della campana, fatta in modo che la lama stramazante dall'orlo P vada a battere contro la parete opposta S. Un cono di richiamo si forma fra la vena fluida e la parete del sifone. Il tubo T serve a lasciare entrare l'aria per il disinnesco, quando il pelo dell'acqua abbia raggiunto il livello prestabilito.

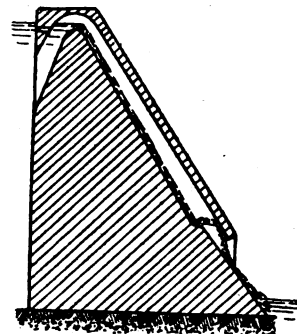


Fig. 6.

La fig. 3 mostra un sifone per piccole cadute, che si disinnesca per l'entrata d'aria da L. La fig. 4 rappresenta il sifone Gregotti costruito sul canale Milani dell'impianto idroelettrico di Verona. Altri ne sono stati costruiti per lo scarico del Canale S. Caterina nel Comune di Vighizzolo d'Este.

Le figure 5 e 6 mostrano due tipi di sifoni adottati dagli americani, in cui il cono di richiamo è ottenuto: nel primo con iniezione laterale nella vaschetta e nel secondo mediante un risalto praticato

ad una altezza che garantisce il salto della vena sulla parete opposta. Di questo tipo è fatta un'importante applicazione alla diga Hetsch Hetschy in California nelle opere di approvvigionamento dell'acqua per S. Francisco. La portata complessiva di scarico è di 566 metri cubi a secondo suddivisi in 18 sifoni.

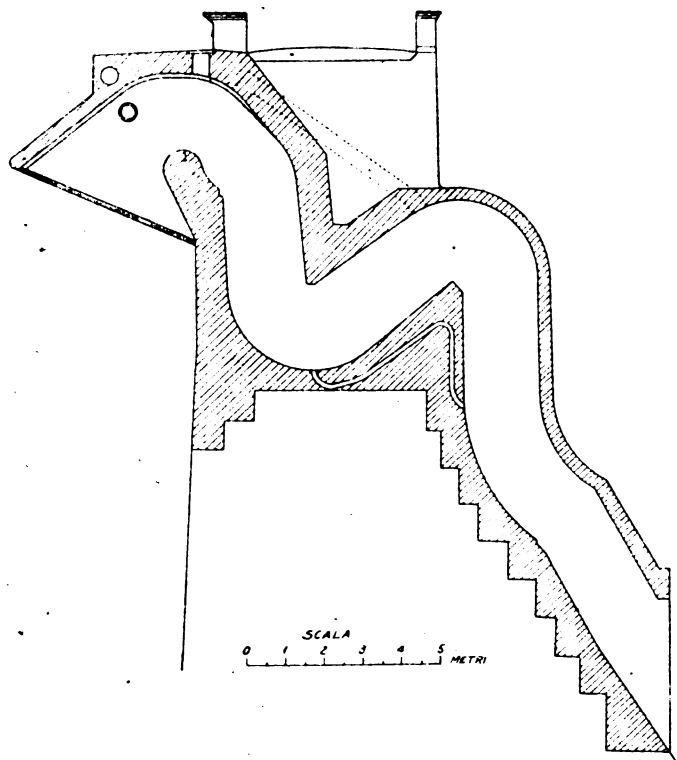


Fig. 7.

Altri tipi di sifoni molto conosciuti sono quelli ideati dal Heyn come quelli costruiti a Molare per una portata complessiva di 1000 metri cubi a secondo. La fig. 7 ne mostra la sezione trasversale. Il salto della vena alla parete opposta per la formazione del cono di richiamo è ottenuta con speciali curviture della soglia superiore e della parete interna del ramo inferiore.

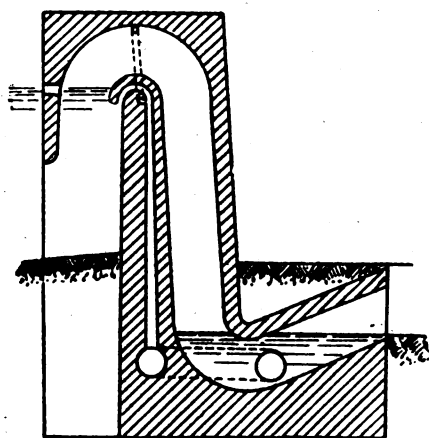


Fig. 8.

Un tipo pure interessante è quello applicato lungo il canale principale del South Iacuin Irrigation District in California, per una portata di 566 m³ al secondo. Il sifone ausiliario che si vede nella fig. 8 produce l'aspirazione dell'aria e l'adescamento del sifone.

Il calcolo delle dimensioni del sifone viene fatto con la nota formula:

$$Q = \mu A \sqrt{2gH}$$

in cui A è l'area della sezione retta

H il dislivello disponibile

μ il coefficiente di riduzione.

Questo coefficiente viene anche chiamato «rendimento del sifone» essendo il rapporto fra l'acqua effettivamente scaricata e quella che dovrebbe teoricamente scaricare un tubo di sezione uguale a quella del sifone sotto un carico H .

Il Gregotti ha adottato valori $\mu = 0,60$ ma le esperienze fatte sui sifoni del canale industriale Milani hanno dato $\mu = 0,35$.

F. Sa.

IMPIANTI.

Utilizzazione idroelettrica del Great Lake (Tasmania). — Gli Annali dei Lavori Pubblici (maggio 1924, pag. 487, rilevano da *The Engineering* del 21 marzo 1924 e seguenti, un'interessante descrizione degli impianti idroelettrici sorti in Tasmania negli ultimi anni. Questi impianti si limitano per ora alla utilizzazione del fiume Ouse, e del Great Lake, il quale ultimo serve, con una diga di ritenuta, a formare un colossale serbatoio di equilibrio annuo. La Tasmania nella sua parte centrale è costituita da un altipiano semideserto alto 600 ÷ 1200 m sul mare, il quale è limitato ad ovest da una catena di montagne mentre da tutte le altre parti termina in scoscesi pendii con salto di 600 ÷ 1000 m rispetto al bassopiano circostante.

Sul pianoro si ha abbondante precipitazione annua (1000-2500 mm) e vi sono sparsi diversi laghetti, di cui il più importante è appunto il Great Lake. Questa formazione orografica si presta assai bene all'utilizzazione della forza idraulica. Una statistica recente dà per potenza idraulica totale disponibile nella Tasmania HP 600 000.

L'articolo descrive l'opera d'invaso del Great Lake: una diga ad archi multipli alta m 13,75 e lunga m 330, la prima di questo tipo costruita in Australia, e ne dà tutti i particolari costruttivi. I contrafforti sono a distanza di m 12, di spessore variabile da m 1,50 alla base a m 0,45 in sommità. Lo spessore delle volte varia da m 0,60 a m 0,30. L'inclinazione delle generatrici è di 60° sull'orizzontale. La fondazione è parte in roccia, parte in terreno ghiaioso.

Il bacino imbrifero del Great Lake è di km² 396; quello del fiume Ouse, dal quale si derivano le acque nel Great Lake, è di km² 277. L'invaso utile è di oltre un miliardo di m³.

L'acqua che esce dall'opera di presa del Great Lake percorre prima un tratto di circa 7 km lungo l'emissario del detto lago, poi seguita il suo cammino in un canale artificiale lungo circa 5 km, e finalmente si riversa in uno stagno naturale che funge da camera di carico e di equilibrio. La quota dell'acqua in questo stagno è di m 916 sul mare e di 342 m sulla quota degli ugelli delle Pelton nella Centrale. Di qui partono le condotte forzate, parte costruite in legno (che giungono fino a 12 atmosfere di pressione), e parte in acciaio.

L'articolo dà poi una minuta descrizione, con disegni, della Centrale di Waddamana, che contiene 9 gruppi Pelton-alternatori della complessiva potenza di 66 000 HP. Da questa centrale si diramano linee con tensioni fino a 88 000 volt, le quali alimentano i centri principali della Tasmania. Man mano che la richiesta di energia si farà sentire l'impianto sarà ampliato, essendo esso suscettibile di un ulteriore considerevolissimo sviluppo.

:: Note Politiche, Economiche e Finanziarie ::

Movimento delle Società Elettriche nel mese di Ottobre

BILANCI E DIVIDENDI.

Unione Esercizi Elettrici — Milano — Capitale L. 102.000.000.

Venne approvato il bilancio dell'esercizio chiuso al 30 giugno u.s. Esso presenta un utile netto di Lire 13.232.121 che aggiunto agli utili residui dei precedenti esercizi dà un utile disponibile di L. 13.294.406. Agli azionisti viene distribuito un dividendo di L. 7,50 per azione.

Dinamo — Milano — Capitale L. 30.000.000.

Venne approvato il bilancio chiuso al 30 giugno con un utile di L. 1.858.414. Agli azionisti viene assegnato un dividendo di L. 6,50 per ogni azione.

Società Elettrica del Valdarno — Firenze — Cap. L. 80.000.000.

E' stato approvato il bilancio dell'esercizio chiuso al 30 giugno. Esso presenta un utile di L. 8.204.820 che aggiunto al residuo utili dell'esercizio precedente raggiunge L. 8.789.224. Si distribuisce alle azioni un dividendo dell'8 per cento.

Imprese Elettriche Piemonte Orientale — Castelnuovo Scrivia — Capitale L. 10.000.000.

Il bilancio dell'esercizio 1923-24 chiuso al 30 giugno, presenta un utile di L. 1.431.506 che consente di distribuire un dividendo del 12 per cento agli azionisti.

Società Distribuzioni Elettriche Zambellini — Savona — Capitale Lire 16.000.000.

Il bilancio chiuso al 30 giugno presenta un residuo utile complessivo di L. 1.749.875 che consente di distribuire un dividendo di L. 12 per azione.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Società Anonima Energie Elettriche Alta Valle Seriana — Milano.

E' stato approvato l'aumento del capitale sociale da 2 milioni a 6 milioni per sopperire alle spese per gli impianti in corso.

Società Italiana Veicoli Elettrici — Milano.

Aumenta il capitale da L. 800.000 a L. 1.200.000.

Società Anonima Padovana per il Telefono — Padova.

Emette 4000 obbligazioni da L. 500 ciascuna allo scopo di regolare le passività sociali rese necessarie dalla ricostituzione degli impianti.

Anonima Elettrica Mesagnese — Mesagne.

E' stato deciso l'aumento del capitale sociale da L. 320.000 a L. 480.000.

Società Adriatica di Elettricità — Venezia.

E' stato approvato l'aumento del capitale sociale da L. 100.000.000 a L. 200.000.000. Si emetteranno 1.000.000 di nuove azioni da L. 100 riservate per metà agli azionisti, mentre l'altra metà verrà assunta da un Sindacato con obbligo della nominatività e divieto di cessione per cinque anni.

COSTITUZIONI E SCIoglimenti DI SOCIETÀ.

Società Impianti Materiali Elettrici — Ascoli Piceno.

Si è costituita con capitale di L. 350.000 diviso in 350 azioni da L. 1000 ciascuna.

Società Anonima Rivendita Italiana Materiale elettrico - R.I.M.E. — Bergamo.

Si è costituita con un capitale di L. 500.000.

Fabbrica Isolanti Elettrici — Milano.

Si è costituita questa Anonima per la fabbricazione e il commercio di materiali isolanti.

Società An. Industrie Radio — Torino.

Si è costituita con capitale di L. 80.000 elevabile a L. 1.000.000 per il commercio e l'industria di materiale per radiotrasmissioni.

Società An. Impianti, Distribuzione Energia Elettrica - S.A.I.D.E. — Cosenza.

Si è costituita con un capitale di L. 320.000 diviso in 640 azioni da L. 500 ciascuna.

Società Elettrica Gardesana — Venezia.

Si è costituita con capitale di L. 300.000 distribuito in 3000 azioni da L. 100, per produzione e distribuzione di energia elettrica.

Società per la Distribuzione Elettrica di Borore — Borore (Cagliari).

Si è costituita con capitale di L. 100.000 in 200 azioni da L. 500 ciascuna.

Società Anonima «La Brianzola» — Milano.

Si è costituita questa anonima con capitale di L. 30.000 in 300 azioni da L. 100 per la distribuzione di energia elettrica in alcuni Comuni.

Società Idroelettrica del Geil — Milano.

Si è costituita con capitale di 20.000 in 200 azioni da L. 100 ciascuna.

Società Anonima Forni Elettrici Alta Temperatura — Roma.

Si è costituita con capitale di L. 100.000 in 100 azioni da L. 100 ciascuna.

Società An. Batterie Elettriche Cellina — Roma.

Si è costituita con capitale di 800.000 in 8000 azioni da L. 100 per l'industria e il commercio di pile elettriche.

Società Elettrolitica Industriale Pisana — Pisa.

Si è costituita questa Anonima con capitale di L. 5000 divisa in 50 azioni da L. 100 (aumentabile a L. 300.000) per la produzione di ipocloriti di sodio e prodotti analoghi.

Società Idroelettrica dell'Appennino - S.I.D.A. — Bologna.

E' stato deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua messa in liquidazione.

Società Italiana Rappresentanze Elettriche - S.I.R.E. — Roma.

E' stato deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua messa in liquidazione.

Società Sabina di Elettricità — Roma.

L'Accomandita semplice «Società Sabina di Elettricità» si è trasformata in Anonima conservando lo stesso nome e i medesimi scopi. Il capitale sociale è di L. 50.000.

Società Anonima Impianti Elettrici — Terni.

La «Società Anonima Cooperativa di Costruzioni e Installazioni di impianti elettrici» di Terni, si è trasformata in Anonima, col nome indicato. Il capitale è di L. 400.000 diviso in 800 azioni da L. 500.

Società An. Elettromeccanica F.lli Redaelli — Monza.

La Società in accomandita dello stesso nome si è trasformata in Anonima, con capitale di L. 1.000.000 diviso in 2000 azioni da L. 500 ciascuna.

* *

La nuova situazione politica che si è andata delineando in Europa, è in pieno sviluppo.

I lavori della Società delle Nazioni si sono svolti in una atmosfera conciliatrice che ha permesso di raggiungere risultati tangibili. Il protocollo di arbitrato generale fra le Nazioni è stato varato dopo lunghe discussioni e ripetute riserve. E' ricomparso in questa occasione un problema che costituisce la più grave per quanto larvata minaccia che attualmente si cova contro la pace mondiale, vale a dire il dissidio nippo-americano sulla questione della emigrazione. Sono ben note le gravi rivalità esistenti fra i due grandi Stati del Pacifico e tutti ricordano il fermento suscitato in Giappone dai provvedimenti restrittivi della immigrazione negli Stati Uniti. L'apparenza di correttezza e di cordialità nei rapporti ufficiali non riesce a coprire il profondo malcontento e la vivissima irritazione del Giappone che si sente trattato da razza inferiore, nè l'intima preoccupazione dell'America che sente minacciato il suo predominio dal piccolo ma energico rivale. Alla Società delle Nazioni il Giappone richiese che fossero materia di arbitrato anche quelle questioni dipendenti da provvedimenti che uno Stato legittimamente prende in nome della sua sovranità.

La questione divenne subito gravissima e parve dovesse far naufragare tutto il lavoro della Conferenza; la solita abile moderazione giapponese evitò la rottura ma l'episodio rimane sintomo inquietante di uno stato d'animo che non disarma.

Un altro successo notevole della Conferenza della Società delle Nazioni riguarda il dissidio turco-inglese per la Mesopotamia e Mosul. I due Stati interessati avevano espresso in termini calorosi la loro fiducia nella Società delle Nazioni alla quale deferivano la risoluzione della ormai annosa questione; la Conferenza si era aggiornata in questa tranquilla convinzione. Senonchè, siccome la fiducia dei due contendenti non sembrava di troppo solide basi e si esprimeva troppo frequentemente in attacchi di bande turchiche o in bombardamenti di aeroplani inglesi, parve saggio provvedimento convocare una riunione straordinaria del Consiglio della Società. Si addivenne così alla fissazione di una frontiera provvisoria che i due contendenti hanno promesso di rispettare nell'attesa che la Società trovi qualche salomonico provvedimento per dirimere l'insuperabile dissidio.

Ancora all'attivo della Società delle Nazioni va messa la risoluzione della questione delle zone franche fra la Francia e la Svizzera. Quest'ultima da tempo insisteva perchè la questione fosse rimessa all'arbitrato dell'Aia, ma la Francia non aveva mai aderito. Discutendosi ora al Consiglio della Società il problema dell'arbitrato generale fra le Nazioni, la Francia si pronunciò in favore dell'arbitrato obbligatorio in tutte le occasioni. Non le rimaneva quindi altra via che accedere al punto di vista della Svizzera accettando l'arbitrato, cossicchè la questione può considerarsi avviata alla fase risolutiva.

Quanto prima pare sarà ammessa nella Società delle Nazioni anche la Germania la quale ne ha fatto domanda. E' questo un altro passo verso il ristabilimento di condizioni normali in Europa; è certo anche che ne verrà un incremento di autorità alla Società stessa la quale si avvia a divenire sempre più la vera Società di tutte le Nazioni.

Vero è tuttavia che l'ammissione della Germania non è ancora un fatto compiuto e che qualche obiezione viene ancora elevata. La Francia sopra tutto ne approfitta per mettere un dilemma curioso alla Germania. Si ricorderà lo scalpore suscitato dal Trattato da essa concluso colla Russia a Rapallo durante la Conferenza di Genova. Ora l'entrata della Germania nella Società delle Nazioni la obbligherebbe a far registrare a Ginevra il Trattato di Rapallo; ma esso non può venir registrato perchè contiene delle clausole non consone col Patto fondamentale della Società. La Germania deve perciò scegliere fra il mantenimento delle condizioni di favore fino ad ora godute in Russia e l'ammissione nella Società delle Nazioni.

La questione sarà risolta probabilmente dopo le nuove elezioni tedesche rese necessarie dallo scioglimento del Reichstag. Questo provvedimento è stato reso necessario dalla situazione parlamentare creata a Berlino dopo l'approvazione degli accordi di Londra. Per ottenere tale approvazione il Cancelliere aveva dovuto ricorrere a molteplici transazioni ed impegni con vari partiti; superato lo scoglio dell'approvazione delle leggi Dawis la posizione del Cancelliere si manifestò subito insostenibile fra le pretese delle sinistre e l'inconciliabilità delle destre nazionaliste. Falliti tutti i più acrobatici tentativi di rimpasto, lo scioglimento del Reichstag si impose. Le nuove elezioni avranno luogo in dicembre e serviranno certamente ad una larga chiarificazione. La lotta è già ampiamente cominciata e si imposta naturalmente sulle leggi Dawis e le loro conseguenze; i provvedimenti di sgombero della Ruhr, il prestito estero e la diminuita pressione francese sembrano pesare notevolmente a favore del Governo.

Un capovolgimento completo della situazione politica si è avuto in Inghilterra dove il Gabinetto Mac Donald è caduto clamorosamente. E' noto come esso non abbia avuto mai vita molto sicura e robusta. L'accentuazione della tendenza a sinistra verificatasi negli ultimi tempi e specialmente il Trattato colla Russia e il promesso prestito decisero gli avversari del Governo a dargli il colpo di grazia, ciò che riuscì loro facile. Le nuove elezioni fatte appunto sotto l'impressione del pericolo rosso segnarono una sconfitta completa del partito labourista e di quello liberale. Il partito conservatore ne uscì invece in trionfo e poichè ad esso spetta ormai di reggere il Paese, è facile attendersi un deciso colpo di timone a destra.

Anche il perenne travaglio politico jugoslavo pare destinato a sboccare in una crisi più o meno violenta, per la inconciliabilità del partito di Radic. Sono state escogitate molte combinazioni ministeriali successive ma senza risultato. In Grecia la crisi è perpetua.

Nella Spagna la situazione è sempre delicata ad onta che al Marocco si abbia avuto un innegabile miglioramento. I sintomi di malcontento vanno diffondendosi e si prevede prossimo il ritorno al regime parlamentare.

I paesi maomettani sono sempre fonte di preoccupazione. La lunga mano della nuova Turchia arriva a Mossul come in India dove il malcontento permane; suscita incidenti e contrasti in Egitto e provoca la rivolta in Arabia detronizzando re Hussein, creatura degli Alleati.

In Cina la guerriglia continua fra un arruffo di notizie contraddittorie. Nel Brasile la rivolta fermenta e si manifesta in episodi sanguinosi.

*

La Commissione delle Riparazioni ha approvato le condizioni per il prestito di 800 milioni di marchi oro alla Germania secondo quanto era stato previsto nel piano generale. La ripartizione del prestito

venne definita come segue: Stati Uniti 100 milioni di dollari; Inghilterra 32 milioni di sterline; Francia, Olanda e Svizzera 3 milioni di sterline ciascuna; Italia, Belgio e Svezia 1.500.000 sterline ciascuna; Germania 1 milione di sterline. La quota dell'Italia è di circa 100 milioni di lire e si prevede sarà coperta molte volte con grande facilità.

La Commissione ha poi constatato ufficialmente che la Germania prosegue nella attuazione del piano Dawes: sono state approvate dal Reichstag e promulgate nella forma voluta dalla Commissione stessa delle riparazioni, le leggi necessarie alla applicazione di tale piano; sono stati costituiti la Banca e la Compagnia per le ferrovie tedesche, nonché i previsti organi di controllo e vennero conclusi i contratti che garantiscono il collocamento di 800 milioni di marchi oro.

In seguito a queste constatazioni venne tolta parzialmente la ipoteca di primo grado sui beni della Germania cosicché una parte dei beni stessi e delle entrate tedesche potrà essere devoluta al servizio del prestito estero. Le truppe francesi sono state ritirate dai porti sul Reno, di Karlsruhe e di Mannheim, senza incidenti; le ferrovie del distretto di Dortmund sono state restituite alle autorità tedesche. Così pure furono riconsegnate ai proprietari tedeschi le miniere della Ruhr.

In seguito alla messa in esecuzione del piano Dawes per le riparazioni si è resa necessaria una nuova riunione dei ministri delle finanze interalleati. La Conferenza, già decisa alla ultima riunione di Londra, si terrà a Bruxelles e sarà convocata in novembre o in dicembre. I lavori preparatori sono già cominciati da tempo per parte di esperti italiani, belgi, inglesi e francesi. Parecchie questioni scottanti sono all'ordine del giorno. Bisognerà definire la sistemazione dei conti e la ripartizione degli utili della Ruhr. Si dovranno rivedere gli accordi dell'11 marzo 1922 a Parigi circa le spese di occupazione della Renania, in modo da ridurre il più possibile tali spese che assorbono una notevolissima parte dei versamenti contemplati dal piano Dawes. La Conferenza dovrà poi anche definire quale parte dei proventi derivanti dalla applicazione del piano Dawes sarà messa in conto riparazioni e quale parte invece sarà devoluta agli altri oneri che il trattato di Versailles adossa alla Germania. E poiché questa dovrà versare una prima annualità di 1 miliardo di marchi oro, dovrà essere regolata la ripartizione fra gli Alleati. Come si vede la prossima Conferenza non ha un compito né semplice, né facile.

Colla cessazione dello stato di ostilità fra la Francia e la Germania si è resa necessaria la compilazione di un trattato di commercio. Delegati tedeschi si sono recati a tale scopo a Parigi, e le trattative si sono svolte in una atmosfera di cordialità. Esse hanno condotto in una prima fase alla stipulazione di un protocollo delle direttive fondamentali; intorno a questo protocollo saranno consultati i circoli francesi e tedeschi interessati e le trattative verranno poi ben presto riprese.

Dopo lunghe esitazioni ed incertezze anche la Francia si è decisa al riconoscimento del Governo dei Soviet. Una apposita Commissione parlamentare francese studiò a lungo la convenienza di tale atto e finalmente il riconoscimento fu deciso. Esso venne notificato a Mosca senza la clausola di alcuna preventiva discussione d'indole commerciale od economica. I rapporti diplomatici cominceranno subito; per le altre questioni pendenti seguiranno trattative. L'esempio di Mac Donald sta a dimostrare che le difficoltà cominciano proprio a questo punto!

Da parte Americana venne annunciato ufficialmente che l'atto della Francia non porterà alcun cambiamento immediato nella politica degli Stati Uniti verso la Russia. Il Governo americano è assai cauto e non si può dargli torto dopo le numerose esperienze. Anche da parte giapponese non pare si abbia fretta, sopra tutto perché non si crede alla possibilità, per ora, di una rapida ripresa dei traffici commerciali.

Anche quest'anno infatti il raccolto del grano, che costituiva uno delle principali voci delle esportazioni russe, è stato deficiente. Mentre nello scorso anno la produzione fu di 30 milioni di tonnellate circa, quest'anno fu ancora minore. La produzione pur essendo sufficiente ad evitare un ripetersi della carestia del 1921, lascia però un ben piccolo margine per la esportazione.

Secondo notizie ufficiali russe, la situazione finanziaria andrebbe tuttavia migliorando continuamente. Nella Relazione che accompagna i nuovi bilanci le imposte dirette sono previste per 414 milioni di rubli oro, le entrate doganali in 376 milioni e le tasse in 72 milioni; il prestito interno ammonta a 38 milioni di rubli oro. La agricoltura in causa del cattivo raccolto viene chiamata a contribuire soltanto per 250 milioni contro 400 previste; la piccola industria versa per imposte 66 milioni allo Stato; le imposte locali sono di 340 milioni. Interessante l'imposta sul patrimonio prevista per un gettito di 88 milioni. Le entrate per le poste e telegrafi sono previste in 66 milioni, per le ferrovie in 780 milioni, per le imprese industriali in 83 milioni, per le foreste in 60 milioni, per fondi di Stato in 30 milioni. Nelle spese si hanno 380 milioni per la Guerra e Marina; 780 milioni per i trasporti; 59 per l'industria; 88 per l'agricoltura; 125 per concessioni di prestiti a Istituti di credito; 37 per imprese elettriche; 202 per riparazioni a Leningrado; 202 per l'istruzione.

Sempre secondo le notizie ufficiali la Russia sarebbe il paradiso dei contribuenti perché ogni cittadino sarebbe gravato di soli 7 rubli oro contro 11 dell'ante guerra. Il Governo di Soviet non avrebbe

dilapidato le riserve auree ma anzi le avrebbe accresciute. La circolazione monetaria raggiungeva 602 milioni al primo agosto 1924; salirà a 750 milioni al primo gennaio 1925 e toccherà il miliardo al primo ottobre 1925. Si asserisce quindi che quest'anno sarebbe l'ultimo anno di difficoltà finanziarie per la Russia anche indipendentemente dalla concessione di prestiti da parte delle Potenze.

Lavori importanti vengono compiuti per la riattivazione dei porti russi e la dotazione di macchinario moderno. Sono ultimati i lavori per i porti Novorossyck, di Tnapse, di Mariupol e di Taganrog; sono quasi ultimati quelli del porto di Odessa e molto avanzati quelli per Nikolaieff e Cherson. Grandi depositi granari sono stati costruiti nel porto di Teodosia e di Odessa.

Buone notizie sulla situazione finanziaria vengono anche dalla Polonia. La disoccupazione, dopo la gravissima crisi del settembre, è in diminuzione; il bilancio ferroviario presenta un notevole incremento di entrate. Il bilancio per il 1925 ha raggiunto 1981 milioni di zloti; la nuova moneta polacca da quando venne fondata si mantiene stabilmente sul corso del franco oro.

La Lituania ha compilato per il nuovo anno un bilancio in pareggio. Essa ha anche sistemata la questione del debito estero il quale ammonta a 70 milioni di litas, ossia a 7 milioni di dollari, dei quali 6 milioni di dollari verso gli Stati Uniti. Il debito americano è stato consolidato in 62 anni; il rimanente debito verso la Francia e la Germania sarà estinto entro il 1926.

In Romania la bilancia commerciale si è definitivamente sistemata. Nel 1923 le importazioni sono state di 703.274 tonnellate per un valore di 19.713 milioni di lei; le esportazioni hanno raggiunto 4.878.210 tonnellate per un valore di 24.373 milioni di lei. Si è avuta cioè una eccedenza positiva di 4660 milioni di lei. Nei primi nove mesi dell'anno in corso le entrate dello Stato sono state di 18.992 milioni di lei; l'equilibrio del bilancio è ormai assicurato; si calcola anzi su un notevole avanzo di esercizio.

Anche in Ungheria il bilancio va migliorando gradatamente; il Paese si giova della tranquillità politica di cui gode da qualche tempo ed è stato assai avvantaggiato dal prestito ottenuto dalle Potenze. Nel mese di agosto u. s. le entrate hanno superato di circa 6 milioni di corone oro, le previsioni. Si prevede che le cifre finali del bilancio non si discosteranno molto da quelle previste nello schema di ricostruzione economica tracciato dalle Potenze.

In Austria è stato discusso il bilancio preventivo dell'anno 1925, il quale è contenuto nei limiti previsti dalla Convenzione di Ginevra. Il bilancio contempla un ammontare complessivo di spese di 10.669 miliardi di corone carta contro 10.084 miliardi di entrate. Si comprendono però fra le spese, 780 miliardi di investimenti; il bilancio ordinario da solo presenterebbe un attivo di 200 miliardi. Resta un deficit di 580 miliardi di corone carta (30 milioni di corone oro, circa) che sarà coperto dal prestito della Società delle Nazioni.

*

La politica estera italiana continua a svolgersi con ampiezza e con autorità. Oltre ad una partecipazione attiva ed autorevole in grandi consessi internazionali, l'Italia ha proseguito ad interessare una serie di accordi e di stipulazioni dirette con altri Stati.

Le trattative colla Finlandia, delle quali abbiamo dato notizia altra volta, si sono svolte con ritmo rapido e hanno condotto alla conclusione di un vero Trattato di Commercio e Navigazione. In base a tale Trattato vengono estese all'Italia tutte le riduzioni doganali già concesse dalla Finlandia ad altri Paesi; inoltre vengono concesse riduzioni speciali per i nostri prodotti più importanti e caratteristici come gli agrumi, le frutta, l'olio, i marmi, le sete, gli automobili, ecc. L'Italia a sua volta estende alla Finlandia le concessioni accordate alle altre Nazioni e concede un trattamento doganale favorevole alle merci finlandesi più importanti; fra esse il latte condensato e le macchine per la lavorazione del latte, la cellulosa e la pasta di legno. Trattative speciali sono corse per le importazioni di vini italiani in Finlandia. La Delegazione finlandese si è espressa in termini di calorosa cordialità verso il nostro Paese ed ha auspicato ad un più stretto rapporto di scambi e di interessi.

Molta attenzione è rivolta al prossimo trattato di commercio colla Germania, che ha per noi una importanza grandissima. Le trattative riusciranno certamente lunghe e complesse per i grandi interessi in gioco dalle due parti. In Italia si sono già avute polemiche fra i fautori dell'industria e quelli dell'agricoltura, ognuna delle quali teme di essere sacrificata all'altra. E' troppo chiaro che il compito dei nostri negozianti sarà quello di contemperare gli interessi dell'una e dell'altra. Si prevede una prima difficoltà nei riguardi dell'ottenimento della clausola della Nazione più favorita, difficoltà che fu però già superata o girata negli altri Trattati conclusi dalla Germania recentemente.

Anche gli accordi già stipulati da qualche mese coll'Ungheria hanno trovato il loro compimento colla pubblicazione del Decreto che l'approva. Essi riguardano il consolidamento dei titoli del debito pubblico ungherese di prima della guerra, convenzioni sui debiti e crediti, sulle assicurazioni private, sulla liquidazione dei beni ungheresi in Italia.

La Grecia apprestandosi a mettere in esecuzione le nuove tariffe doganali, ha denunciato i trattati di commercio con tutti gli Stati e quindi anche coll'Italia. In seguito a ciò sono cominciate fra i governi di Roma e di Atene le trattative per la stipulazione di un nuovo accordo commerciale. Il governo Greco ha poi firmato una

convenzione colla Compagnia degli Aereoespressi Italiani per l'esercizio di una linea aerea Roma-Brindisi-Atene-Costantinopoli. I servizi della Compagnia saranno in un primo tempo settimanali e successivamente verranno effettuati con maggiore frequenza. Il tragitto Brindisi-Atene si effettuerà in 4 ore e quello Atene-Costantinopoli in tre ore e mezza.

I nostri rapporti colla Jugoslavia sono sempre cordiali ed è a deplorarsi che l'instabilità della situazione politica interna del nuovo Stato non permetta di addivenire colla sperata sollecitudine alla conclusione di ulteriori e più ampi accordi. Si è tenuta a Venezia una nuova Conferenza italo-jugoslava che ha dato luogo a un cordiale scambio di telegrammi fra i Ministri dei due Paesi. La Conferenza si è occupata di importanti questioni commerciali riguardanti l'intensificazione dei rapporti commerciali fra i due Paesi e la regolazione dei traffici nei riguardi specialmente dei porti adriatici nell'interesse generale dei quali bisogna evitare che si giunga comunque a una guerra di tariffe.

Sempre per facilitare i traffici colle nuove nazioni formatesi dalla guerra, sono allo studio le questioni relative allo stabilimento di comunicazioni ferroviarie dirette fra l'Italia e la Polonia e in particolare fra Fiume e Leopoli. Ciò richiede speciali agevolazioni da parte delle ferrovie ceco-slovacche colle quali si sta trattando.

Non privi di importanza politica ed economica sono poi i colloqui che il Presidente dei Ministri ebbe con diverse personalità della penisola balcanica. Va ricordato specialmente il ricevimento dato al ministro degli esteri bulgaro, Kalkoff, e quello per il Presidente dell'Albania, Mons. Fan Noli.

Viene annunciato come prossimo un viaggio in Italia di una Missione commerciale argentina che intende visitare i nostri centri di produzione e studiare la possibilità di aumentare gli scambi di merci ed i rapporti commerciali fra l'Italia e l'Argentina. Il viaggio della Missione viene studiato con grande cura dai ministri interessati insieme all'ambasciata argentina di Roma.

Nei riguardi dei nostri rapporti coll'America latina dove tante possibilità si possono aprire per tante ragioni ad un nostro oculato ed attivo lavoro di penetrazione, si è molto parlato nuovamente della nostra emigrazione in Brasile. La triste storia di questa nostra emigrazione in quell'immenso Paese è troppo nota ed anche il recente accordo del 1921 ha deluso tutte le belle speranze che aveva fatto nascere. Seguendo una via più realistica, il nostro Governo ha rinunciato a trattare col Governo generale del Brasile, intrecciando invece accordi diretti coi singoli Stati e in particolare collo Stato di San Paulo. L'accordo attuale, ancora tenuto in sospeso, contempla una emigrazione quasi esclusivamente agricola, con soltanto il 5 per cento di artigiani. Le clausole dell'accordo sono in generale considerate soddisfacenti; resta l'incognita della leale loro applicazione da parte delle Autorità brasiliane.

*

Il mese di ottobre fu assai movimentato e ricco di avvenimenti politici, ma non portò però quella chiarificazione nella situazione interna del nostro Paese che è al vertice dei desideri di tutti i buoni cittadini.

La situazione si va cristallizzando sulle posizioni attuali di contrasto fra fascismo e opposizione senza che si veda svolgersi in un tempo o nell'altro un processo evolutivo che permetta di ridare serenità e pace vera alla nazione. Eppure, come molto bene disse il Presidente del Consiglio, noi non possiamo permetterci il lusso della discordia quando tanti e così gravi problemi urgono sulla nostra vita nazionale. Purtroppo la disciplina di partito e lo spirito di parte stanno in troppa gente al di sopra del vero e disinteressato amore di patria, cosicchè prima di compiere qualunque mossa politica più si pensa se essa giovi al proprio partito che non al bene generale della Nazione.

Le polemiche giornalistiche fervono più che mai col precipuo e pernicioso risultato di acuire i dissidi, di rendere più difficili i riavvicinamenti delle avverse parti. Le energie si vanno sterilendo in piccole lotte e intorno alle idee ed ai principi si intrecciano reti di piccole beghe e di intrighi politici. Bastino ad istruire su ciò le dispute violente fatte da tutti i partiti intorno all'atteggiamento dei combattenti e dei mutilati, disputati dagli uni e dagli altri come una massa amorfa che serve a far peso!

Nel riassumere in modo obbiettivo gli avvenimenti del mese ci asteniamo volutamente da ogni giudizio e considerazione in proposito, solo auspicando pel bene della Patria comune il ritorno ai sensi di fratellanza e di pacifica collaborazione di tutti gli italiani!

Un avvenimento notevole fu il giuramento di fedeltà al Re prestato in tutta Italia dalle legioni della milizia volontaria. Le cerimonie si sono svolte con grande solennità e non furono in generale turbate se non da piccoli incidenti sporadici. Da parte fascista si magnifica l'atto come una prova di grande lealismo; dagli avversari si affetta un grande scetticismo sulla sincerità e sulla portata del giuramento insistendo sullo spirito di parte della milizia e speculando sulle parole dell'On. Mussolini pronunciate alla cerimonia di Milano.

Il giuramento della milizia si effettuò nell'occasione dell'anniversario della marcia su Roma che venne celebrato in tutta Italia dal partito fascista. In questa occasione l'Associazione dei Mutilati e quella dei Combattenti si astennero ufficialmente da tali cerimonie motivando il loro atteggiamento colla perfetta apoliticità di tali enti.

L'astensione sfruttata largamente dalla stampa di opposizione, contribuì ad acuire il dissidio latente fra combattenti e fascismo, dissidio che rimonta al famoso Congresso di Assisi.

Molta attenzione fu rivolta al Congresso del Partito Liberale tenuto a Livorno. La lotta fra la tendenza a favore della collaborazione assoluta e quella avversa fu vivacissima. Venne approvato con 23.714 votanti contro 5490 contrari e 2527 astenuti, un Ordine del Giorno, il quale pur non essendo di netta opposizione al Governo, riveste certamente carattere di monito e di riserva in quanto riafferma in modo solenne certi punti programmatici che non sono consoni alle direttive fasciste, e che almeno non sarebbe stato necessario riaffermare se non fosse sembrato di sentirli minacciati in modo più o meno palese.

L'ordine del giorno di Livorno ebbe la singolare sorte di essere accolto con compiacenza, almeno simulata, dalla stampa di entrambi le parti, che trovarono modo di riconoscere in esso motivi di soddisfazione per i rispettivi punti di vista.

A seguito del Congresso di Livorno si era delineata la possibilità di una crisi ministeriale, prevedendosi le dimissioni dei due ministri liberali, On. Casati e Sarocchi. Ma la crisi fu evitata dalle chiare dichiarazioni dei due ministri che affermarono di essere disposti a continuare nella loro opera di leale collaborazione col Governo.

Sempre incerta ed imbarazzante si presenta, nella imminenza della apertura della Camera, la situazione parlamentare. Continuano le polemiche sull'atteggiamento delle opposizioni le quali sembrano ferme nella loro decisione di astenersi dai lavori parlamentari, mentre il Governo è deciso a far funzionare la Camera anche in assenza delle minoranze.

Se non si troverà una via d'uscita od un mezzo di transazione, il risultato più direttamente tangibile sarà innanzi tutto una ulteriore svalutazione dell'autorità del Parlamento, con danno in ultima analisi di tutto il Paese!

Il Consiglio dei Ministri si è riunito più volte ed ha prese deliberazioni di notevole portata economica.

Fra questo va ricordata in primo luogo la riforma delle imposte tributarie che viene a coronare tutta l'opera del Ministro De Stefani. I criteri fondamentali consistono nell'abolizione di tutte le imposte straordinarie, e il ritorno alle tre imposte fondamentali sui redditi fondiari, edilizi e mobiliari, con l'introduzione di una imposta complementare personale e progressiva sull'insieme dei redditi. Le aliquote delle imposte vengono tutte rimaneggiate.

Un altro decreto importante che venne approvato dai Ministri e sarà portato alla Camera, riguarda l'organizzazione della Nazione in caso di guerra.

Venne ridotta da 400 a 100 lire la tassa sullo zucchero destinato alla fabbricazione delle marmellate e furono aboliti interamente i dazi sulle farine e paste alimentari. Fu prescritto un aumento nella percentuale di abburattamento delle farine.

Stanziamanti notevoli furono decisi per lavori pubblici. Fra questi va ricordato uno stanziamento di L. 18.000.000 a complemento delle precedenti assegnazioni per esecuzione di opere di sistemazione ed attrezzatura del porto di Cagliari; si parla anche di prossimi altri grandi stanziamenti a favore della Sardegna.

*

I conti del Tesoro e le situazioni di bilancio che la «Gazzetta Ufficiale», secondo la lodevolissima iniziativa del Ministro De Stefani, va mensilmente pubblicando, sono sempre fonte di buone constatazioni.

Al 30 settembre 1924, gli incassi avevano superato i pagamenti di 1754 milioni. A questa differenza corrispondono: una diminuzione dei debiti di Tesoreria, del debito fluttuante, della circolazione cartacea e dei conti correnti passivi per circa 2700 milioni; e una diminuzione dei crediti di Tesoreria per 222 milioni e del fondo di cassa per circa 900 milioni.

La situazione del bilancio al 30 settembre presenta maggiori accertamenti nelle entrate di 113 milioni sul previsto e minori impegni per spese per 31 milioni, la quota di stanziamento non ancora impegnata risultava di 2948 milioni (contro 2583 al 30 settembre 1923). Il disavanzo, ossia la differenza fra gli impegni assunti e le entrate accertate risultava di 202 milioni (contro 470 milioni al 30 settembre 1923).

Dal 1 luglio al 30 settembre 1924 il debito pubblico dello Stato venne diminuito di 567 milioni. Diminuirono di 1692 milioni i Buoni del Tesoro ordinari, di 47 milioni quelli triennali e quinquennali, di 156 milioni la circolazione cartacea, di 7 milioni i debiti prebellici. Vi fu invece un aumento di 108 milioni nelle Obbligazioni delle Venetie, di 1026 milioni nelle Obbligazioni 4,75 per cento e di 201 milioni nel conto corrente colla Cassa Depositi e Prestiti.

Anche il risparmio continua nella sua marcia incrementale. Al 31 agosto la situazione delle Casse postali, che costituiscono il sintomo più sensibile e delicato, era la seguente: depositi eseguiti entro l'anno in corso Lire 2.343.759.521; rimborsi eseguiti durante l'anno L. 1.874.321.295. Si ebbe cioè nei primi otto mesi dell'anno in corso un aumento di L. 469.438.227 nei depositi; ciò porta la somma totale depositata a L. 9.550.456.325.

La bilancia commerciale continua faticosamente ma incessantemente a rialzarsi a nostro favore. Nei primi otto mesi dell'anno in corso le importazioni di merci dall'estero furono di 12.399 milioni di

lire, con un aumento di 860 milioni sul periodo corrispondente dello scorso anno. Negli stessi otto mesi le nostre esportazioni salirono a 8839 milioni di lire con un aumento di 2030 milioni in confronto all'anno precedente. Lo sbilancio dei primi otto mesi del 1924 risulta quindi di 3860 milioni in confronto a 5030 miliardi nei primi otto mesi del 1923; si ebbe cioè un miglioramento di 1170 milioni. E' bene poi notare che l'aumento di 860 milioni nelle importazioni è principalmente dovuto a maggiori introduzioni di materie prime per le nostre industrie. L'aumento nelle esportazioni dipende specialmente dai manufatti industriali e dai prodotti agricoli.

Pesa sempre enormemente sulla nostra importazione il carbon fossile. Di esso vennero importate 5.140.000 tonnellate nel primo semestre di quest'anno. Anche questo è un sintomo della nostra rinnovata attività industriale; infatti tale quantità è superiore di 370.000 tonnellate a quella importata nei primi sei mesi dello scorso anno e di 500.000 tonnellate a quella del primo semestre del 1922. Può essere interessante notare come quest'anno si sia verificato un certo spostamento nei mercati di origine essendosi le importazioni di carbone americano e tedesco avvantaggiate a scapito di quella inglese.

Parte di tale importazione di combustibile fossile, è però da mettere in conto riparazioni da parte della Germania. Come è noto gli accordi di Londra mantengono i versamenti delle quote in natura. Le riparazioni in natura in corso di esecuzione rappresentano per noi un valore notevole; esse sono valutate attualmente come segue, osservando che le cifre sono espresse in marchi oro. Materiale scientifico per 700.000 marchi oro; materiali ferrosi per 740.000 marchi oro; navi fluviali per 825.000 marchi-oro; legname lavorato per 836.000 marchi-oro; navi d'alto mare per 7.500.000 di marchi-oro; macchine e prodotti per industrie tessili per 8 milioni di marchi-oro; materiale elettrico per un valore di 11 milioni di marchi-oro. Vanno aggiunte altre merci come il carbone, la cellulosa, lo zucchero, il piombo, lo zinco, ecc., la cui importazione in conto riparazione viene compiuta con particolari modalità.

Un indice confortante della nostra situazione è dato anche dalla progressiva diminuzione della disoccupazione che ha tanto inferito fra noi negli scorsi anni e che travaglia ancora le più potenti Nazioni industriali. Nell'ottobre scorso si avevano in Italia meno di 120.000 disoccupati; fra essi il 17,6 per cento appartengono alle industrie minerarie o alle costruzioni civili, idrauliche o stradali; il 15,8 per cento alle industrie dei metalli; il 15,2 per cento all'agricoltura; 10,1 per cento alle industrie tessili; il 9,3 per cento alle industrie agricole od alimentari; il 13,4 per cento a personale non operaio, ecc.

Questo numero relativamente limitato di disoccupati acquista tutto il suo significato quando si pensi che l'Inghilterra conta ancora più di 1.200.000 persone senza lavoro.

L'aumentata nostra produzione è documentata oltre che dalle accresciute esportazioni anche dai dati che si possono avere circa le merci che sono colpite da tassa di fabbricazione. Nell'esercizio finanziario 1923-24 si consumarono 70 milioni di kWh di energia elettrica in più dell'esercizio precedente; si consumarono 30 milioni di m³ in più di gas luce; si produssero 6 milioni di lampadine in più; si ebbe una maggior produzione di 500.000 quintali per lo zucchero, di 60.000 quintali per il sapone, di 300.000 quintali per gli olii di semi, di 300.000 ettolitri per la birra, ecc.

Il traffico ferroviario è sempre in aumento. Le merci spedite per ferrovia nel mese di settembre raggiunsero 5.545.000 tonnellate contro 5.370.000 nel mese di agosto e contro 4.668.735 tonnellate del settembre 1923; si ebbe cioè un aumento del 3,24 % sul mese precedente e del 18,77 % sul mese corrispondente dell'anno prima. Il numero dei carri caricati fu di 574.000 nel settembre 1924, contro 555.899 del mese di agosto e contro 486.355 del settembre 1923. Il carico medio per giorno lavorativo fu di 22.510 carri con 217.455 tonnellate; il ciclo medio dei carri risultò di cinque giorni e 23 ore in confronto a sei giorni e 14 ore del settembre 1924.

L'incremento del traffico ferroviario non è dovuto solo ai grandi trasporti agricoli in dipendenza della stagione autunnale, ma anche ad una intensificazione sul movimento dei porti per i principali dei quali occorsero 80.240 carri contro i 61.109 del settembre 1923 (con un aumento del 31 %).

Il movimento dei porti presenta infatti aumenti rilevanti. A Genova il carico ferroviario raggiunse 466.199 tonnellate con un aumento del 10,03 % sul settembre 1923; in grande slancio è il porto di Venezia che presenta un aumento del 49,42 % con 141.672 tonnellate; a Trieste l'aumento fu del 2,39 % con 116.549 tonnellate; a Livorno si caricarono 120.409 tonnellate di merci ossia il 52 % in più del settembre dello scorso anno. Fiume toccò 15.748 tonnellate; Savona 99.346; Spezia 40.533, Ancona 38.835, Civitavecchia 53.500; Torre Annunziata 24.959; Brindisi 6588; Napoli 60.045; gli altri porti intervengono per 83.839 tonnellate di merci.

Si delinea tuttavia una assai pericolosa crisi nella disponibilità dei carri merci, la cui mancanza si è fatta duramente sentire in questi ultimi tempi. Ardenti polemiche si sono accese sulla questione che coinvolge interessi gravissimi. Da una parte si accusa l'Amministrazione ferroviaria di avere trascurato la manutenzione e le riparazioni e di non aver dato a tempo le ordinazioni per il nuovo materiale, allo scopo di arrivare troppo presto alla possibilità di presentare un bilancio ristabilito. Dall'altra parte si fa osservare che quest'anno si è avuto un forte anticipo sui trasporti vendemmiali tanto che per essi si ca-

ricarono nel settembre ben 17.615 carri in confronto ai 9187 del settembre 1923; questa improvvisa richiesta sovrapposta al continuo aumento del traffico normale si è ripercossa in una temporanea deficienza di disponibilità. Comunque sieno le cose l'Amministrazione ferroviaria è intervenuta ordinando 4000 carri merci alla industria privata tanto che è lecito sperare che la crisi dannosissima sarà solo temporanea.

*

Il contegno delle nostre Borse continua ad essere sostenuto e brillante, reagendo prontamente e vivacemente ad ogni accenno di debolezza che si verifichi in rispondenza ad avvenimenti politici interni ed esteri. Permane l'abbondanza di capitale disponibile che viene offerto con una maggiore arditezza che nel passato, sintomo di un riguadagnato stato di fiducia generale. Qualche agitazione con tendenza ad appesantirsi si è verificata nei cambi che non diedero tuttavia luogo a spostamenti notevoli o pericolosi durante il mese.

I titoli di Stato sono stati alquanto movimentati sebbene gli spostamenti siano stati contenuti entro limiti abbastanza ristretti. Il Consolidato si è dimostrato molto sostenuto; più incerta è stata invece la Rendita che ha avuto qualche momento di debolezza subito però superata. Complessivamente tanto la Rendita che il Consolidato si avvantaggiano leggermente durante il mese.

Molto resistenti ed in generale stazionari i titoli Bancari. Specialmente le Banche d'Italia e le Commerciali guadagnano parecchie decine di punti; più tranquille le Credito e le Nazionali di Credito.

Dopo un breve periodo di riposo, non esente da qualche leggera debolezza nei titoli minori, il comparto dei tessili ha ripreso la marcia in avanti che lo distingue ormai da tempo. Fra i più favoriti risultano le Lane Rosse, le Turati, le Cascami, le Linificio, ecc. Anche le Cantoni non interrompono il loro progresso sebbene abbiano un poco rallentato lo slancio degli scorsi mesi.

Poco movimentati, per quanto ben tenuti, i titoli minerari e metallurgici.

Decisamente in favore si presentano i titoli dei trasporti. Le Meridionali hanno fatto sbalzi notevoli, seguite dalle Mediterranee e dalle Venete. Anche i titoli di navigazione guadagnano in generale parecchi punti.

Poco variati complessivamente gli alimentari. In particolare i sacchariferi hanno avuto un breve periodo di depressione in correlazione ai noti provvedimenti fiscali ma si sono riavuti ritornando alle posizioni primitive.

Nettamente favoriti i titoli di esportazione fra i quali si registrano spostamenti in avanti di notevole entità.

L'andamento dei titoli elettrici risulta dallo specchio mensile che facciamo seguire. Come si vede, dopo un periodo di depressione si nota una decisa ripresa generale.

RENATO SAN NICOLÒ.

Variazioni dei Titoli Elettrici nell'ottobre 1924.

| | Valore nominale | I decade | II decade | III decade |
|--|-----------------|----------|-----------|------------|
| Edison | 300 | 746 | 736 | 749 |
| Conti | 250 | 484 | 476 | 487 |
| Vizzola | 500 | 1375 | 1346 | 1395 |
| Bresciana | 100 | 269,50 | 257 | 268,50 |
| Adamello | 200 | 271 | 268 | 275,50 |
| Unione Esercizi Elettrici | 50 | 117,50 | 116 | 123 |
| Elettrica Alta Italia | 250 | 334,25 | 337 | 371,50 |
| Officine Elettr. Genovesi | 250 | 381 | 377 | 377 |
| Adriatica | 100 | 227 | 243 | 219 |
| Negri | 100 | 171 | 170 | 191 |
| Ligure Toscana | 200 | 340 | 336 | 340 |
| Generale Elettr. della Sicilia | 100 | 134 | 134,50 | 145 |
| Elettrica Brioscchi | 250 | 380 | 380 | 390 |
| Emiliana Esercizi Elettrici | 35 | 54 | 53 | 54 |
| Idroelettrica Trezzo | 250 | 440 | 440 | 462 |
| Elettrica Valdarno | 100 | 143 | 139,50 | 140 |
| Tecnomasio | 250 | 337 | 327 | 327 |
| Tirso | 100 | 141 | 141 | 141 |
| Terni | 400 | 687 | 665 | 681 |
| Elettriche Meridionali | 250 | 378 | 370 | 364 |

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimensile che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 800 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La bobina di Petersen ed i problemi relativi.

Se oggi, dopo il primo periodo di entusiasmo, i pareri dei tecnici sulla efficacia reale della bobina di Petersen per la protezione degli impianti contro le sovratensioni derivanti dagli archi a terra, non sono del tutto concordi, nessuno vorrà negare che l'idea del Petersen abbia dato occasione ad una grande ed utilissima fioritura di studi e di ricerche, teorici e sperimentali, intorno ai problemi ch'essa ha messo in evidenza, col grandissimo vantaggio di una sempre migliore conoscenza generale di quei fenomeni contro i quali devono quotidianamente lottare gli esercenti degli impianti elettrici. Anche da noi il sistema Petersen ha dato occasione a notevoli studi del Lombardi, del Palestrino, del Vallauri, dell'Incontri, del Focaccia e di altri, che i lettori non avranno certo dimenticato. Lo stesso Ing. FOCACCIA ha presentato la scorsa primavera alla Sezione di Napoli la notevole comunicazione di cui pubblichiamo oggi il testo, con la quale egli dimostra l'utilità di disporre in parallelo con la bobina induttiva una resistenza convenientemente dimensionata. Particolarmente interessanti ci sembrano i rilievi sperimentali che l'autore consiglia per la determinazione di tale resistenza, appunto perchè (come abbiamo sopra accennato, essi possono riuscire assai utili per la conoscenza generale delle caratteristiche dei nostri impianti.

La tarifficazione dell'energia e gli utenti "squilibrati",

Quando una quindicina d'anni or sono si cominciò a parlare dell'opportunità di tener in qualche modo conto del fattore di potenza nelle tariffe di vendita dell'energia elettrica, parve ai più che la questione fosse elegante ma un po' accademica. Anche noi pensammo allora che del fattore di potenza si potesse tenere conto in qualche modo, per i grossi utenti, nello stabilire il prezzo unitario dell'energia. Oggi, con la grande estensione raggiunta dalle reti, col conseguente peggioramento generale del fattore di potenza medio e con la tendenza a rendere sempre più razionali le tariffe, tutti troviamo logico che del fattore di potenza si debba tenere conto. Accanto alla Francia che ha stabilito per legge tale criterio, vediamo che quasi tutte le nostre maggiori società distributrici hanno modificato o stanno modificando in tale senso le loro tariffe.

Dopo questo esempio dobbiamo quindi accogliere colla maggior ponderazione le idee di coloro che, all'estero, sulle traccie del Fortescue, cominciano a dire che nelle tariffe per le reti trifasi si deve tener conto anche del grado di squilibrio del carico. E' senza dubbio intuitivo che un utente squilibrato (se è lecito dire, con esclusivo riferimento alle condizioni del suo impianto) dia luogo a maggiori perdite in linea e ad una meno buona utilizzazione del macchinario nelle centrali; ma è meno facile rendersi conto come esso danneggi anche gli altri utenti, diremo così, normali. Nella puntata odierna della sua monografia, l'Ing. BOTTANI, passando alla applicazione pratica dei

procedimenti analitici precedentemente illustrati, analizza appunto, fra l'altro, quali siano le ripercussioni di un carico squilibrato su una rete. Si vedrà così, come la dissimmetria nelle tensioni che consegue necessariamente, in grado più o meno grande, allo squilibrio delle correnti, obblighi gli utenti normali ad assorbire ed a pagare, in pura perdita, una maggiore quantità di energia dissipata in calore nelle varie parti del loro impianto. L'importanza di questi concetti apparirà ancora meglio nella conclusione del lavoro che pubblicheremo nel prossimo fascicolo.

La funzione delle centrali termiche di riserva.

Dobbiamo alla World Power Conference se possiamo pubblicare oggi, col maggior piacere, uno scritto del Prof. MOTTA, che, pur fra le innumerevoli occupazioni che lo tengono lontano dalla tecnica pura, ha trovato il tempo di preparare per Londra una interessante relazione sulla funzione delle centrali termiche di riserva, nell'economia generale dei nostri impianti elettrici.

Gli Impianti della "Dinamo", al Sempione.

Proseguendo l'opera intrapresa possiamo iniziare oggi, a breve distanza dalla descrizione dell'impianto di Temù, quella del notevole gruppo di impianti che la Società Dinamo ha da tempo iniziati in Val Diveria e in Val Cairasca e che, allo straniero il quale entra in Italia dal Sempione, si presentano come i primi saggi della nostra grande industria idroelettrica. Il nostro compito è stato questa volta grandemente facilitato dai tecnici della Società i quali ci hanno fornito notizie e materiale grafico già in buona parte redatto secondo i criteri adottati per le nostre descrizioni.

Ad essi i nostri più vivi ringraziamenti, ed in particolare all'Ing. Gasparoni, direttore della Società che ci ha voluto riservare la primizia della pubblicazione e all'Ing. Faletti che si è particolarmente occupato della preparazione del lavoro.

LA REDAZIONE.

L'indiscutibile utilità di un

INDICE BIBLIOGRAFICO

come quello pubblicato dall'A. E. I. è tale che riteniamo opportuno richiamare l'attenzione di tutti coloro che non lo hanno ancora prenotato perchè vogliano assicurarsi le pubblicazioni che seguiranno nell'anno prossimo.

È sufficiente l'invio della propria adesione alla Sede Centrale.

□ □ □ UTILIZZAZIONE DELLE FORZE IDRAULICHE DEI TORRENTI DIVERIA E CAIRASCA □ □ □ □ □ □ □ □ □

I. - Generalità sui due bacini.

Dalla giogaia di monti che, nel gruppo delle Pennine, va dal Pizzo d'Andolla (m 3656) alla Weissmies (m 4031) e al Monte Leone (m 3552), scendono in territorio svizzero diversi importanti rivi che, riunendosi, danno origine al torrente Diveria.

Lungo il suo percorso non riceve affluenti d'importanza, ad eccezione del torrente Cairasca, che è formato da vari rivi alimentati dai ghiacciai e nevai della corona di monti che dal Monte Leone va alla Punta di Boccareccia (m 3207) e al Monte Moro (m 2945), e che immette nella Diveria in prossimità dell'abitato di Varzo (fig. 1).

Il regime dei due corsi d'acqua è eminentemente torrentizio, e questa caratteristica è soltanto un poco attenuata durante i mesi più caldi dell'estate dalla presenza nei due bacini di importanti aree glaciali che, colle loro ablazioni, mantengono una certa regolarità di deflusso nei due torrenti.

L'imponenza delle formazioni moreniche e detritiche assicura pure, specie nei mesi invernali nei quali le precipitazioni sono scarsissime ed avvengono sotto forma di neve, un notevole deflusso.

La Società « Dinamo », che si è proposta l'utilizzazione

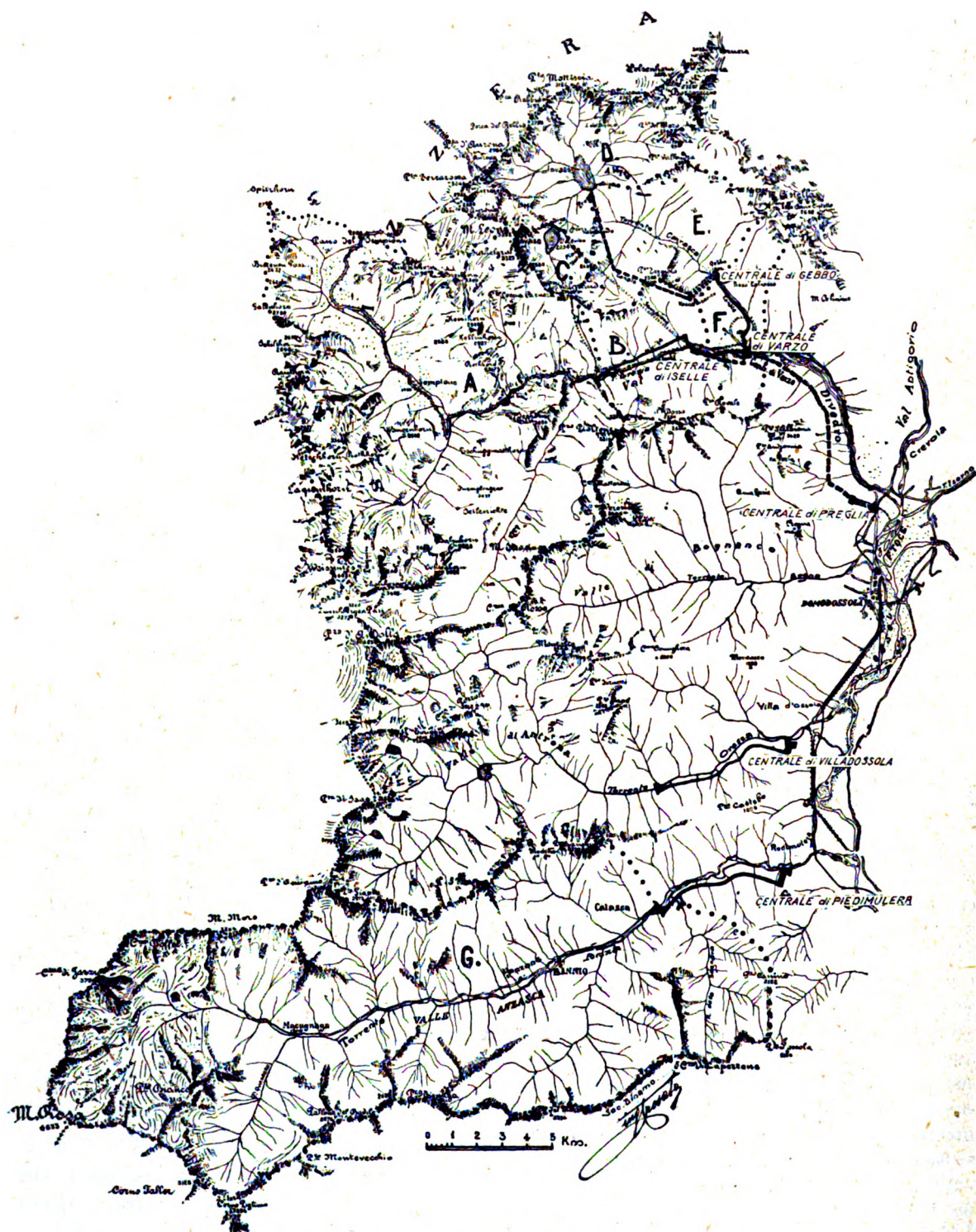


Fig. 1. — Planimetria generale degli impianti della Società Dinamo.

In territorio italiano detto torrente percorre, con andamento prevalente da ovest ad est, e per la lunghezza di 17 km circa, la Valle Divedro, e va a immettere le sue acque nel fiume Toce, pochi chilometri a nord di Domodossola.

delle forze idrauliche della Valle Divedro e del Torrente Cairasca, ha stabilito, nei punti più interessanti dei bacini, delle stazioni pluviometriche, ed ha pure avuto cura di eseguire a mezzo di idrometri e stramazzi delle misure di portata. Dall'e-

same dei dati rilevati per la Diveria e per il Cairasca risulta che i due torrenti hanno una forte magra invernale di lunga durata; e per questo fatto si è imposta la necessità, per la razionale utilizzazione dei due bacini, di progettare adeguati serbatoi di raccolta, nei quali immagazzinare durante le morbide e le piene la parte di portata eccedente quella delle derivazioni progettate.

Essendo però il bacino principale di raccolta del Torrente Diveria in territorio svizzero, non è possibile costruire per questo torrente serbatoi compensatori; cosa che invece si può fare in Val Cairasca dove si ottiene un primo serbatoio (capacità m^3 6.900.000) alzando opportunamente il pelo del Lago d'Avino, ed un secondo più importante (capac. m^3 16.200.000) sbarrando il corso del Cairasca all'Alpe Veglia.

Canale Iselle-Varzo — Centrale di Varzo (in progetto). — Utilizzerà le acque di un bacino di circa 182 km^2 e le acque di scarico abbondanti e regolari della Grande Galleria del Sempione, su di un salto di m 77 circa. Il valore idrodinamico di questo impianto risulterà quindi superiore a 14.000 m km^2 . Le acque di questo canale verranno utilizzate nella Centrale di Varzo che già riceve le acque del Canale di Trasquera derivato dal Cairasca.

Attualmente le acque del Diveria vengono utilizzate solo in parte, su un salto di $36,7 \text{ m}$ mediante un canale lungo 520 metri , in esercizio dal maggio 1911.

Canale Varzo-Preglia — Centrale di Preglia (in progetto). — Ultimo viene il canale fra Varzo e Preglia il quale uti-

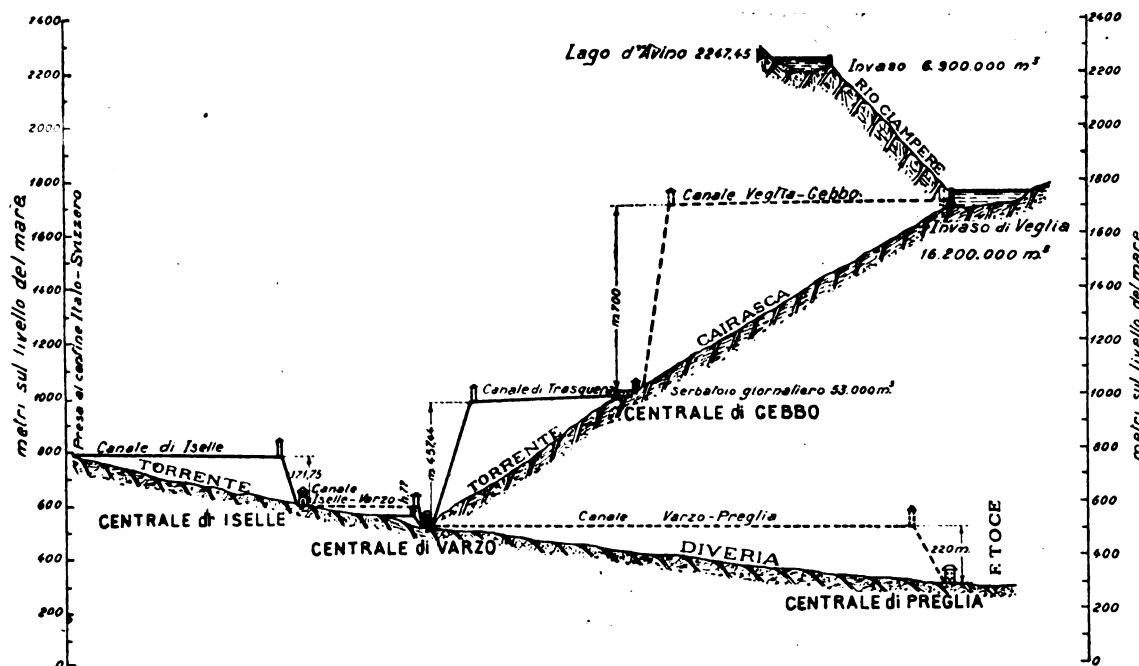


Fig. 2. — Profilo schematico degli impianti della Società Dinamo.

II. - Derivazioni ed invasi costruiti o progettati.

Le derivazioni e gli invasi che la Società ha costruito o progettato sono rappresentati schematicamente nel profilo di fig. 2. Essi sono:

IN VALLE CAIRASCA.

Serbatoio Lago d'Avino (già costruito). — Utilizzante un bacino imbrifero di km^2 5,5. E' ottenuta la capacità utile di m^3 6.900.000 con una diga di sbarramento dell'emissario del Lago, e con un invaso di m 13,45 sopra il pelo d'acqua normale ed uno svaso al disotto di detto pelo di m 13,58.

Serbatoio dell'Alpe Veglia (in progetto). — Utilizzante un bacino di km^2 33,5 (ai quali va aggiunto il bacino del Lago d'Avino) e con una capacità di $16.200.000 \text{ m}^3$. E' ottenuto mediante uno sbarramento del Torrente Cairasca a valle dell'Alpe Veglia a mezzo di una diga alta al coronamento m 54 e con trattenuta utile di m 32.

Canale Veglia-Gebbo — Centrale di Gebbo (in progetto). — Il canale derivato in sponda destra, verrà alimentato dal serbatoio dell'Alpe Veglia. Utilizzerà le acque di un bacino di km^2 39 su di un salto di m 700 circa, restituendole al Cairasca poco a monte della diga di presa del Canale di Trasquera. Il valore idrodinamico dell'impianto è di 27.500 m km^2 .

Canale di Trasquera — Centrale di Varzo (già costruita). — Derivazione in sponda destra con presa alla quota $993,90 \text{ metri}$ e restituzione nella Diveria, un po' a monte dell'abitato di Varzo, utilizzando un bacino sciolante di km^2 71 (compreso il Rivo Frusaia) su di un salto di m 457,44, il che corrisponde ad un valore idrodinamico di 32.500 m km^2 . E' in esercizio dall'ottobre 1912.

IN VALLE DIVERIA.

Canale Paglino-Iselle — Centrale di Iselle (già costruita). — Con presa al confine Italo-Svizzero e restituzione poco a valle dell'imbocco-sud della Grande Galleria del Sempione. Utilizza il contributo di un bacino di km^2 165 su di un salto di m 171,75 e quindi con un valore idrodinamico di 28.000 m km^2 . E' in esercizio dal giugno 1922.

lizzerà le acque riunite del Cairasca e della Diveria, derivate appena a valle della Centrale di Varzo, con un bacino imbrifero di $267,5 \text{ km}^2$ ed un salto di m 220 circa. Esso rappresenta un valore idrodinamico di quasi 60.000 m km^2 .

Le acque di scarico della Centrale verranno immesse nel fiume Toce poco a valle dell'abitato di Preglia.

III. - Stima dei deflussi nelle valli della Diveria e del Cairasca.

a) **Esame dei bacini.** — La stima dei deflussi naturali della Diveria e del Torrente Cairasca, nei singoli punti del bacino dominanti le prese dei progettati impianti, la stima che riguarda la vicenda di tali deflussi dall'annata più povera alla più favorita, e soprattutto il ciclo dei deflussi di un'annata media, si possono desumere con una buona approssimazione da una serie di osservazioni pluviometriche eseguite nei punti interessanti dei bacini, e da una serie di diagrammi indicanti le portate dei due torrenti.

E' innanzi tutto importante mettere in evidenza la diversa esposizione dei due bacini rispetto alle dominanti correnti umide, provenienti dalla depressione verbanese, le quali risalgono la Valle d'Ossola e della Diveria, condensandosi di preferenza contro l'alta cortina montagnosa che contorna il bacino del Cairasca.

Questa diversa esposizione topografica ed orografica dei due bacini, fa sì, che nell'ambito del Torrente Cairasca si abbia una precipitazione notevolmente maggiore di quella che si riscontra nel bacino dell'alta Diveria.

Per di più i due bacini si differenziano alquanto per i loro caratteri fisici: quello del Cairasca per una più elevata precipitazione annua, quello della Diveria per una più alta percentuale di area glaciale; questi diversi caratteri si riflettono sensibilmente nel ciclo estivo ed invernale dei deflussi unitari.

Alla presa di Paglino la Diveria ha un bacino di 165 km^2 dei quali 22 di ghiacciaio e km^2 4 al disotto dei 1200 m. s. m. ; la presa di Iselle è dominata da un bacino di circa 182 km^2 (22 di ghiacciai e 9 km^2 al disotto dei 1200 metri s. m.).

All'Alpe Veglia il Torrente Cairasca ha un bacino di 39

km² dei quali 3 di ghiacciaio, e a Gebbo il bacino dominante misura 71 km² di superficie (km² 3 di ghiacciaio), comprendendo il Rio Frusaia.

La progettata Centrale di Preglia utilizzerà i due bacini con un totale di 267,5 km² dei quali 25 occupati da ghiacciai e 17,5 km² al disotto dei 1200 metri s/m.

Si è distinta la parte di bacino superiore ai 1200 m s/m da quella inferiore per avere un criterio di stima della distribuzione pluviometrica, rilevandosi che la massa montuosa al disopra dei 1200 metri, quando si presenta compatta ai venti umidi dominanti del sud, è certamente la zona di maggiori piogge; prescindendo però dalle zone più aperte, come il valico del Sempione o le vette isolate, dove la riduzione dell'ostacolo attenua alquanto la precipitazione.

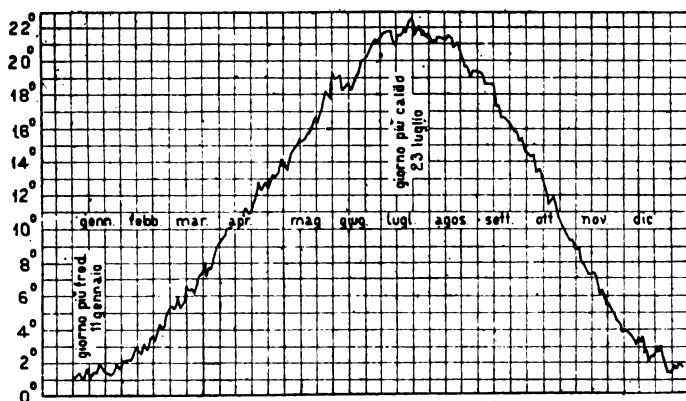


Fig. 3. — Temperatura media di Domodossola (media di un quarantennio).

I dati pluviometrici raccolti nei due bacini, possono essere utilmente confrontati con quelli di stazioni vicine, quali quella di Domodossola per la quale esistono registrazioni di un quarantennio; risulta che la precipitazione (che come media sul Lago Maggiore è di 2000 mm), va via via scemando nel risalire la Valle di Ossola, presentando delle forti attenuazioni nelle depressioni delle valli, e mantenendosi di poco inferiore o superiore al valore indicato sulle fasce montuose.

Si ha infatti: a Stresa una media di 1950 mm, a Ornavasso 1800 mm, a Domodossola 1450 mm, a Varzo 1540 mm, a Trasquera 1500, al Lago d'Avino circa 1900 mm, a Sempione Villaggio 1200 mm, a Sempione valico 1250 mm.

Dalle piovosità medie delle varie stazioni ricavate per analogia da Domodossola, per la quale si ha la media di un quarantennio eguale a 1450 mm, dal confronto di queste coi corrispondenti deflussi integrali ricavati dai citati diagrammi delle portate dei due torrenti, e, dalle considerazioni svolte, si possono ricavare i seguenti dati (supponendo un coefficiente medio di deflusso del 0,80):

Precipitazioni utili dell'anno medio.

Bacino Cairasca (superiore ai 1000 ÷ 1200 m s/m). - Precipitazione utile nell'anno medio mm 1360.

Bacino Diveria superiore ai 1200 metri s/m. - Precipitazione utile anno medio mm 1130.

Bacino Diveria inferiore ai 1200 metri s/m. - Precipitazione utile anno medio mm 1160.

Precipitazioni utili dell'anno minimo.

Bacino della Diveria superiore ai 1200 m s/m: mm 922.

Bacino della Diveria inferiore ai 1200 m s/m: mm 880.

b) Valutazione delle portate nel ciclo medio annuo.

Due grandi cause esercitano la loro influenza sui due bacini considerati. Esse sono: l'accumulazione e la fusione delle nevi, la cui influenza si può valutare approssimativamente dall'esame delle temperature medie del bacino; l'impinguamento e l'esaurimento delle sorgenti che è in diretta dipendenza dalla vastità e dalla potenza dei mezzi di accumulazione dei bacini (detriti di falda, morene, vegetazione, ecc.).

Per studiare da vicino questi fattori essenziali del ciclo annuale dei deflussi è necessario conoscere almeno approssimativamente l'andamento della temperatura sul bacino.

Dato che la temperatura ha un andamento parallelo su una vasta zona di terreno, la stazione termometrica di Domodossola (m 270 s/m) ci può fornire le medie temperature mensili, T_o , ricavate da registrazioni di un quarantennio.

Da queste medie con la nota formula $Th = T_o - 0,0042 h$ si può arguire l'andamento di temperatura su di un bacino adiacente di quota media $270 + h$, e da tale andamento, la legge di fusione e di formazione della neve.

Le medie temperature a Domodossola sono riportate nel diagramma di fig. 3. Dalle temperature analoghe che ne derivano per un bacino superiore ai 1200 metri s/m, si può dedurre che le precipitazioni meteoriche dal 15 novembre al 15 aprile si effettuano sotto forma di neve. La portata dei corsi d'acqua in detto periodo deve perciò riferire all'esaurimento del bacino, senza che le piogge abbiano una sensibile influenza diretta, fatta eccezione di una piccola quantità di neve che, fusa dalle radiazioni solari, va ad arricchire i deflussi sfuggendo al rigelo notturno.

D'altra parte le sempre abbondanti piogge autunnali trovano le sorgenti esauste ed i torrenti poverissimi di afflussi; esse vengono in buona parte immagazzinate nel bacino, il quale poi le restituisce secondo una legge di progressivo esaurimento, durante i mesi invernali.

I mesi di marzo e di aprile hanno ancora abbondante formazione di nevi nella parte più alta dei bacini considerati, mentre nella parte media cominciano gli sgeli, i quali crescono poi rapidamente proporzionalmente alle temperature citate arricchendo i deflussi dei mesi estivi.

Le considerazioni esposte sui fattori determinanti il ciclo dei deflussi nell'anno medio, integrate da opportuni confronti coll'adiacente Valle Formazza per la quale si hanno dati di riferimento sicuri, servono ad apportare alle medie mensili riscontrate in un quarantennio a Domodossola presa come base, tutte le modificazioni necessarie.

Le precipitazioni mensili a Domodossola, computate su un totale annuo di 100 mm, e desunte dalle osservazioni di un quarantennio, sono indicate nel grafico di figura 4 nel quale sono anche riportate le precipitazioni mensili, sempre riferite a 100 mm annui, nelle due zone dei bacini considerati, desunte da quelle di Domodossola, coi criteri indicati.

Per le zone occupate da ghiacciai non si possono evidentemente adottare le percentuali assegnate alle zone con quota superiore ai 1200 m, giacché il volante termico rappresentato dall'imponente massa di ghiaccio attenua grandemente lo sgelo che verrebbe prodotto dalla più notevole temperatura primaverile, di modo che i maggiori deflussi per i ghiacciai si hanno nei mesi più caldi di luglio ed agosto.

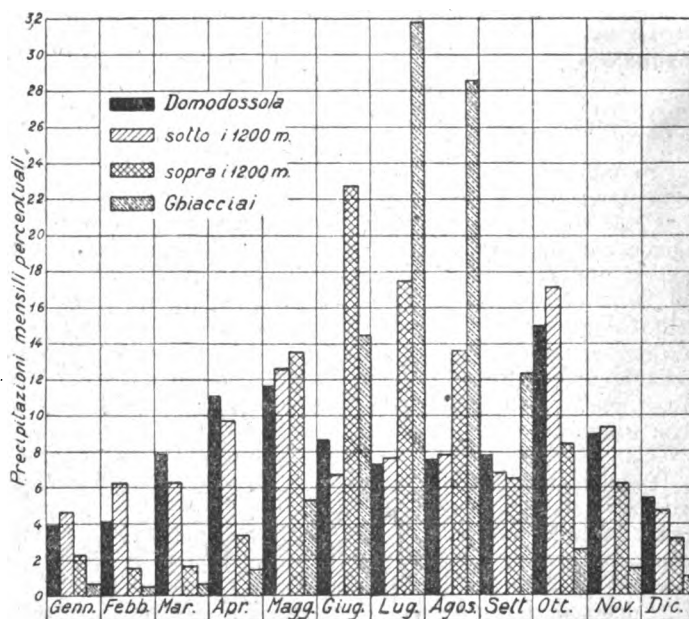


Fig. 4. — Precipitazioni percentuali mensili nelle diverse zone dei bacini.

Per di più, è bene notare che il coefficiente di utilizzazione delle precipitazioni nelle zone occupate da ghiacciai è molto elevato e prossimo all'unità, mancando quasi per intero le perdite per evaporazione. Da diligenti studi eseguiti al riguardo, è risultato per le zone occupate da ghiacciai un ciclo percentuale di deflussi computato sull'intera precipitazione dell'anno medio, quale è indicato nella figura 4.

I cicli di deflussi trovati, come è già stato detto, valgono per l'anno medio; per l'anno minimo, che pur interessa nel presente studio, specialmente per la Diveria, non si hanno criteri sufficienti per stabilire una giustificabile vicenda di deflussi.

TRIBUTI UNITARI in litri/sec/km².

| MESE | BACINO DELLA DIVERIA | | | | | | BACINO DEL CAIRASCA | |
|-----------------|--|--|--|--|--|---|--|--|
| | Bacino superiore a 1200 m. | | Bacino inferiore a 1200 m. | | Ghiacciaio | | Ghiacciaio | Senza ghiacciaio |
| | Anno medio precipitazione utile 1133 mm. | Anno minimo precipitazione utile 922 mm. | Anno medio precipitazione utile 1160 mm. | Anno minimo precipitazione utile 880 mm. | Anno medio precipitazione utile 1400 mm. | Anno minimo precipitazione utile 1150 mm. | Anno medio precipitazione utile mm. 1700 | Anno medio precipitazione utile mm. 1360 |
| Gennaio | 8.9 | 8.1 | 19.9 | 15.2 | 3.3 | 2.75 | 4.- | 10.5 |
| Febbraio | 7.2 | 6.2 | 30.- | 22.7 | 3.3 | 2.75 | 4.- | 8.6 |
| Marzo | 7.2 | 6.2 | 27.3 | 20.8 | 3.3 | 2.75 | 4.- | 8.8 |
| Aprile | 14.2 | 11.6 | 44.- | 33.3 | 7.2 | 6.3 | 9.4 | 17.- |
| Maggio | 57.- | 46.5 | 54.6 | 41.5 | 27.7 | 22.7 | 33.5 | 68.5 |
| Giugno | 95.3 | 81.2 | 30.4 | 23.- | 77.5 | 63.5 | 94.5 | 114.5 |
| Luglio | 70.8 | 57.3 | 33.- | 25.2 | 156.- | 136.- | 202.- | 85.2 |
| Agosto | 58.6 | 46.5 | 33.3 | 25.4 | 149.- | 122.8 | 176.- | 70.5 |
| Settembre | 28.6 | 23.3 | 30.6 | 23.3 | 65.9 | 54.2 | 80.5 | 34.- |
| Ottobre | 35.6 | 29.- | 74.1 | 58.3 | 12.8 | 10.5 | 16.1 | 45.6 |
| Novembre | 27.2 | 22.1 | 41.5 | 31.5 | 7.9 | 6.3 | 9.4 | 32.- |
| Dicembre | 14.3 | 11.6 | 21.- | 15.9 | 5.5 | 4.5 | 6.7 | 17.2 |

A solo scopo indicativo, per una valutazione approssimativa, si può adottare per l'anno minimo lo stesso ciclo di deflussi determinati per l'anno medio.

Dalle precipitazioni utili così determinate per i due diversi bacini della Diveria e del Cairasca è facile determinare i tributi unitari in litri-secondo per km².

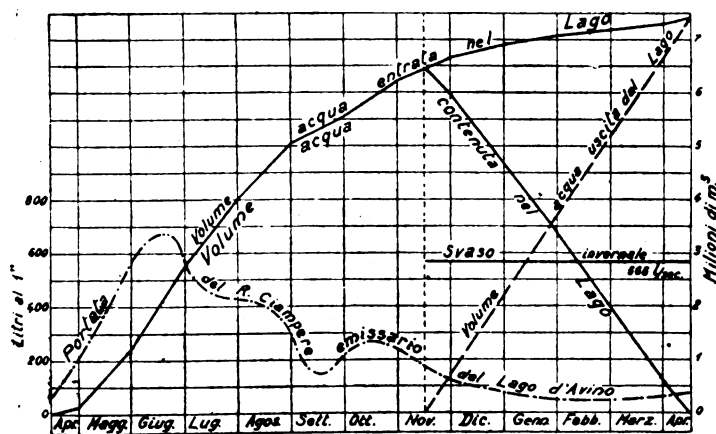


Fig. 5. — Regime idraulico del Lago d'Avino.

Risultano così, separatamente per le zone libere da ghiacciaio e per i ghiacciai i tributi unitari che sono indicati nella apposita tabella.

c) Deflussi alla prese progettate. — I cicli dei deflussi mensili riportati per il bacino del torrente Cairasca vanno intesi nel loro valore *compensativo* avendo i progettati impianti serbatoi adeguati di accumulazione.

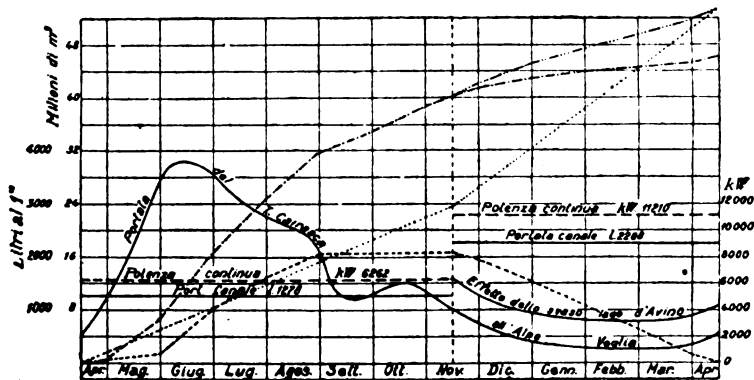


Fig. 6. — Regime idraulico del Torrente Cairasca all'Alpe Veglia.

--- Volume d'acqua entrati nel serbatoio (escluso il contributo del Lago d'Avino).
 --- Volume d'acqua entrati nel serbatoio (compreso il contributo del Lago d'Avino).
 --- Volume d'acqua uscita dal serbatoio.
 --- Volume d'acqua contenuta nel serbatoio.

Per gli impianti della Diveria invece, mancando essi di serbatoi di compensazione (fatta eccezione della progettata Centrale di Preglia che risente del deflusso regolarizzato del torrente Cairasca), il ciclo indicato dei tributi unitari ha esclusivamente un valore indicativo di medie di deflussi mensili.

Per questa ragione, per la Diveria si hanno presumibilmente nei mesi estivi dei deflussi anche notevolmente inferiori a quelli che vengono in seguito indicati, mentre, pure

nella stessa stagione estiva, le violenti piogge della durata di due o tre giorni determinano nel fiume un regime di piena per il quale è difficile valutare la portata.

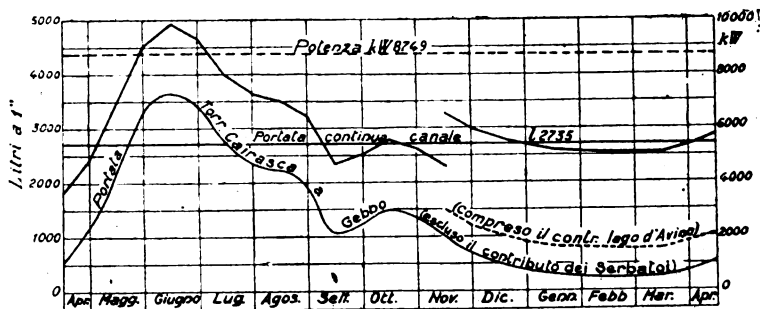


Fig. 7. — Regime del Torrente Cairasca alla presa di Gebbo (Centrale di Varzo).

Per la stagione invernale invece i riportati deflussi unitari, valevoli per il bacino della Diveria, si avvicinano di molto a quelli che effettivamente si avranno nella pratica, come si è

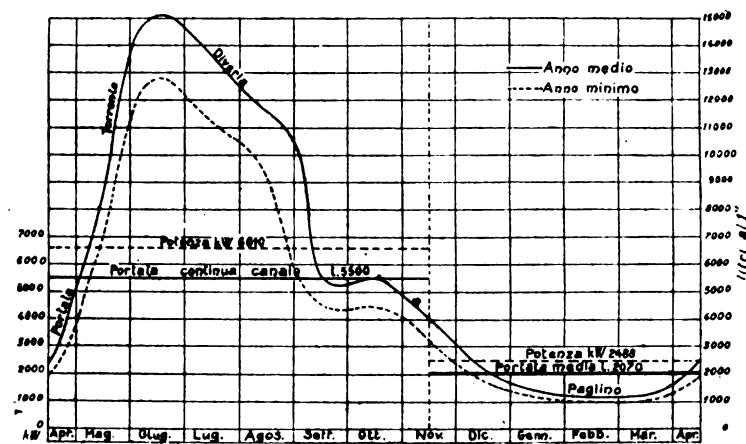


Fig. 8. — Regime idraulico del Torrente Diveria a Paglino. (Centrale di Iselle).

potuto dedurre da confronti con i diagrammi di portate dell'idrometro di Balmalonesca.

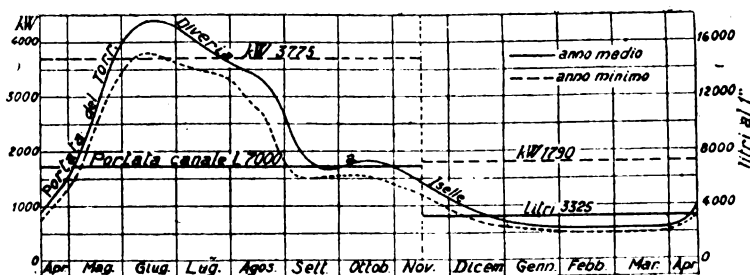


Fig. 9. — Regime idraulico del Torrente Diveria a Iselle (Centrale di Varzo).

Nei diagrammi delle figure 5-6-7-8-9-10 sono indicati i regimi idraulici dei diversi serbatoi e dei diversi impianti.

IV. - Studio delle portate e potenze continue ottenibili.

Giovandosi dei dati contenuti nei diagrammi si possono determinare, per ciascun impianto, le potenze ricavabili in modo continuo e quelle massime raggiungibili durante le punte del consumo.

CAIRASCA.

Centrale di Gebbo. — (Vedi diagramma di figura 6).

| | | |
|--|--------|------------|
| Salto utile (H) | m | 700 |
| Portata estiva | l/sec | 1278 |
| Portata invernale | l/sec. | 2288 |
| Potenze ($kW = 10 \times Q \times H \times 0,7$) | | |
| Potenza estiva | kW | 6262 |
| Potenza invernale | " | 11.210 |
| Produzione estiva (214 giorni) | kWh | 32.161.000 |
| Produzione invernale (151 giorni) | " | 40.625.000 |
| Produzione annua | " | 72.786.000 |

Centrale di Varzo. — (Vedi diagramma di figura 7).

| | | |
|-----------------------|---|--------|
| Salto utile | m | 457,44 |
|-----------------------|---|--------|

Durante la stagione invernale è possibile integrare a mezzo dei serbatoi superiori una portata continua di litri/sec 2.735 (ricavata dalla media degli afflussi integrali durante il periodo invernale).

Pure durante la stagione estiva è possibile ottenere una eguale portata.

| | | |
|--|-------|------------|
| Portata continua (estiva ed invernale) | l/sec | 2735 |
| Potenza continua (365 giorni) | kW | 8749 |
| Produzione annua (365 giorni) | kWh | 76.441.000 |

DIVERIA.

Centrale di Iselle. — Vedi diagramma di figura 8).

| | | |
|----------------------------|---|--------|
| Salto utilizzato | m | 171,75 |
|----------------------------|---|--------|

Durante la stagione invernale nell'anno medio la portata della Diveria varia tra un massimo di 4130 litri/sec nell'ultima quindicina di novembre, e un minimo di 1200 litri/sec circa nei mesi di febbraio e marzo. Come portata media si può adottare la media mensile dei mesi invernali, tenendo conto che nei mesi di febbraio e marzo la potenza ottenibile risulterà di poco superiore alla metà della media invernale.

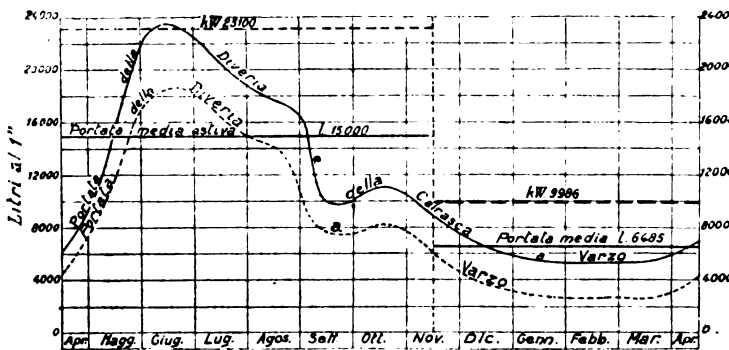


Fig. 10. -- Regime dei deflussi alla Centrale di Preglia.

Come risulta dal diagramma, durante il periodo estivo nell'anno medio si può assicurare alla derivazione una portata di 5500 litri/sec, al disotto del quale valore si scende solo per una quindicina di giorni in novembre. Da queste considerazioni risultano:

| | | |
|--------------------------------------|----------------|------------|
| Portata estiva continua | m ³ | 5,500 |
| Portata invernale continua | m ³ | 2,070 |
| Potenza estiva ricavabile | kW | 6,610 |
| Potenza invernale | " | 2,488 |
| Produzione estiva | kWh | 33.949.000 |
| Produzione invernale | " | 9.016.000 |

Totale annuo kWh 42.965.000

Nei mesi di febbraio e marzo per la portata di circa 1200 litri/sec si ha la potenza minima di:

| | | |
|--------------------------|----|------|
| Potenza minima | kW | 1445 |
|--------------------------|----|------|

Nell'anno minimo le potenze ottenibili per la stagione invernale, sono di poco inferiori a quelle suindicate, mentre sono sensibilmente minori di esse durante i mesi estivi.

Centrale di Varzo. — (Vedi diagramma di figura 9).

| | | |
|----------------------------|---|----|
| Salto utilizzato | m | 77 |
|----------------------------|---|----|

Analogamente a quanto è stato detto per la Centrale di Iselle, la Centrale di Varzo nella stagione invernale utilizzerà una portata variabile fra un minimo di circa 2150 litri/sec e un massimo di 5600 litri/sec, con una media portata di litri/sec 3325. Nella stagione invernale è particolarmente risentito il contributo regolarizzato dello scarico della grande Galleria del Sempione (circa 1000 litri al secondo).

Per la stagione estiva risulta dal diagramma citato che si può sicuramente far conto per 7 mesi continuativi su una portata di 7000 litri/sec.

Risultano perciò:

| | | |
|--|----------------|------------|
| Portata invernale media continua | m ³ | 3,325 |
| Portata estiva continua | m ³ | 7,000 |
| Potenza estiva continua | kW | 3.775 |
| Potenza invernale media continua | " | 1.790 |
| Produzione estiva | kWh | 19.400.000 |
| Produzione invernale | " | 6.500.000 |

Totale annuo kWh 25.900.000

La potenza minima ottenibile nei mesi di febbraio e marzo è:

| | | |
|--------------------------|----|------|
| Potenza minima | kW | 1160 |
|--------------------------|----|------|

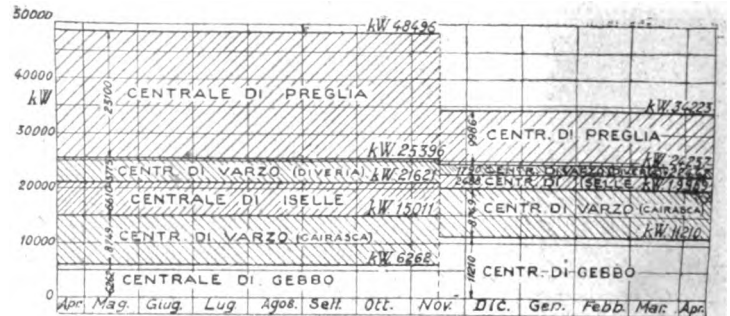


Fig. 11. -- Diagramma totale delle potenze continue.

Centrale di Preglia. — (Vedi diagramma di figura 10).

Ai deflussi del bacino non regolato dominante, vanno aggiunti i deflussi regolarizzati del bacino del Cairasca superiore a Gebbo.

Durante i cinque mesi invernali si può integrare una portata media di litri/sec 6485 con un minimo di litri/sec 5350; nei mesi estivi come media si ha invece una portata di 15.000 litri/sec. Quest'ultimo valore va inteso come media estiva, giacchè specie nell'autunno si avranno portate sensibilmente inferiori.

Con un salto utilizzabile di metri 220 si ha:

| | | |
|-----------------------------------|----------------|-------------|
| Portata media invernale | m ³ | 6,485 |
| Portata media estiva | m ³ | 15,000 |
| Potenza media invernale | kW | 9.986 |
| Potenza media estiva | " | 23.100 |
| Produzione invernale | kWh | 36.200.000 |
| Produzione estiva | " | 119.000.000 |

Totale annuo kWh 155.200.000

Potenza minima (febbraio-marzo) kW 8.240

Le caratteristiche delle cinque centrali in esercizio ed in progetto, sono raccolte nel diagramma della figura 11.

Complessivamente pei cinque impianti si ha:

| | | |
|--------------------------------------|-----|-------------|
| Potenza estiva continua | kW | 48.496 |
| Potenza invernale continua | " | 34.223 |
| Produzione estiva | kWh | 249.245.000 |
| Produzione invernale | " | 124.047.000 |
| Produzione annua | " | 373.292.000 |

STUDIO DELLE POTENZE E PORTATE MASSIME.

Le potenze medie indicate per ciascun impianto, distinta-mente per la stagione estiva ed invernale, sono continue, e si riferiscono quindi all'utilizzazione completa dell'energia, cioè per 24 ore al giorno e per tutti i giorni di ciascuna stagione.

Nella pratica, però, come è noto, il consumo dell'energia da parte dell'industria avviene secondo un diagramma di ca-

rico diverso da stagione a stagione e assai variabile in ciascun giorno con un minimo nei giorni festivi; di guisa che l'utilizzazione risulta assai lontana dall'essere completa. Tale utilizzazione, specialmente per gli impianti aventi esclusivamente funzione di integrazione, scende ad un valore bassissimo, che

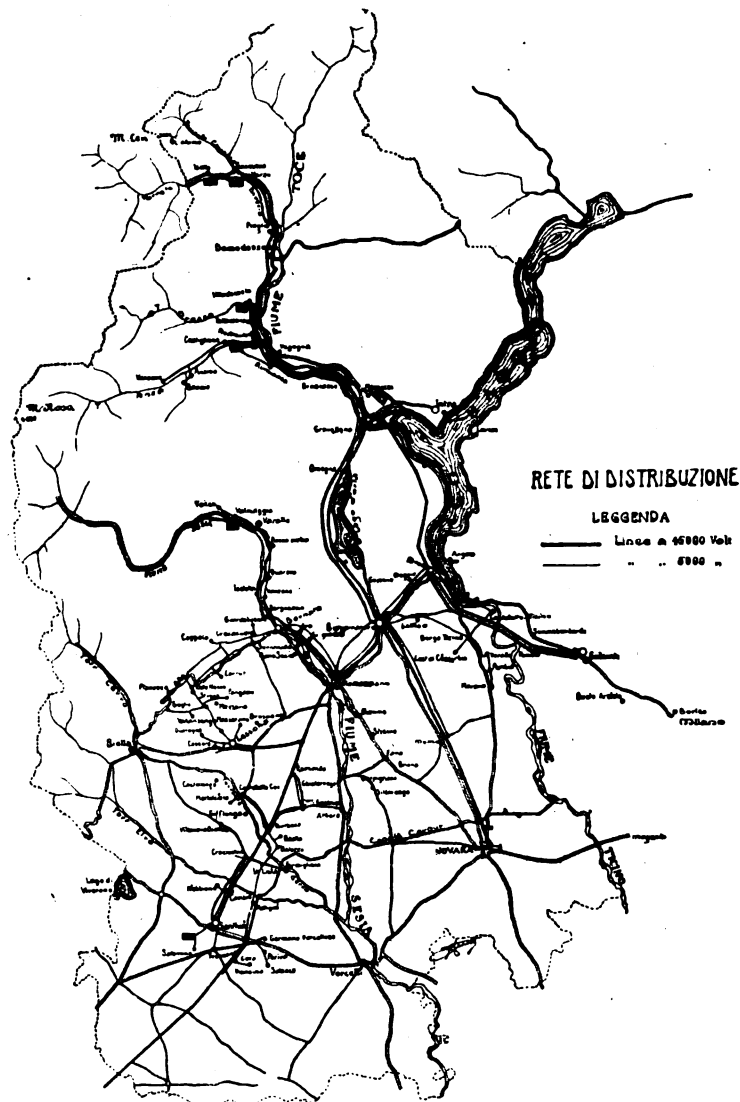


Fig. 12. — Planimetria generale degli impianti e delle linee della Società Dinamo.

in mancanza di dati specifici si può fissare in 1600 ore annue. Per gli altri impianti non direttamente alimentati da serbatoi, l'utilizzazione risulterà invece notevolmente maggiore.

Gli impianti in progetto di Gebbo e quello immediatamente sottostante di Varzo (Cairasca), sono direttamente alimentati dai serbatoi del Lago d'Avino e dell'Alpe Veglia; essi si presentano pertanto come i più adatti per il servizio di regolazione delle potenze e conseguentemente devono essere previsti con abbondanza di macchinario installato.

Per dette Centrali, limitando le considerazioni ad una settimana e tenendo conto di un giorno e mezzo festivo, si può ritenere che la disponibilità effettiva giornaliera sia da computare rispettivamente sulle potenze di

$$\frac{11.210 \times 7}{5,5} = \text{kW. } 14.385 \text{ per la Centrale di Gebbo.}$$

e di

$$\frac{8.749 \times 7}{5,5} = \text{kW. } 11.142 \text{ per la Centrale di Varzo.}$$

Supponendo di coprire la base del diagramma per mezzo delle altre centrali, e riservando alle due citate di Gebbo e Varzo la funzione di integrazione nelle punte di consumo che si possono prevedere della durata media giornaliera di 9 ore, si ottengono per queste due ultime centrali le seguenti potenze massime.

$$\text{Centrale di Gebbo. - kW. } \frac{14.385 \times 24}{9} = \text{kW. } 38.360$$

$$\text{Centrale di Varzo (Cairasca). - kW. } \frac{11.142 \times 24}{9} = \text{kW } 29.700$$

A queste potenze massime corrispondono le portate massime da assegnare ai canali, rispettivamente di:

$$\frac{38.360}{10 \times 700 \times 0,7} = 7,83 \text{ m}^3/\text{sec. per la Centrale di Gebbo.}$$

$$\frac{29.700}{10 \times 457 \times 0,7} = 9,29 \text{ m}^3/\text{sec. per la Centrale di Varzo.}$$

Per la Centrale di Gebbo, direttamente alimentata dal serbatoio dell'Alpe Veglia, si può ulteriormente aumentare la potenza massima da installare, per tenere conto che le portate e le curve di svaso ricavate precedentemente, si riferiscono ad un anno di carattere medio con precipitazione del 10 % al disotto del vero.

Si può così prevenire l'installazione massima nella Centrale di Gebbo di 44.000 kW. (9 m³/sec.), permettendo di erogare per circa otto ore giornaliere una maggiore potenza tale da far fronte alle presumibili punte più intense invernali (punta luce e punte ferroviarie).

Nella Centrale di Varzo è già in servizio macchinario per kW. 22.600; basterà quindi, per arrivare alla potenza massima indicata, installare altri kW. 7100.

Le utilizzazioni, distintamente per le due centrali risultano di:

$$\text{Centrale di Gebbo. - } \frac{\text{kWh } 72.786.000}{\text{kW } 44.000} = \text{ore } 1650$$

$$\text{Centrale di Varzo. - } \frac{\text{kWh } 76.441.000}{\text{kW } 29.700} = \text{ore } 2535$$

Centrale di Preglia. — Nella stagione invernale durante le nove ore di funzionamento della Centrale di Varzo, la Centrale di Preglia potrà fare servizio di integrazione, utilizzando essa come minimo nei mesi di Gennaio-Marzo una portata totale di circa m³ 13 (risultanti dalla somma del deflusso continuo della Diveria min. m³ 2,700/sec. e dello scarico di Varzo m³ 9,29 per 9 ore giornaliere).

Durante la stagione estiva, per la possibilità di collocare ingenti quantitativi di energia nell'industria elettrochimica, sarà pure opportuno disporre di una conveniente potenza installata, tale da utilizzare completamente il deflusso disponibile a valle di Varzo. Questo deflusso è, almeno per tre mesi, superiore ai 18 m³/sec.; si potrà quindi, per quanto si è detto, installare nella Centrale la potenza corrispondente all'indicato deflusso, vale a dire:

$$10 \times 18 \times 220 \times 0,7 = \text{kW. } 27.720$$

A questa potenza corrisponde un'utilizzazione annua di ore.

$$\frac{\text{kWh. } 155.200.000}{27.720} = \text{ore } 5.600$$

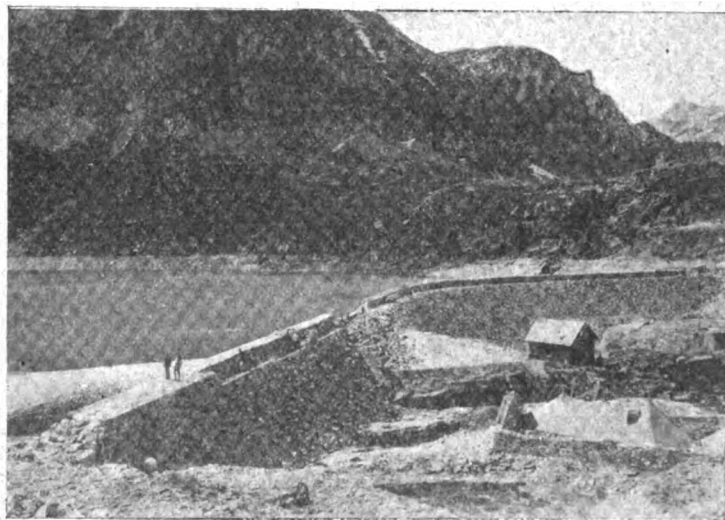


Fig. 13. — Sbarramento del lago d'Avino.

Centrale di Varzo (Diveria). — La potenza massima da installare nella Centrale di Varzo va computata sulla media

continua estiva che si presume di poter utilizzare, non disponendo questa centrale di alcuna accumulazione.

Potendosi collocare l'energia di supero nell'industria elet-

assegnare al canale di

$$\frac{4.000}{10 \times 0,7 \times 77} = 7,41 \text{ m}^3/\text{sec.}$$

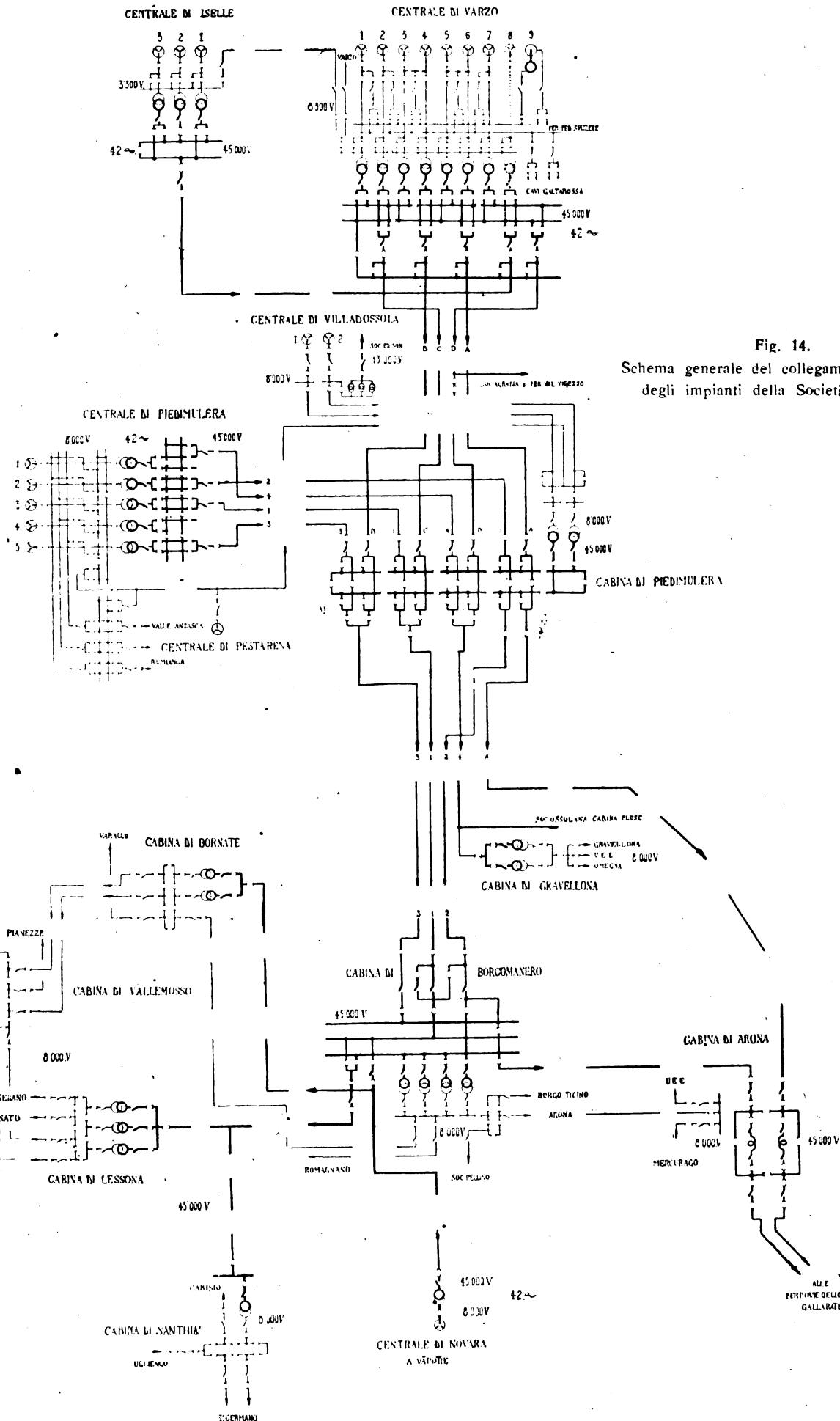


Fig. 14.

Schema generale del collegamento elettrico degli impianti della Società Dinamo.

trochimica, risulta conveniente aumentare la potenza continua estiva, già determinata in kW. 3775, sino ai kW. 4.000.

A questa potenza corrisponde una portata massima da

L'utilizzazione annua risulterà di:

$$\frac{\text{kWh. } 25.900.000}{\text{kW } 4.000} = \text{ore } 6.500$$

Centrale di Iselle. — In questa centrale sono installati kW. 6610 corrispondenti ad un'utilizzazione di

$$\frac{\text{kWh. 42.965.000}}{\text{kW. 6.610}} = \text{ore 6.500}$$

Complessivamente per cinque impianti risultano i seguenti dati:

| | | |
|---|-----|-------------|
| Potenza totale installata | kW | 112.030.000 |
| Produzione estiva (7 mesi) | kWh | 249.245.000 |
| Produzione invernale (5 mesi) | " | 124.047.000 |
| Produzione totale annua | " | 373.292.000 |
| Utilizzazione media estiva | ore | 2220 |
| Utilizzazione media invernale | " | 1150 |
| Utilizzazione totale annua | " | 3370 |

Collegamento degli impianti esistenti e rete di distribuzione. — Gli impianti eseguiti nella Valle Divedro sono la centrale di Varzo e la Centrale di Iselle; oltre allo sbarramento al lago d'Avino, le acque del quale vengono lasciate defluire liberamente secondo le occorrenze, per essere poi derivate alla presa di Gebbo dell'impianto Cairasca. (v. figura 13).

La Società Dinamo possiede ancora l'impianto di Piedimulera che utilizza le acque del torrente Anza, ed una centrale a vapore di riserva a Novara.

Essa esercisce inoltre l'impianto di Villadossola della So-

cietà Elettrica Ossolana, che con presa a Viganella utilizza le acque del tratto inferiore dell'Ovesca.

Il collegamento elettrico degli impianti risulta dallo schema della fig. 14.

L'energia della Centrale di Iselle viene convogliata su una terna a 45.000 volt sulle sbarre collettrici della centrale di Varzo. Dalla Centrale di Varzo e da quella di Piedimulera si dipartono quattro terne, che fanno capo ad un doppio sistema di sbarre a 45.000 volt nella cabina di smistamento di Piedimulera. L'energia della centrale di Villadossola viene pure convogliata con due terne a 8.000 volt nella detta cabina di Piedimulera ove viene trasformata a 45.000 volt ed immessa nelle sbarre collettrici di cui sopra. Dalla cabina di Piedimulera partono: due terne verso Gallarate per l'alimentazione della trazione elettrica sulla Milano-Varese, e per il collegamento, nella cabina della Bovisa, con la Società Generale Edison; due terne verso Borgomanero, per la rete di distribuzione principale della Società Dinamo; una terna verso Gravellona, per l'alimentazione della rete di distribuzione di Intra (Società Elettrica Ossolana) e del Lago Maggiore (Unione Esercizi Elettrici).

La tensione delle linee di trasmissione principali è di 45.000 volt, quella delle linee per la distribuzione agli utenti è di 8000 volt.

Sono attualmente in costruzione due nuove terne a 8000 V per il collegamento della Cabina di Piedimulera con la Centrale di Pallanzeno della Società Edison.

DATI RIASSUNTIVI DEGLI IMPIANTI.

ISELLE. — *Alternatori* I, II, III, Tecnomasio Ital. B. B.; kVA 1860, 2600, 5000; $\cos \varphi = 0,7$; amp. 328, 463,875; V 3300 ÷ 3800; N. 315, 315, 840; $f = 42$. — *Eccitatrici* I, II, III accoppiate agli alternatori, Tecnomasio Ital. B. B.; kW 30, 42, 44; V 125. — *Trasformatori* I, II, III, Tecnomasio Ital. B. B.; trifasi; kVA 1860, 2600, 5000; rapporto a carico e $\cos \varphi 0,7$; V 3300 ÷ 3800/46.000 ÷ 53.000; Y/Y.

VARZO. — *Eccitatrici* I, II, III, Tecnomasio Ital. B. B.; kW 125; V 120; N. 615; *Eccitricce* IV con motore trifase, Tecnomasio Ital. B. B.; kW 125; V 120; N. 615. — *Alternatori* I, II, Tecnomasio Ital. B. B.; kVA 1400; $\cos \varphi = 0,7$; amp. 245; V 3300/3800; N. 504; $f = 42$. *Alternatori* III, IV, V, VI, VII, Tecnomasio Ital. B. B.; kVA 3400; $\cos \varphi 0,7$; amp. 600; V 3300/3800; N. 504; $f = 42$. *Alternatore* VIII, Tecnomasio Ital. B. B.; kVA 12.500; $\cos \varphi 0,7$; amp. 2050; V 3500/3800; N. 504; $f = 42$. — *Trasformatori* I, II, Tecnomasio Ital. B. B., trifasi; kVA 1400; rapporto a carico e $\cos \varphi 0,7$ V 3300 ÷ 3800/46.000 ÷ 53.000; Y/Y. — *Trasformatori* III, IV, V, VI, VII, Tecnomasio Ital. B. B., trifasi; kVA 3400 rapporto a carico e $\cos \varphi 0,7$; V 3300 ÷ 3800/46.000 ÷ 53.000; Y/Y. — *Trasformatore* VIII, Tecnomasio Ital. B. B., trifase; kVA 12.500; rapporto a carico e $\cos \varphi 0,7$; V 3500 ÷ 3800/48.800 ÷ 53.000; Y/Y. — *Convertitore di frequenza*: Tecnomasio Ital. B. B. — *Motore trifasi asincrono*: kW 2200; V 3300; amp. 455; N. 504; $f = 42$. — *Alternatore trifase*: kVA 2700; $\cos \varphi 0,75$; amp. 420; V 3700; N. 500; $f = 16,7$.

PIEDIMULERA. — *Eccitatrici* I, II, Brown Boveri, Baden; kW 135; V 150; N. 650. — *Alternatori* I, II, III, IV, Brown Boveri, Baden; kVA 2400; $\cos \varphi 0,8$; amp. 173; V 8000; N. 420; $f = 42$. — *Alternatore* V, Tecnomasio Ital. B. B.; kVA 3600; $\cos \varphi 0,8$; amp. 262; V 8000; N. 840; $f = 42$. — *Trasformatori* I, II, III, IV, V, Brown Boveri, Baden, trifasi; kVA 2300; rapporto a carico e $\cos \varphi 0,8$; V 8000/45.000; Y/Y.

VILLADOSSOLA. — *Eccitatrici* I, II, Brown Boveri, Baden; kW 66; V 110; N. 850. — *Alternatori* I, II, Brown Boveri, Baden; kVA 1860, 1360; $\cos \varphi 0,8$; amp. 125, 93; V 8500; N. 417; $f = 42$.

NOVARA. — *Turbo alternatore* I, Brown Boveri, Baden; turbina a vapore kW 2500; atm. vap. 12; temp. vap. 300°; N. 2520. — *Alternatore trifase* kVA 3200; V 8000; amp. 185; N. 2520; $f = 42$. — *Trasformatore* I, Tecnomasio Ital. B. B., trifase; kVA 3200; rapporto a carico e $\cos \varphi 0,8$; V 8000/45.000; Δ/Y .

CABINA DI GRAVELLONA. — *Trasformatori* I, II, Tecnomasio Ital. B. B., trifasi; kVA 1200; rapporto a carico e $\cos \varphi 0,8$; V 43.300/7830; Y/Y.

CABINA DI BORGOMANERO. — *Trasformatori* I, II, III, IV, Tecnomasio Ital. B. B., trifasi; kVA 1000, 1000, 1000, 1800; rapporto a carico e $\cos \varphi 0,8$; V 43.300/7830; Y/Y.

CABINA DI BORNATE. — *Trasformatori* I, II, Tecnomasio Ital. B. B., trifasi; kVA 2000; rapporto a carico e $\cos \varphi 0,8$; V 43.300/7830; Y/Y.

CABINA DI LESSONA. — *Trasformatori* I, II, III, Tecnomasio Ital. B. B., trifasi; kVA 1000; rapporto a carico e $\cos \varphi 0,8$; V 43.300/7830; Y/Y.

CABINA DI SANTHIA. — *Trasformatore* I, Tecnomasio Ital. B. B., trifase; kVA 1000; rapporto a carico e $\cos \varphi 0,8$; V 43.300/7830; Y/Y.

CABINA DI PIEDIMULERA. — 1 *Trasformatore* kVA 2.300; 8000/45.000 V a carico e $\cos \varphi 0,8$.

LINEE DI TRASMISSIONE

| TRONCHI | Numero terne | Lunghezza Km. | Sezione mm ² per ciascuna terna | Pali Num. | Isolatori Num. | Tensione di esercizio Volt | Caratteristiche elettriche (Valori trifasi 42 periodi) | | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|--|-----------|----------------|----------------------------|--|------|-------|----------------|
| | | | | | | | R | X | Z | X _c |
| Iselle-Varzo | 1 | 2,5 | 50 | 65 | 219 | 45.000 | 1,5 | 1,3 | 1,98 | 149.000 |
| Varzo-Piedimulera | 4 | 24 | 50 | 211 | 877 | 45.000 | 14,4 | 12,- | 18,75 | — |
| Preglia-Domodossola | 2 | 2 | 35 | 50 | 180 | 45.000 | — | — | — | — |
| Piedimulera-Arona | 1 | 50 | 50 | 353 | 1452 | 45.000 | 30,- | 26,- | 39,65 | 7.450 |
| Piedimulera-Gravellona | 1 | 22 | 50 | 530 | 1899 | 45.000 | 13,2 | 11,- | 17,2 | 16.900 |
| Gravellona-Intra | 2 | 11 | 50 | 254 | 803 | 45.000 | 6,6 | 5,5 | 8,6 | — |
| Piedimulera-Borgomanero | 3 | 50 | 50 | 1242 | 4479 | 45.000 | 30,- | 25,- | 39,1 | — |
| Borgomanero-Arona | 1 | 10 | 50 | 255 | 797 | 45.000 | 6,- | 5,2 | 7,95 | 37.200 |
| Arona-Gallarate | 2 | 25 | 50 | 197 | 801 | 45.000 | 15,- | 13,- | 19,85 | 14.900 |
| Borgomanero-Novara | 1 | 31 | 50 | 782 | 2766 | 45.000 | 18,6 | 16,2 | 24,6 | 12.000 |
| Borgomanero-Bornate | 1 | 20 | 50 | 488 | 1714 | 45.000 | 12,- | 10,4 | 15,9 | 18.600 |
| Borgomanero-Lessona | 1 | 29 | 50 | 757 | 2671 | 45.000 | 17,4 | 15,1 | 23,- | — |
| Pavona-Santhia | 1 | 22 | 50 | 555 | 1865 | 45.000 | 13,2 | 11,4 | 17,45 | — |

IMPIANTO DI ISELLE

GENERALITÀ

L'impianto idroelettrico di Iselle (figura 15) con presa a Paglino presso il confine Italo-Svizzero e restituzione poco a valle dell'imbocco della grande galleria del Sempione era stato costruito fino dal 1901 dalla Compagnia Giura-Sempione in forza di regolare convenzione con lo Stato Italiano — per provvedere l'energia necessaria ai cantieri per i lavori di perforazione della galleria suddetta.

attraverso il Sempione fosse adottata in via d'esperimento la trazione elettrica a corrente trifase anziché quella a vapore, e a tal uopo venne mantenuto in attività l'impianto suddetto.

In un locale degli ex cantieri venne pertanto installato un gruppo generatore, di 1500 kVA, per corrente alternata alla frequenza di 16,7 periodi, azionato da due turbine coassiali di corrispondente potenza.

Data la lunghezza della tubazione e l'importanza degli effetti dei colpi d'ariete dipendenti dalla irregolarità del diagramma di carico relativo al servizio ferroviario, fu necessaria l'adozione di opportuni provvedimenti nella regolazione della



Fig. 15. — Planimetria generale dell'impianto.

Tale impianto doveva pertanto durare quanto i lavori medesimi e perciò la condotta d'acqua, avuto riguardo al suo carattere di provvisorietà ed alla previsione di doverla dopo pochi anni demolire, era stata per intero eseguita mediante una unica tubazione metallica della lunghezza di circa 4200 metri.

La tubazione stessa, costituita parte da tubi in ghisa, par-

turbina, lasciando così che una notevole parte d'acqua passasse inutilizzata nel canale di scarico.

Con tutto ciò si verificavano ancora frequenti interruzioni nell'esercizio; inoltre la caduta di sassi e di valanghe dalla montagna provocavano frequenti e talvolta gravi sospensioni di servizio.

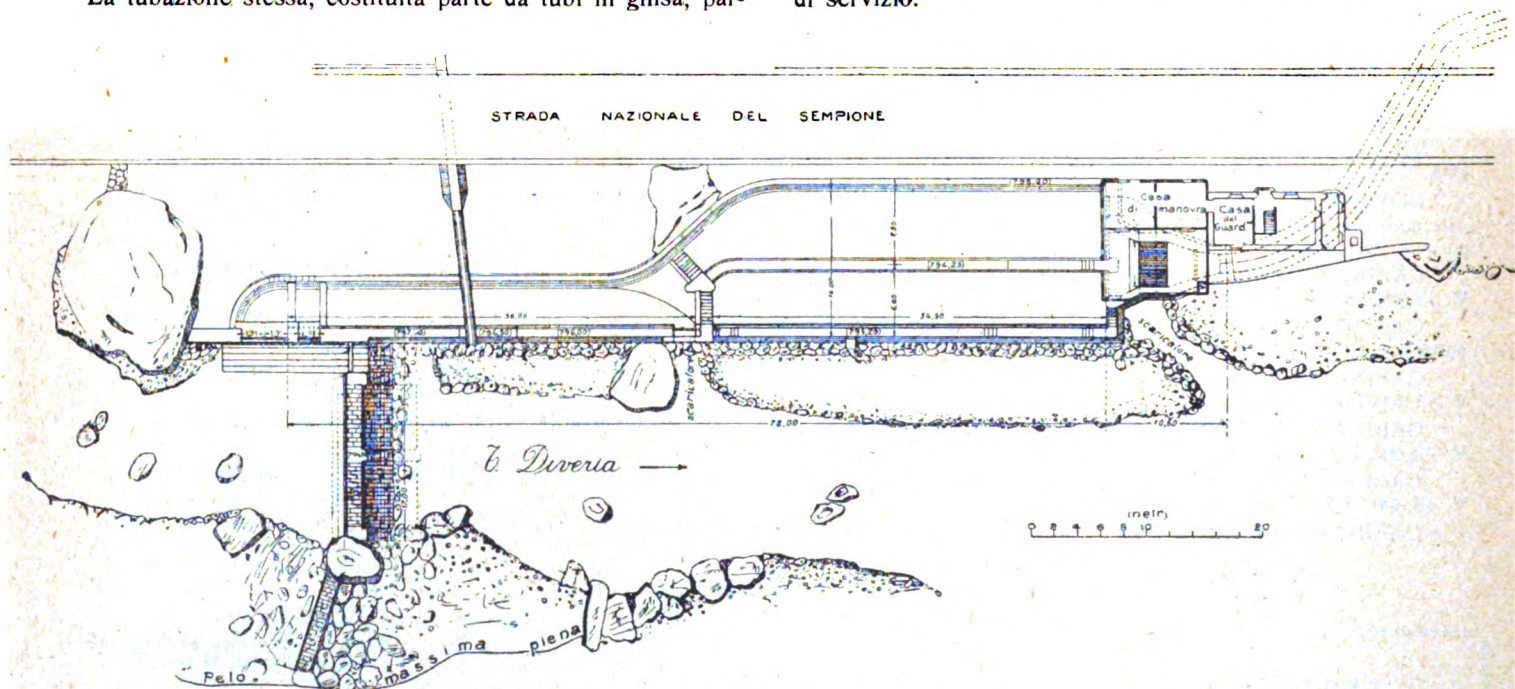


Fig. 16. — Planimetria delle opere di presa.

te da tubi di ferro, (diametro 0,90 ad un metro) seguiva la strada nazionale sino alla progr. 3100 circa — a monte dell'abitato di Iselle — dove, sovrappassato il Diveria, si portava in sede propria sulla sponda destra del torrente per ritornare a sponda sinistra poco a monte del punto di restituzione.

*

Nell'anno 1905, quando era prossima l'ultimazione della grande galleria del Sempione, in conformità ai desideri della Direzione Generale delle Ferrovie Italiane, venne deciso che

*

Durante la guerra la Società Dinamo, allo scopo di utilizzare l'acqua dell'impianto in questione, che, in causa delle riduzioni delle comunicazioni con la Svizzera andava perduta in maggior misura che nel passato, iniziava e conduceva a termine (col consenso del Governo Italiano) trattative con le Ferrovie Federali Svizzere in seguito alle quali essa costruì, lateralmente al locale di utilizzazione già esistente, una nuova officina. L'officina venne predisposta per l'installazione di 4 gruppi identici di 1400 kW; uno di tali gruppi venne ordinato

subito e poté essere messo in marcia sul finire del Febbraio 1918 derivandolo dalla stessa tubazione forzata esistente.

Ben tosto si ripeterono però gli inconvenienti lungo la tubazione: il giorno 26 Gennaio 1919 una frana, staccatasi dalla falda a monte dell'abitato di Iselle, asportava circa 30 metri di tubazione provocando una interruzione di due mesi.

Il primo ottobre successivo una piena della Diveria danneggiava nuovamente in diversi punti la tubazione, asportandone circa 70 metri in località Sassomare.

Le riparazioni, che altre volte erano state possibili, si presentavano questa volta con carattere di particolare gravità anche perchè, essendo stata in corrispondenza asportata la strada nazionale, veniva a mancare la sede per la posa del nuovo tubo.

*

In tale condizione di cose, tanto la Società Dinamo, quanto le Ferrovie Federali Svizzere, preoccupate dalla entità che

e furono installati nel fabbricato della centrale già esistente due nuovi gruppi: uno di 1800 kW che venne messo in marcia nel maggio 1922, ed uno di 3700 kW che poté essere messo in marcia solo più tardi, nel mese di Dicembre 1922.

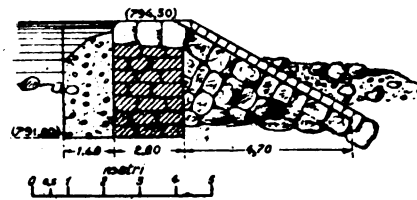


Fig. 20. — Sezione trasversale dello sbarramento.

L'attuale impianto di Iselle (v. fig. 15) utilizza il primo tratto del torrente Diveria in territorio italiano, sfruttando un

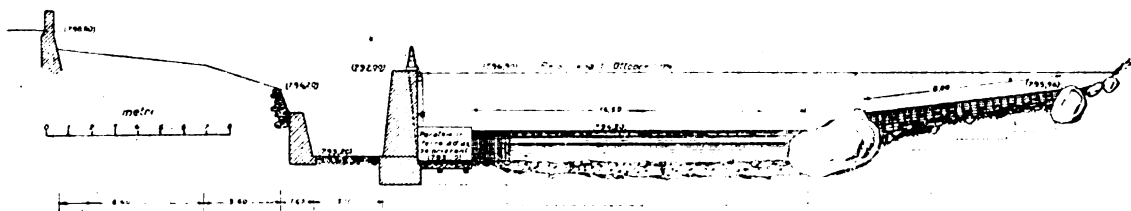


Fig. 17. — Sezione trasversale a monte della presa.

avrebbe assunta la spesa delle riparazioni necessarie per rimettere in funzione l'impianto, del tempo occorrente per eseguirle e della frequenza con la quale tali inconvenienti si erano ripetuti — al punto di far ritenere impossibile conservare l'impianto nell'attuale stato di provvisorietà — presero in serio ed attento esame lo studio dei migliori provvedimenti da adottare.

bacino imbrifero di 165 km². Esso si svolge in sponda sinistra del Diveria e con uno sviluppo di canale di circa 4 km., utilizza un salto di m. 171,75 con un valore idrodinamico di 28.000 m. km². Il canale è previsto per una portata di 5,5 m³ cosicchè la potenza ricavabile dalla centrale è di circa 6000 kW: la centrale è equipaggiata con tre gruppi per una potenza complessiva di 6500 kW circa.

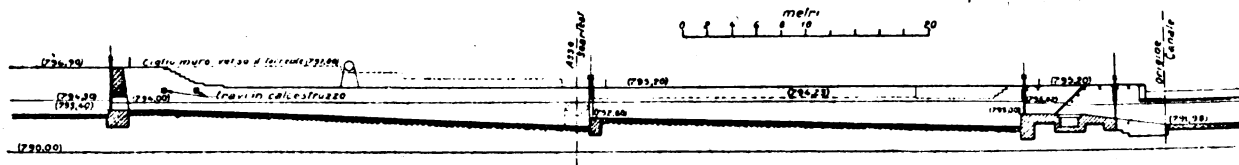


Fig. 18. — Sezione longitudinale delle opere di presa.

Risultato di tali studi fu la decisione di sostituire alla esistente derivazione in condotta forzata una condotta libera sino in località sovrastante alla Centrale, derivando una nuova condotta forzata di breve percorso ed a forte pendio fino alla Centrale medesima.

Per avere poi una completa utilizzazione di quanto il bacino imbrifero dell'impianto può dare, si ritenne conveniente installare una potenza maggiore di quella prevista all'epoca della costruzione dell'officina: d'altra parte ragioni d'indole

Opere di presa.

Sono situate nel Comune di Trasquera, in località Paglino a m. 60 circa a valle del confine Italo-Svizzero, sulla sponda sinistra del torrente Diveria.

Come risulta dalla planimetria della fig. 16 e dalle sezioni delle fig. 17 e 18, esse constano:

di una traversa stabile del torrente con cresta alla quota 794,30.

di una presa, con soglia alla quota 793,40.

di un primo tratto di canale derivatore a forte pendenza.

di due vasche di decantazione, lunghe circa 35 m., munite di scaricatori di fondo e sui bordi delle quali sono ricavati gli scaricatori di troppo pieno.

La traversa (figura 20) è in muratura di pietrame e calcestruzzo, rinforzata con una scarpa a valle formata di sassi di grosse dimensioni. Il ciglio è alto m. 3,30 sul piano di fondazione, e m. 1,80 circa sul fondo del torrente. La traversa è lunga m. 17 ed è munita, in sponda sinistra, di uno scaricatore delle ghiaie, largo m. 2,50; questo può essere chiuso con una paratoia ruotante attorno ad un asse orizzontale, disposta sul fondo dello scaricatore stesso, e comandata dall'alto mediante opportuno meccanismo di manovra.

La presa consta di tre luci distinte (fig. 19), larghe metri 1,91, ed alte m. 1,20, e munite di robuste griglie a barre verticali. La sezione netta di ciascuna luce viene così ridotta a m. 1,71, e quella complessiva a $1,71 \times 3 = 5,13$ metri.

Queste dimensioni sono sufficienti per garantire l'immissione nel canale della sua competenza massima di 5500 litri al secondo.

Il primo tratto di canale a forte pendenza è largo m. 3,10 sul fondo, e lungo 36 m. circa: alla sua estremità trovasi un

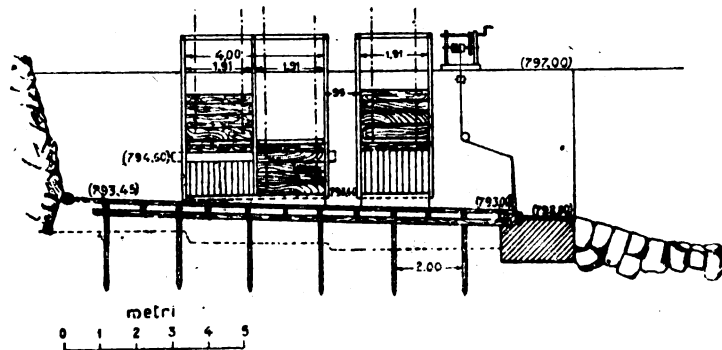


Fig. 19. — Prospetto da monte delle bocche di presa.

economica e la nuova tendenza manifestatasi di ridurre il numero delle unità con aumento della potenza unitaria delle macchine, consigliarono di abbandonare il primo progetto (installazione di 4 gruppi uguali) e di installare invece due soli nuovi gruppi di potenza notevolmente superiore al primo.

Fu pertanto progettato l'impianto che esiste attualmente

primo scaricatore di fondo; seguono due bocche della larghezza di m. 2,60, munite di griglia e paratoia, le quali immettono nelle due vasche di decantazione, lunghe circa 35 m. e larghe una m. 5 e l'altra m. 5,50 circa.

Fra le progressive 205,35 e 225,35 è collocato lo sfioratore governativo (figure 23-24 e 25); esso è lungo 20 m., ed il suo bordo superiore, in lastroni di cemento armato dello spessore di cm. 6, è parallelo al fondo, e alto su di esso m. 1.75.

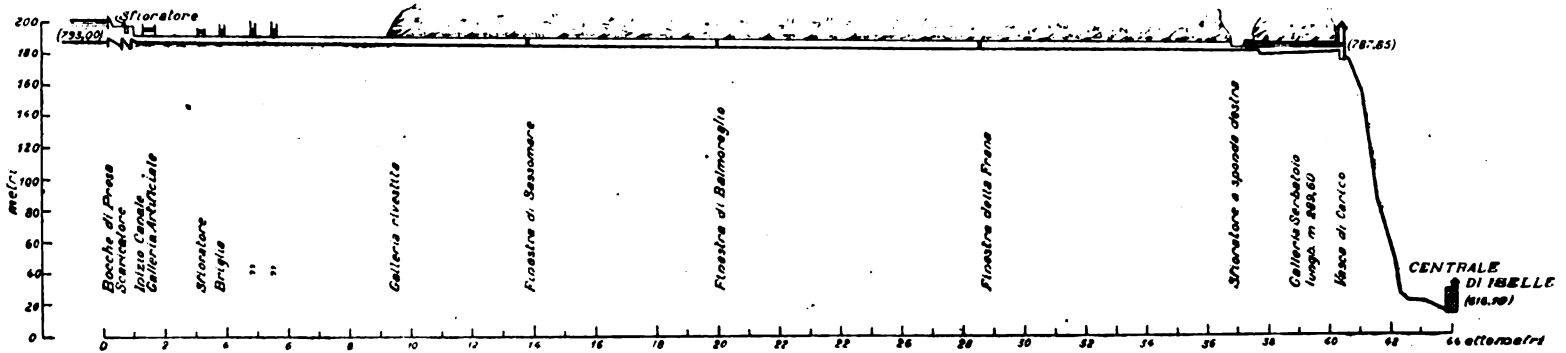


Fig. 21. — Profilo longitudinale del canale.

Canale.

E' lungo m. 3957,80, compresa la galleria serbatoio; si svolge, come si vede nel profilo della figura 21, per 2743,30 metri in galleria; per m. 922,50 all'aperto e per m. 292 in galleria serbatoio. Ha una larghezza costante di m. 1,60, pa-

La concessione attuale è per 5,5 m³/s massimi e per 3,36 m³/s medi.

Dopo lo sfioratore, il canale continua allo scoperto fino alla progressiva 833,15 sottopassando con briglie i rivi che

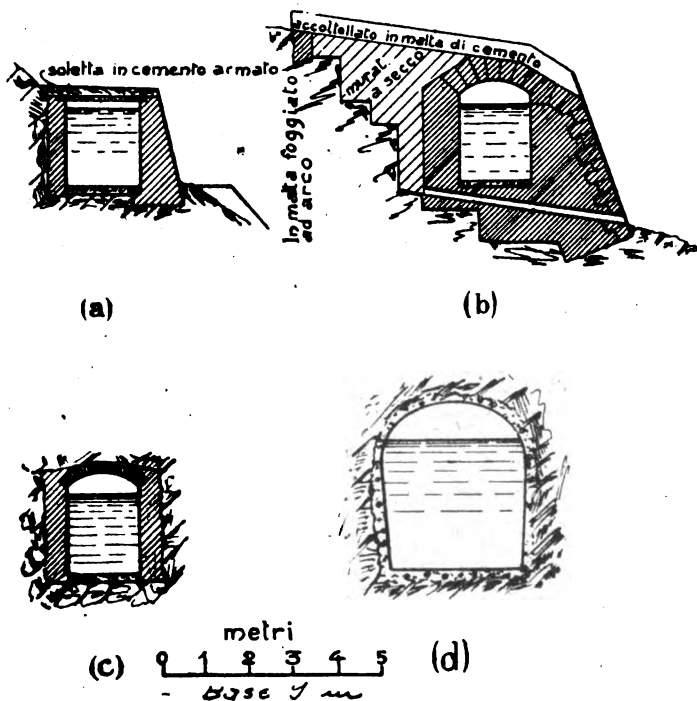


Fig. 22. — Sezioni normali del canale.

reti verticali intonacate, fondo pure intonacato con pendenza costante dell'1,5 per mille, altezza massima dell'acqua metri 1,75 cui corrisponde la portata massima progettata di metri cubi 5,5/s; nei tratti all'aperto è ricoperto con una soletta di calcestruzzo protetta da zolle erbose. (v. figura 22).

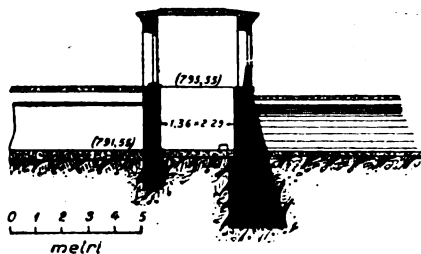


Fig. 23. — Sezione A B dello sfioratore.

Partendo dalle opere di presa, il canale sottopassa la strada nazionale del Sempione, che costeggia per 150 m. circa, e che abbandona poi, per seguire a mezza costa la falda montuosa.

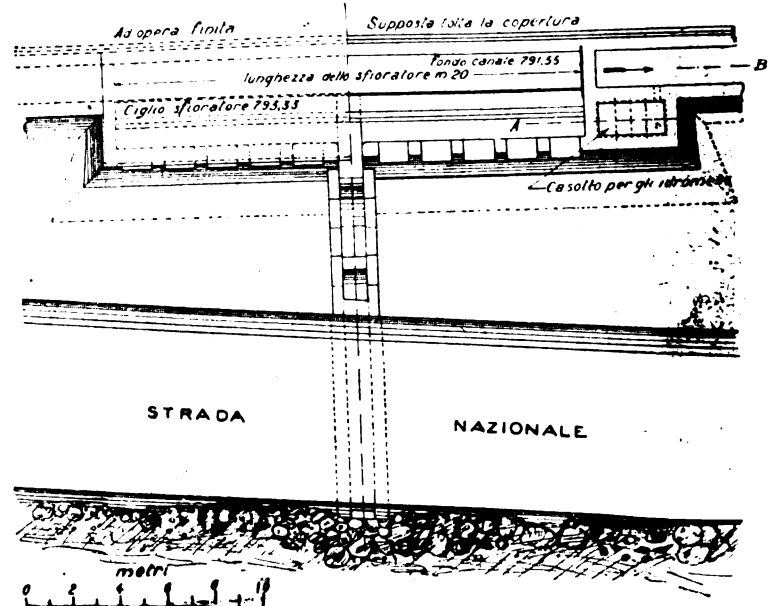


Fig. 24. — Planimetria dello sfioratore.

incontra sul suo percorso; entra poi in galleria, per uscirne solo alla progressiva 3567,92. Segue lo sfioratore di troppo pieno; quindi altra breve galleria, e la briglia sotto il Rio Curva, dopo di che, alla progressiva 3665,73, immette nella

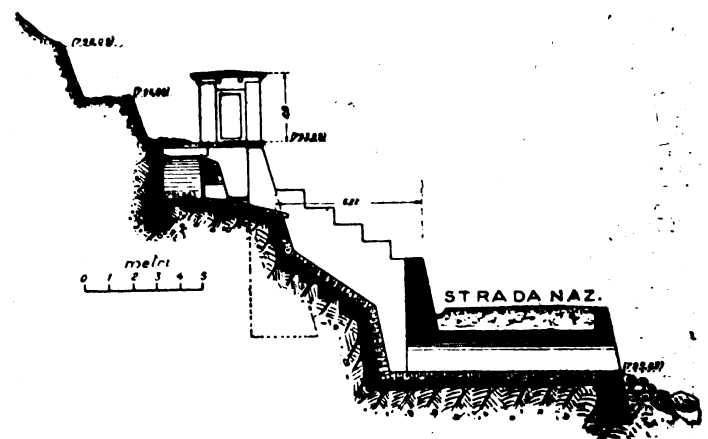


Fig. 25. — Sezione lungo lo scaricatore a gradini dello sfioratore.

galleria serbatoio scavata nel promontorio su cui si trova la borgata Pianezze.

Al termine della galleria serbatoio sono disposte una griglia e due bocche munite di paratoie, per l'immissione nella vasca di carico.

(Continua).

SULLA MANIERA DI ATTENUARE I BATTIMENTI PRODOTTI DAI DISPOSITIVI A DERIVAZIONE INDUTTIVA DISSONANTI

BASILIO FOCACCIA



Comunicazione alla Sezione di Napoli
il 17 maggio 1924

1. - Premessa.

E' noto che quando le capacità dei conduttori di una rete sono diverse, il neutro assume verso terra una differenza finita di potenziale che si calcola senza difficoltà in funzione delle capacità elettrostatiche parziali. E' evidente allora che a causa di questa differenza di potenziale passerà, nelle condizioni normali di isolamento, nel circuito di terra cioè in quello costituito dall'aggregato della bobina di selfinduzione, delle capacità e delle resistenze di linea, una corrente tanto più grande quanto più piccola sarà l'impedenza totale, epperò si avrà un massimo di corrente in corrispondenza della risonanza perfetta, e un massimo di f. e. m. indotta nella spirale, che, componendosi con quella delle singole fasi, ne modifica in diversa misura le tensioni dei fili contro terra.

Una dissimmetria delle capacità della rete, munita di bobina di reattanza risonante, ha dunque per effetto, nella condizione normale di esercizio, di provocare uno squilibrio delle tensioni, una parte delle quali può risultare considerevolmente sopraelevata e creare un pericolo permanente per l'isolamento dell'impianto.

Ad evitare, o attenuare tali inconvenienti fu proposto da Jonas ⁽¹⁾ e da Petersen stesso ⁽²⁾ l'impiego della bobina dissonante, cioè di una bobina la quale non sia regolata per una compensazione completa della corrente di terra.

Può anche accadere che la bobina diventi autodissonante ⁽³⁾ a causa della rottura di un filo di linea, e allora rimangono automaticamente attenuati gli effetti dannosi dovuti alla occasionale dissimmetria della capacità.

Ad ogni modo il grado di dissonanza della bobina deve essere scelto in maniera tale da temperare gli opposti interessi: della perfetta compensazione della corrente di terra che particolarmente facilita lo spegnimento dell'arco, e della minima sopraelevazione di potenziale nel caso di capacità dissimmetriche.

Oltre che aumentare la corrente residuale, la dissonanza provoca però un altro fenomeno che in condizioni particolari d'impianto può essere realmente dannoso. E per vero mentre lo spegnimento dell'arco a terra nella condizione di risonanza avviene dolcemente e senza sovratensioni per essere, la frequenza propria di oscillazione eguale a quella dell'impianto; esso avviene in modo sostanzialmente diverso quando si ha una certa dissonanza introdotta di proposito o verificatasi durante l'esercizio. La frequenza propria di oscillazione del circuito di terra, risulta in questo caso diversa da quella impressa alla linea, e dalla sovrapposizione di queste due frequenze diverse nasce un fenomeno di battimento nell'andamento della tensione delle fasi. Se consideriamo per semplicità un sistema monofase, e prescindiamo dallo smorzamento naturale dell'oscillazione, troviamo in corrispondenza dell'ampiezza della curva involuppo, una tensione eguale al doppio della tensione normale di linea. Conseguenza che sulla fase guasta trovasi in quell'istante una tensione doppia della normale; e se in questo istante si provoca una riaccensione, le onde migranti originate dal collegamento a terra, avranno un valore doppio della tensione normale di linea; e la fase sana sarà soggetta a un nuovo fenomeno di battimento, la cui ampiezza tende come limite superiore alla tensione quadrupla di quella di fase.

Il fenomeno per vero non è così imponente dappoichè l'oscillazione propria è effettivamente smorzata più o meno a seconda dei parametri della linea, alcuni dei quali possono ri-

tenersi praticamente costanti, altri variabili specialmente in dipendenza delle condizioni atmosferiche.

Comunque le sopraelevazioni di tensione che si prevedono apparire durante il transiente di spegnimento dell'arco a terra, in dipendenza dell'asincronismo tra la frequenza propria e quella applicata sono state effettivamente verificate in impianti costruiti ⁽¹⁾ ed appare quindi naturale studiare un dispositivo atto ad attenuare l'inconveniente.

Peraltro è chiaro che l'ampiezza dell'oscillazione propria in corrispondenza del massimo del battimento, sarà tanto più grande quanto più piccolo sarà lo smorzamento e quanto più grande il grado di dissonanza.

Stabilito quindi il grado di dissonanza minimo in dipendenza delle possibili sovratensioni che si producono nell'esercizio per capacità dissimmetriche naturali o accidentali, non rimane altro che aumentare la costante di smorzamento. Per raggiungere tale scopo la Ditta Oerlikon ha costruito un dispositivo in cui alla sola bobina dissonante ha sostituito un sistema costituito da una bobina e da una resistenza in parallelo ⁽²⁾.

Personalmente ebbi io conoscenza di questo dispositivo per la cortesia del Prof. Lombardi, il quale gentilmente mi affidò lo studio della questione tanto più che nè nel suddetto Bollettino, nè altrove, si fa cenno del metodo di calcolo del sistema.

*

2. - Considerazioni teoriche.

Il problema si può evidentemente riguardare sotto due punti di vista:

a) Data una linea con certe sue costanti proprie e munita di bobina di reattanza dissonante, verificare se il decremento logaritmico dell'oscillazione propria è tale da provocare battimenti pericolosi;

b) Calcolare, nel caso che si preveda un battimento pericoloso, un sistema bobina di reattanza con resistenza in parallelo tale che mantenendosi la dissonanza voluta, si abbia in corrispondenza del massimo della curva involuppo del battimento, un valore prefissato dell'oscillazione propria.

Pertanto incominciamo ad esaminare la prima parte del problema, la quale si presenta particolarmente semplice se prendiamo a considerare una linea a costanti concentrate.

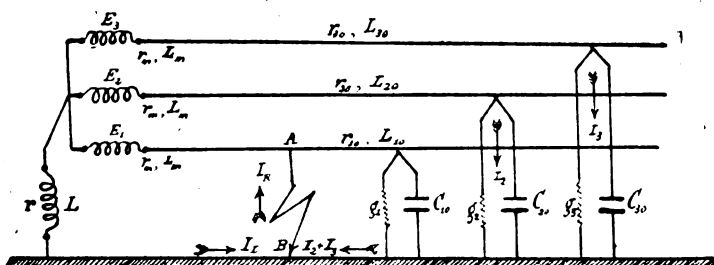


Fig. 1.

Rappresenti la fig. 1 una linea trifase con la fase I a terra mediante l'arco AB. All'atto dell'interruzione dell'arco a terra, la quale dovrebbe avvenire quando la corrente residuale I_R è minima, cioè quando la I_L è massima, il circuito incomincia ad oscillare per effetto dell'energia magnetica immagazzinata nella selfinduzione L . Talchè il circuito può considerarsi nel transiente successivo allo spegnimento dell'arco come costituito da uno speciale circuito oscillante contenente in serie una capacità equivalente:

$$C_0 = C_{10} + C_{20} + C_{30}; \quad (1)$$

una selfinduzione equivalente:

$$L_0 = \frac{\left(L_m + \frac{1}{2} L_{10}\right) \left(L_m + \frac{1}{2} L_{20}\right) \left(L_m + \frac{1}{2} L_{30}\right)}{\left(L_m + \frac{1}{2} L_{10}\right) \left(L_m + \frac{1}{2} L_{20}\right) + \left(L_m + \frac{1}{2} L_{10}\right) \left(L_m + \frac{1}{2} L_{30}\right) + \left(L_m + \frac{1}{2} L_{20}\right) \left(L_m + \frac{1}{2} L_{30}\right)}; \quad (2)$$

⁽¹⁾ B. B. C. - Mitteilungen, Juni 1920.

⁽²⁾ E. T. Z., 606, 1921.

⁽³⁾ A. INCONTRI - Elettrotecnica, 15 novembre 1922-15 giugno 1923.

⁽¹⁾ W. W. LEWIS - I. A. I. E. E., May 1923.

⁽²⁾ Bulletin Oerlikon, aprile-maggio 1922.

la selfinduzione L della bobina di resistenza r ; e una resistenza equivalente:

$$R_0 = r_0 + \frac{\left(r_m + \frac{1}{2}r_{10}\right)\left(r_m + \frac{1}{2}r_{20}\right)\left(r_m + \frac{1}{2}r_{30}\right)}{\left(r_m + \frac{1}{2}r_{10}\right)\left(r_m + \frac{1}{2}r_{20}\right) + \left(r_m + \frac{1}{2}r_{10}\right)\left(r_m + \frac{1}{2}r_{30}\right) + \left(r_m + \frac{1}{2}r_{20}\right)\left(r_m + \frac{1}{2}r_{30}\right)}; \quad (3)$$

dove:

$$r_0 = \frac{g_1 g_2 g_3}{(g_1^2 + \omega_1^2 C_{10}^2)g_2 g_3 + (g_2^2 + \omega_1^2 C_{20}^2)g_1 g_3 + (g_3^2 + \omega_1^2 C_{30}^2)g_1 g_2}; \quad (4)$$

e ω_1 rappresenta la pulsazione nota del circuito oscillante in quanto che è noto il grado di dissonanza della bobina. Allora il circuito della fig. 1 si può per approssimazione schematizzare come nella figura 2.

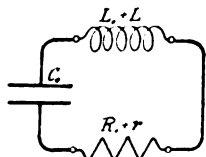


Fig. 2.

E' noto che l'equazione di tale circuito è della forma:

$$\frac{d^2 v_0}{dt^2} + \frac{R_0 + r}{L_0 + L} \frac{dv_0}{dt} + \frac{1}{C_0(L_0 + L)} v_0 = 0$$

dove v_0 rappresenta la differenza di potenziale fra le armature del condensatore C_0 .

Il decremento logaritmico di tale circuito è:

$$\delta_1 = \frac{R_0 + r}{(L_0 + L)f_1} \quad (5)$$

dove tutto è noto, e quindi si può determinare δ_1 .

Se la frequenza della tensione impressa è f , il primo massimo dell'involuppo del battimento si ha dopo un numero di oscillazioni pari a:

$$N_1 = \frac{1}{2} \frac{f_1}{f_1 - f}; \quad (6)$$

in corrispondenza del quale, l'ampiezza dell'oscillazione propria si sarà ridotta nel rapporto:

$$\frac{1}{m} = e^{-(N_1 - 1)\delta_1}. \quad (7)$$

Se $\frac{1}{m}$ è troppo grande, cioè l'ampiezza dell'oscillazione propria, in corrispondenza del massimo del battimento, supera il limite che la pratica impone, bisogna ricorrere all'artificio di aumentare il decremento.

Si ritiene nella pratica che tale decremento debba essere scelto in modo che quando si verifica il massimo grado di dissonanza, il massimo del battimento, non superi del 5 ÷ 10 % la tensione di regime.

Ora la frequenza f_1 dell'oscillazione propria è diversa dalla f della tensione impressa per essere la bobina dissonante; ma se ammettiamo dei guasti sulla rete, come ad es., rottura di un filo, la dissonanza può notevolmente aumentare a causa della diminuzione della capacità complessiva. Ammettendo infatti, come caso limite, che il filo della fase I si rompa in vicinanza della centrale, la capacità complessiva della linea si ridurrà a:

$$C'_0 = C_{20} + C_{30}$$

e quindi la frequenza propria di oscillazione diventerà trascurando gli altri parametri della linea:

$$f'_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{C'_0(L + L'_0)}}$$

con che il decremento logaritmico risulta:

$$\delta'_1 = \frac{R'_0 + r}{(L'_0 + L)f'_1}$$

$$\frac{1}{m'} = e^{-(N'_1 - 1)\delta'_1}$$

Sarà quindi $\frac{1}{m'}$ il rapporto che deve risultare inferiore al 10% della tensione di esercizio, se si vuole essere garantiti anche nella condizione di rottura completa di uno dei fili di linea. Se ciò non avviene si ritiene opportuno aumentare lo smorzamento mediante una opportuna resistenza in parallelo alla bobina.

Si deve quindi far luogo, in tale ipotesi, al calcolo di una bobina di reattanza con una resistenza in parallelo, per modo che il circuito oscillante risultante abbia una data frequenza f_1 , e un dato decremento δ_1 . Evidentemente la frequenza f_1 da prescegliere sarà quella che rende in pari tempo non eccessivamente grande la corrente residuale, e non pericoloso lo stato stazionario dello squilibrio delle tensioni di fase contro terra. Si potrà poi anche verificare se nel caso di massimo disaccordo, che si può ritenere avvenga nel caso di rottura completa di un filo, anche il decremento logaritmico si mantenga abbastanza elevato da non temere battimenti pericolosi.

Se poniamo in parallelo alla bobina di reattanza L una resistenza R , il circuito della fig. 1, durante il transiente derivante dallo spegnimento dell'arco può essere schematizzato nella fig. 3, e quindi il problema si presenta necessariamente più complicato.

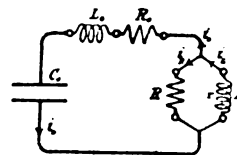


Fig. 3.

Se andiamo ad applicare a questo circuito le leggi di Kirchoff abbiamo infatti:

$$\begin{cases} L \frac{di_L}{dt} + r i_L + R i_R = 0 \\ L \frac{di_L}{dt} + r i_L + R_0 i_0 + L_0 \frac{di_0}{dt} + v_0 = 0 \\ i_L = i_0 + i_R \end{cases} \quad (8)$$

dove i simboli sono quelli segnati in figura, o quelli già indicati in precedenza.

Il sistema (8), ricordando che $i_0 = C_0 \frac{dv_0}{dt}$, dà luogo alla seguente equazione:

$$\frac{d^3 v_0}{dt^3} + a \frac{d^2 v_0}{dt^2} + b \frac{dv_0}{dt} + c v_0 = 0 \quad (9)$$

dove a , b , c , sono naturalmente funzioni dei parametri della linea, ed hanno nel caso attuale le espressioni:

$$\begin{cases} a = \frac{R_0 + R}{L_0} + \frac{R + r}{L}; \\ b = \frac{Rr}{L_0 L} + \frac{R_0(R + r)}{L_0 L} + \frac{1}{C_0 L_0}; \\ c = \frac{R + r}{L_0 L C_0}. \end{cases} \quad (10)$$

L'integrale generale della (9) è, come noto, della forma:

$$v_0 = A_1 e^{x_1 t} + A_2 e^{x_2 t} + A_3 e^{x_3 t} \quad (11)$$

dove A_1 , A_2 , e A_3 sono delle costanti da determinarsi mediante le condizioni ai limiti e x_1 , x_2 , x_3 sono le radici dell'equazione caratteristica:

$$x^3 + ax^2 + bx + c = 0. \quad (12)$$

Tali radici sono come è noto della forma:

$$\begin{aligned} x_1 &= u_1 + v_1 - \frac{a}{3}; \\ x_2 &= \varepsilon u_1 + \varepsilon^2 v_1 - \frac{a}{3}; \\ x_3 &= \varepsilon^2 u_1 + \varepsilon v_1 - \frac{a}{3}; \end{aligned} \quad (13)$$

dove ε è la radice cubica dell'unità, e:

$$\begin{aligned} u_1 &= \left\{ -\frac{q}{2} + \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}} \right\}^{\frac{1}{3}}; \\ v_1 &= -\frac{p}{3u_1}; \\ p &= b - \frac{1}{3}a^2 \\ q &= 2\left(\frac{a}{3}\right)^3 - \frac{1}{3}ab + c. \end{aligned} \quad (14)$$

Se $\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27} < 0$, le (13) sono tutte reali, e allora la (11) rappresenta un fenomeno aperiodico; se invece $\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27} > 0$ delle (13) una è reale e le altre due immaginarie coniugate, talchè la (11) rappresenta un fenomeno periodico sovrapposto ad uno aperiodico, ed è precisamente questo caso che attualmente ci interessa.

Quando dunque il discriminante della risolvente è positivo, due delle costanti A_1, A_2, A_3 debbono essere immaginarie coniugate essendo il fenomeno reale; e se x_1 è la radice reale, sarà anche A_1 reale, dimodochè possiamo scrivere:

$$\begin{aligned} A_1 &= a_1 \\ A_2 &= a_2 + j b_2 \\ A_3 &= a_2 - j b_2 \end{aligned} \quad (15)$$

dove a_1, a_2, b_2 sono costanti reali.

L'equazione (11) in quest'ultima ipotesi si trasforma nell'altra:

$$v_0 = a_1 e^{x_1 t} + 2 e^{\beta_1 t} (a_2^2 + b_2^2)^{\frac{1}{2}} \cos \left\{ \gamma_1 t + \arctan \frac{b_2}{a_2} \right\} \quad (16)$$

dove:

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= x_1 = u_1 + v_1 - \frac{a}{3}; \\ \beta_1 &= -\frac{1}{2}(u_1 + v_1) - \frac{a}{3}; \\ \gamma_1 &= \frac{\sqrt{3}}{2}(u_1 - v_1). \end{aligned} \quad (17)$$

L'espressione (16) mostra che la tensione alle armature del condensatore equivalente C_0 , o ciò che è lo stesso la tensione di linea, nel transiente derivante dallo spegnimento dell'arco, oscilla con una pulsazione propria γ_1 , mentre l'ampiezza va naturalmente decrescendo con legge esponenziale, di cui il fattore di smorzamento è $-\beta_1$. A tale oscillazione si sovrappone il termine aperiodico $a_1 e^{x_1 t}$ il quale però nel caso attuale, come si vedrà in prosieguo, si smorza molto rapidamente e quindi si può in prima approssimazione trascurare.

Prescindendo comunque da questa restrizione, possiamo sempre partendo dalla (16) considerare il problema dal punto di vista generale. Se indichiamo infatti con V_0 il potenziale massimo del condensatore, e incominciamo a contare i tempi quando ciò si verifica, ricaviamo dalla (16):

$$V_0 = a_1 + 2a_2; \quad (18)$$

mentre il potenziale dopo N oscillazioni complete, ossia dopo un tempo $NT = \frac{N}{f}$, sarà ridotto al valore:

$$v_{0t} = \frac{N}{f} = a_1 e^{\frac{N}{f} \alpha_1} + 2a_2 e^{\frac{N}{f} \beta_1} \quad (19)$$

Basterà perciò esprimere la condizione che il potenziale $v_{0t} = \frac{N}{f}$ in corrispondenza del massimo del battimento sia l' m^{ma} parte del potenziale massimo V_0 , per rispondere ad una parte del problema.

Se indichiamo con f la frequenza della tensione impressa dal generatore e con f_1 quella propria del circuito, il massimo del battimento, come abbiamo visto, si verifica dopo un numero N_1 di oscillazioni date dall'espressione:

$$N_1 = \frac{1}{2} \frac{f_1}{f_1 - f} \quad (20)$$

di maniera che una prima equazione da soddisfare è:

$$V_0 = m \left\{ a_1 e^{\frac{N_1}{f} \alpha_1} + 2a_2 e^{\frac{N_1}{f} \beta_1} \right\} \quad (21)$$

Una seconda equazione è fornita dall'ultima delle (17):

$$u_1 - v_1 = \frac{4\pi t_1}{\sqrt{3}} \quad (22)$$

nella quale il secondo membro è fissato in base alla dissonanza percentuale stabilita.

Le costanti a_1 e a_2 che compaiono nella (21) e la b_2 che compare nella (16) si possono determinare mediante le condizioni iniziali già poste, ed a quella che la corrente i_L nella selfinduzione L è nulla quando V_0 è massimo.

Tali condizioni possono analiticamente esprimersi:

$$\begin{aligned} (v_0)_{t=0} &= V_0; \\ \left(\frac{dv_0}{dt} \right)_{t=0} &= 0; \\ \left(\frac{d^2 v_0}{dt^2} \right)_{t=0} &= -\frac{V_0}{C_0 L_0} \end{aligned} \quad (23)$$

Mediante queste equazioni si ricavano infatti le costanti seguenti:

$$\begin{aligned} a_1 &= V_0 \frac{\beta_1^2 + \gamma_1^2 - \frac{1}{C_0 L_0}}{\gamma_1^2 + (\beta_1 - x_1)^2}; \\ a_2 &= \frac{V_0}{2} \frac{\frac{1}{C_0 L_0} + x_1^2 - 2x_1 \beta_1}{\gamma_1^2 + (\beta_1 - x_1)^2}; \\ b_2 &= \frac{V_0}{2} \frac{\left(\frac{1}{C_0 L_0} - x_1 \beta_1 \right) (\beta_1 - x_1) + x_1 \gamma_1^2}{\gamma_1^2 + (\beta_1 - x_1)^2}. \end{aligned} \quad (24)$$

Le equazioni (21) e (22) sono sufficienti a risolvere il problema. In esse figurano per vero tre incognite L, R ed r , ma ricordando che r si determina a priori in base a considerazioni di ordine economico, le variabili si riducono in effetti a due.

L'applicazione pratica però delle (21) e (22) per trovare i valori da assegnare ad L ed R in una linea, diventa enormemente laboriosa, dappoichè queste variabili figurano in maniera complessa, come si è visto, nelle espressioni di $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1, u_1, v_1$ di cui le prime due compaiono ad esponente della (21).

Il problema si semplifica notevolmente se trascuriamo nell'equazione (16) il termine aperiodico $a_1 e^{x_1 t}$. Per rendere legittima questa semplificazione sono stati fatti diversi esempi numerici prendendo a base dei calcoli costanti di linee già costruite, e sono stati sistematicamente trovati dei valori di a_1 molto piccoli e di $-x_1$ dell'ordine di alcune decine di unità, di modo che si può con buonissima approssimazione ritenere che dopo pochi istanti il termine aperiodico in parola sia praticamente svanito. Inoltre esperienze sistematiche fatte con l'oscillografo su circuiti artificiali con costanti prossime a quelle di linee costruite, sia nel nostro Istituto, sia nell'Istituto superiore Postelegrafonico di Roma mercè la cortesia del Prof. Pession, non hanno mostrato apprezzabili divergenze tra l'oscillazione ricavata nel caso attuale e quella che si verifica nei comuni circuiti oscillanti.

Trascurando quindi il termine in questione possiamo senz'altro affermare che l'oscillazione rappresentata dalla (16) ha una frequenza:

$$f_1 = \frac{\gamma_1}{2\pi} = \frac{\sqrt{3}}{4\pi} (u_1 - v_1) \quad (25)$$

e un decremento logaritmico:

$$\delta_1 = -\beta_1 T = -2\pi \frac{\beta_1}{\gamma_1} \quad (26)$$

Fissati quindi f_1 in base alla dissonanza che si vuole ottenere, e δ_1 in base al fatto che l'ampiezza dell'oscillazione propria in corrispondenza del ventre del primo battimento sia ridotta ad $\frac{1}{m}$ dell'ampiezza originaria, mediante la relazione:

$$N_1 = \frac{\log_e m + \delta_1}{\delta_1} = \frac{1}{2} \frac{f_1}{f_1 - f}; \quad (27)$$

si ottengono dalle (25) e (26) le seguenti relazioni:

$$\begin{aligned} u_1 &= \left(\delta_1 + \frac{2\pi}{\sqrt{3}} \right) f_1 - \frac{a}{3}; \\ v_1 &= \left(\delta_1 - \frac{2\pi}{\sqrt{3}} \right) f_1 - \frac{a}{3}; \end{aligned} \quad (28)$$

che sono sufficienti a determinare L ed R .

Tenendo conto delle relazioni note fra i coefficienti e le radici dell'equazione della risolvente di (12), si ricava dalle (28) il sistema:

$$\begin{aligned} q_0 L^3 + q_1 L^2 + q_2 L + q_3 &= 0 \\ R(p_0 L + p_1) + p_2 L + p_3 &= 0 \end{aligned} \quad (29)$$

dove:

$$\begin{aligned} p_0 &= 2 \delta_1 f_1 C_0; \\ p_1 &= (2 \delta_1 f_1 L_0 - R_0 - r) C_0; \\ p_2 &= 2 \delta_1 f_1 C_0 R_0 - (3 \delta_1^2 - 4 \pi^2) f_1^2 C_0 L_0 - 1; \\ p_3 &= (2 \delta_1 f_1 L_0 - R_0) r C_0; \\ q_0 &= 6 \delta_1 f_1^3 C_0 (8 \pi^2 f_1^2 C_0 L_0 (2 \pi^2 + \delta_1^2) - (4 \pi^2 + \delta_1^2)); \\ q_1 &= 6 \delta_1 f_1 + 4 \pi^2 f_1^2 C_0 (R_0 + 3 r - 18 \delta_1 f_1 L_0) - \\ &\quad - 48 \pi^4 f_1^4 C_0^2 L_0 (R_0 + r); \\ q_2 &= 6 \delta_1 f_1 L_0 + 3 (R_0 + r) (4 \pi^2 f_1^2 C_0 (2 L_0 - R_0^2 C_0) - 1); \\ q_3 &= 3 r^2 C_0 (R_0 + r - 2 \delta_1 f_1 L_0). \end{aligned} \quad (30)$$

Nei coefficienti q della prima equazione sono stati trascurati molti termini di piccola importanza, rispetto a quelli riportati, altrimenti le relazioni sarebbero diventate enormemente ingombranti e di inutile laboriosa applicazione pratica.

Se poniamo nelle equazioni (29) $r = R_0 = L_0 = 0$, abbiamo subito:

$$\begin{aligned} R &= \frac{1}{2 \delta_1 f_1 C_0}; \\ L &= \frac{1}{(4 \pi^2 + \delta_1^2) f_1^2 C_0} \end{aligned} \quad (31)$$

che possono servire soltanto di orientamento, e si sarebbero immediatamente trovate, scrivendo le equazioni (8) fondamentali tenendo conto di queste ipotesi semplificative.

Il sistema delle (29) mostra che vi sono tre coppie di valori di L ed R che algebricamente soddisfano il problema, delle quali sarà naturalmente accettabile solo quella coppia di valori che, oltre ad essere reale e positiva, soddisfa le equazioni poste a base del calcolo. Facilmente si determina quale coppia di valori fisicamente soddisfa, giacchè basterà accettare quei valori di R ed L più prossimi a quelli che immediatamente si ricavano mediante le formule approssimate (31).

*

3. - Applicazioni numeriche.

Esempio I. — Linea media di trasmissione di 100 km alimentata a 60 000 volt e 50 periodi.

Supponiamo pure:

$$\begin{aligned} r_m &= 0 \text{ Ohm}; L_m = 0,08 \text{ Henry}; r = 10 \text{ ohm}; \\ r_{10} = r_{20} = r_{30} &= 50 \text{ ohm}; \\ L_{10} = L_{20} = L_{30} &= 0,255 \text{ Henry}; \\ C_{10} = C_{20} = C_{30} &= 1,85 \cdot 10^{-6} \text{ Farad}; \\ g_1 = g_2 = g_3 &= 10 \cdot 10^{-6} \text{ Mho}. \end{aligned}$$

Si avrà:

$$\begin{aligned} \omega &= 314; \\ C_0 &= 1,85 \times 3 \cdot 10^{-6} = 5,55 \cdot 10^{-6} \text{ Farad}; \\ L_0 &= 0,0692 \text{ Henry}; \\ r_g &= 8,20 \text{ ohm}; \\ R_0 &= \frac{50}{6} + 8,20 = 16,53 \text{ ohm}. \end{aligned}$$

Se determiniamo per una tale linea una bobina dissonante del 10%, cioè in base ad una frequenza:

$$f_1 = 55$$

troviamo, servendoci del metodo da me indicato in una mia precedente memoria ⁽⁶⁾, una selfinduzione:

$$L = 1,48 \text{ Henry};$$

e quindi mediante le relazioni (5), (6) e (7) si ricava:

$$\begin{aligned} \delta_1 &= 0,31; \\ N_1 &= 5,5; \\ m &= 3,65; \end{aligned}$$

cioè l'oscillazione propria in corrispondenza del primo massimo del battimento è ridotta a circa il 27 % dell'ampiezza iniziale.

Se vogliamo ridurre al 10 % tale ampiezza si deve far luogo alla ricerca di R e di L in modo da soddisfare contemporaneamente questa condizione e quella della dissonanza.

Applicando le formole approssimate (31) troviamo:

$$\begin{aligned} R &\cong 3200 \text{ ohm}; \\ L &\cong 1,50 \text{ Henry}; \end{aligned}$$

dopo aver calcolato il nuovo decremento:

$$\delta_1 = 0,511.$$

Tali valori sono naturalmente molto diversi dai veri e possono perciò servire soltanto da orientamento. Non avendo infatti tenuto conto delle costanti di linea bisognerà aspettarsi di trovare un valore di R più grande e di L più piccolo di quelli calcolati.

Le relazioni (30) danno:

$$\begin{aligned} p_0 &= 312 \cdot 10^{-6}; \\ p_1 &= -125 \cdot 10^{-6}; \\ p_2 &= -954945 \cdot 10^{-6}; \\ p_3 &= -701,5 \cdot 10^{-6}; \\ q_0 &= -107,3; \\ q_1 &= 173,9; \\ q_2 &= -60,7; \\ q_3 &= 0,021; \end{aligned}$$

e quindi le due equazioni (29) possono scriversi:

$$\begin{aligned} L^3 - 1,619 L^2 + 0,566 L - 0,0002 &= 0; \\ R(2,48 L - 1) - (7600 L + 5,6) &= 0; \end{aligned}$$

le quali danno le radici:

$$\begin{aligned} L' &= 1,11 \text{ Henry}; R' = 4850 \text{ Ohm}; \\ L'' &= 0,51 \text{ Henry}; R'' = 14650 \text{ Ohm}; \\ L''' &= \sim 3,5 \cdot 10^{-1} \text{ Henry}; R''' = \sim -8,3 \text{ Ohm}; \end{aligned}$$

Per quanto si è detto in precedenza solamente la prima coppia di valori soddisfa il problema.

Osserviamo inoltre che in questo caso, come in altri analoghi, il valore di L che soddisfa è uno di quelli che si ricava, con buona approssimazione, dalla prima equazione trascurando il quarto termine, che è generalmente molto piccolo, specie quando la resistenza propria della bobina di selfinduzione è piccola.

Esempio II. — Linea di trasmissione di 200 km alimentata a 90.000 volt e 50 periodi.

Supponiamo:

$$\begin{aligned} r &= 0 \text{ Ohm}; L_m = 0,1 \text{ Henry}; r = 5 \text{ Ohm}; \\ r_{10} = r_{20} = r_{30} &= 45 \text{ ohm}; \\ L_{10} = L_{20} = L_{30} &= 0,24 \text{ Henry}; \\ C_{10} = C_{20} = C_{30} &= 2,25 \cdot 10^{-6} \text{ Farad}; \\ g_1 = g_2 = g_3 &= 35 \cdot 10^{-6} \text{ Mho}. \end{aligned}$$

Si avrà:

$$\begin{aligned} C_0 &= 2,25 \times 3 \cdot 10^{-6} = 6,75 \cdot 10^{-6} \text{ Farad}; \\ L_0 &= 0,073 \text{ Henry}; \\ r_g &= 19,3 \text{ ohm}; \\ R_0 &= 7,5 + 19,3 = 26,8 \text{ ohm}. \end{aligned}$$

⁽⁶⁾ L'Elettrotecnica, 25 giugno 1923.

Una bobina dissonante del 10 % da applicare ad una tale linea risulta di

$$L \cong 1,07 \text{ Henry};$$

e quindi:

$$\delta_1 = 0,51;$$

$$N_1 = 5,5;$$

$$m = \sim 9,9;$$

cioè l'ampiezza dell'oscillazione propria è già ridotta a circa $\frac{1}{10}$ di quella iniziale in corrispondenza del primo massimo del battimento.

Se supponiamo invece che tale linea sia tanto bene isolata da poter ritenere nulla la dispersione, abbiamo invece:

$$R_0 = 7,5.$$

e quindi:

$$\delta_1 = 0,199;$$

$$m = 2,435$$

cioè l'ampiezza dell'oscillazione propria in corrispondenza del primo ventre del battimento è solamente ridotta al 41 % di quella iniziale.

Questo esempio mostra chiaramente come il decremento logaritmico sia fortemente influenzato dalle condizioni di isolamento della rete; condizioni che, dipendendo da una molteplice varietà di fattori, e specie dalle condizioni atmosferiche, sono variabili nella successione del tempo.

Nell'ipotesi ultima appare quindi chiara la necessità di dover produrre ad arte un maggiore smorzamento dell'oscillazione propria. Si dovrà allora procedere al calcolo di L ed R in modo identico all'esempio I.

✱

4. - Risultati sperimentali.

Allo scopo di eseguire alcune ricerche sperimentali relative al problema in esame, sempre rimanendo nei limiti delle possibilità di laboratorio, venne installata una linea artificiale a costanti necessariamente concentrate secondo lo schema indicato dalla fig. 4.

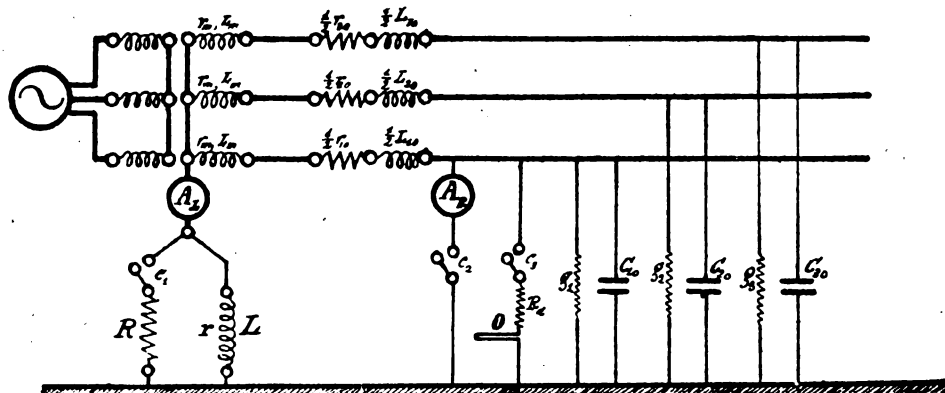


Fig. 4.

I valori delle costanti del circuito sono i seguenti:

$$r_m = 13,9 \text{ ohm}; L_m = 0,011 \text{ Henry}; r = 10 \text{ ohm};$$

$$\frac{1}{2} r_{10} = \frac{1}{2} r_{20} = \frac{1}{2} r_{30} = 6,1 \text{ ohm};$$

$$\frac{1}{2} L_{10} = \frac{1}{2} L_{20} = \frac{1}{2} L_{30} = 0,092 \text{ Henry};$$

$$C_{10} = 1,81; C_{20} = 1,84; C_{30} = 1,81 \text{ Microfarad};$$

$$g_1 = g_2 = g_3 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Mho}.$$

Le grandezze suddette furono misurate con sufficiente approssimazione servendosi dei metodi noti di *De Sauty* per le capacità, del ponte di *Anderson* per le selfinduzioni, e di misure wattometriche per la determinazione delle resistenze alla frequenza in cui si intendeva sperimentare. La resistenza e la selfinduzione del trasformatore vennero dedotte come media di diversi valori ricavati mediante prove di corto-circuito.

Si scelse inoltre come frequenza della tensione di alimentazione $f=100$, e come frequenza naturale del circuito $f_1=110$ cicli.

In base ai valori precedenti, e al fatto di voler ridurre ad $\frac{1}{20}$ l'ampiezza dell'oscillazione propria della tensione in corrispondenza del primo ventre del battimento, si calcolarono mediante le (1), (2), (3) e (4):

$$C_0 = 5,46 \cdot 10^{-6} \text{ Farad};$$

$$L_0 = 0,0343 \text{ Henry};$$

$$r_0 = 0,43 \text{ ohm};$$

$$R_0 = 7 \text{ ohm};$$

mediante le (27):

$$N_1 = 5,5$$

$$\delta_1 = 0,665$$

e infine mediante le (30):

$$p_0 = 799 \cdot 10^{-6}$$

$$p_1 = -65 \cdot 10^{-6};$$

$$p_2 = -911800 \cdot 10^{-6};$$

$$p_3 = -109 \cdot 10^{-6};$$

$$q_0 = -1050;$$

$$q_1 = 407;$$

$$q_2 = -27;$$

$$q_3 = 0,018.$$

Trascurando il coefficiente q_3 le (29) assumono la forma:

$$L^2 - 0,387 L - 0,0256 = 0;$$

$$R(12,3 L - 1) - (14027,7 \cdot L - 1,7) = 0;$$

e delle due coppie di valori di L ed R che da queste si ricavano, solamente la coppia:

$$L = 0,302 \text{ Henry};$$

$$R = 1530 \text{ ohm};$$

fisicamente soddisfa.

Furono perciò inserite la selfinduzione:

$$L = 0,306 \text{ Henry};$$

facendo in modo che la sua resistenza risultasse eguale a 10 ohm, e la resistenza ad essa parallela:

$$R = 1530 \text{ ohm}$$

secondo lo schema indicato in figura.

Nelle condizioni precedenti si alimentò la linea ad una tensione concatenata di circa 400 volt, si inserì l'amperometro A_R mediante l'interruttore c_2 , e si rilevò a tensione costante la curva della corrente I_R di terra variando per gradi la frequenza. La curva della fig. 5 mostra l'andamento della corrente di terra rilevata in funzione della frequenza, e da essa chiaramente appare come la minima corrente residuale si abbia nell'intorno di 110 cicli, e quindi il sistema selfinduzione e resistenza parallela risponde pienamente allo scopo, cioè è tale da costituire insieme alle costanti di linea un circuito atto ad oscillare spontaneamente con tale frequenza.

Al posto dell'amperometro A_R venne poi messo un'interruttore sincrono comandato da un motorino; tale interruttore aveva lo scopo di chiudere periodicamente il circuito di terra, mantenendolo aperto per circa $\frac{1}{10}$ di secondo. In tali condi-

zioni, e mantenendo costante ed eguale a 100 periodi la frequenza della tensione impressa, venne inserito l'oscillografo *O* mediante l'interruttore *c*, tra la fase *I* e la terra, per rilevare l'andamento della tensione della fase guasta, all'atto dell'apertura del circuito di terra.

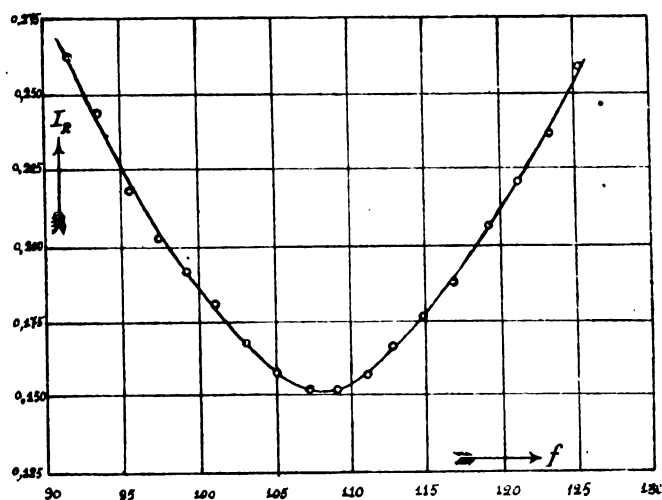


Fig. 5.

Le figure (6) e (7) mostrano precisamente l'andamento di queste tensioni, la prima relativa alla condizione di resistenza esclusa, cioè con l'interruttore *c*, aperto, la seconda con la resistenza *R* inclusa.

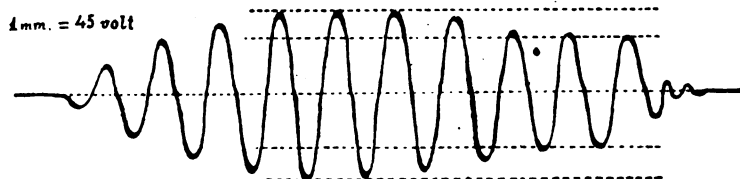


Fig. 6

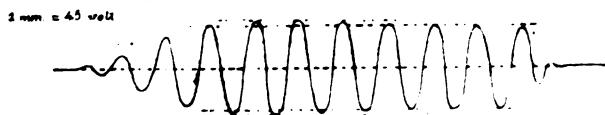


Fig. 7.

Da esse si rileva chiaramente il fenomeno dei battimenti, e mentre nel primo caso si verifica un massimo che supera di circa il 30% quello di regime, nel secondo invece, relativo cioè al caso di resistenza inserita, questa sopraelevazione è appena percettibile.

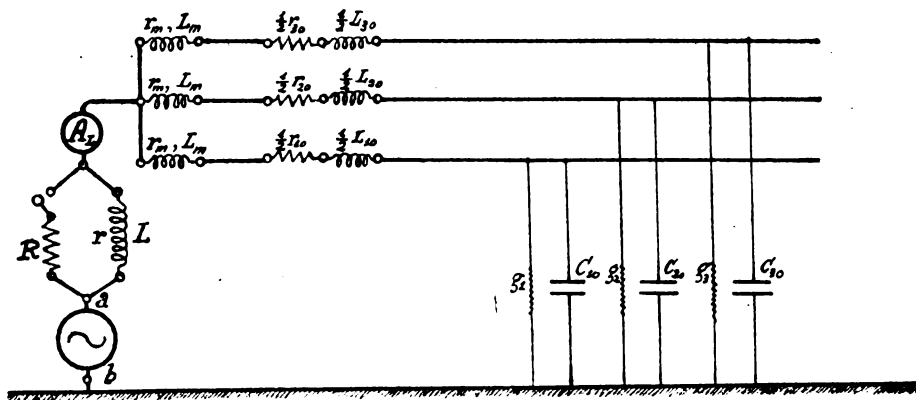


Fig. 8.

Sebbene molteplici siano le cause di errore, fra cui fondamentale quella dell'alterazione del sistema prodotta dall'inserzione dell'oscillografo di resistenza notevolmente alta, ma non infinita, e quindi si debba riguardare l'andamento del fenomeno rilevato solamente dal lato qualitativo; pure è notevole la chiarezza con cui il fenomeno si presenta.

Abbiamo voluto peraltro fare dei rilievi quantitativi epperò ci è sembrato più agevole tracciare delle curve di risonanza, onde potere da queste determinare facilmente, coi noti metodi

della radiotecnica, il decremento logaritmico, e leggere immediatamente la frequenza naturale dell'oscillazione.

Per rilevare le curve di risonanza si è modificato lo schema della fig. 4, nel senso che al posto delle resistenze e selfinduzioni di dispersione del trasformatore, sono state inserite altrettante resistenze e selfinduzioni equivalenti, e si è alimentato il circuito mediante una tensione monofase inserita tra il circuito derivato dal neutro e la terra, come è mostrato dalla figura 8.

Mantenendo costante la tensione efficace applicata tra i punti *a* e *b*, e variando per gradi la frequenza si leggeva all'amperometro *A*, la corrente efficace totale del complesso circuito oscillante. Portando in ascisse la frequenza e in ordinate le correnti lette si hanno le curve di risonanza richieste, le quali sono riportate nelle figure 9 *a* e 9 *b* rispettivamente relative al caso di resistenza inserita e disinserita.

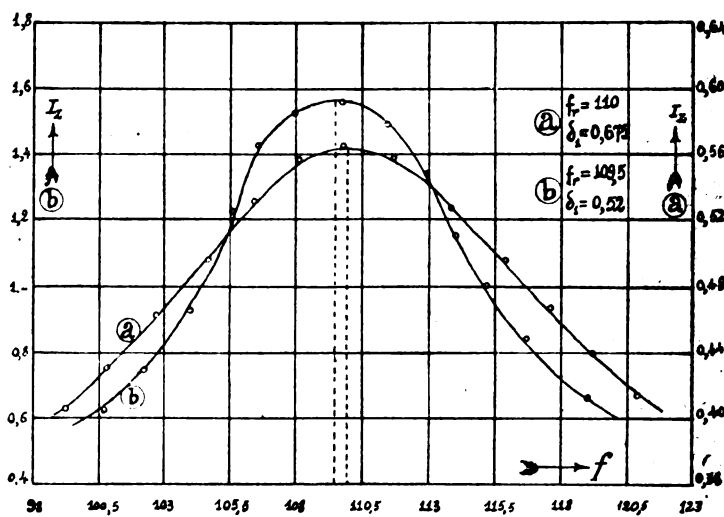


Fig. 9 a e b,

Da esse si ricava senz'altro la frequenza di risonanza per i due casi, e precisamente si ha per il primo:

$$f_1 = 110 \text{ periodi};$$

e per il secondo:

$$f_1 = 109,5 \text{ periodi};$$

da cui si rileva immediatamente, com'era del resto da prevedersi, che la resistenza ha per effetto di diminuire apparentemente la selfinduzione parallela. Tale diminuzione è però, almeno nel caso attuale, di piccola importanza. La minore acuità della risonanza che si rileva dalla fig. 9 *a* rispetto alla fig. 9 *b* mostra chiaramente che il decremento è maggiore

quando è inserita la resistenza parallela; d'altra parte servendosi della nota relazione:

$$\delta = 2\pi \left(1 - \frac{f}{f_1}\right) \sqrt{\frac{I^2}{I_1^2 - I^2}} \quad (32)$$

dove:

δ = decremento logaritmico;

f_1 = frequenza di risonanza;

SULLA COESISTENZA DI CENTRALI GENERATRICI IDRAULICHE E TERMICHE CON SPECIALE RIGUARDO ALL'ECONOMIA DELLA PRODUZIONE E ALLA NECESSITÀ DELL'INTEGRAZIONE E DELLA RISERVA

GIACINTO MOTTA

(Comunicazione alla *World Power Conference* - Londra, luglio 1924)

1. - La funzione integratrice delle deficienze idroelettriche.

La distribuzione di energia elettrica ha da tempo acquistato in tutti i paesi civili il carattere di un servizio pubblico di importanza appena inferiore alla provvista di acqua potabile nelle grandi metropoli. Questo carattere è particolarmente marcato nei paesi poveri o privi di carbone, dove, a motivo di tale deficienza, le industrie manifatturiere sono state indotte, per la quasi totalità, a sostituire le motrici termiche coi motori elettrici (talchè è proprio il caso di dire che qui la energia elettrica costituisce il pane delle industrie) e dove, anche in altri campi, il posto conquistato dall'elettricità è diventato tale da farne considerare il consumo come uno dei più significativi indici del progresso nazionale.

Sono in queste condizioni, fra altri paesi europei, la Svizzera e l'Italia, entrambi dotati di grandi quantitativi di energia idraulica. In questi paesi dunque, più che altrove, la distribuzione di energia elettrica deve avere lo scopo di *mettere a disposizione del pubblico la maggior quantità possibile di energia elettrica al minor prezzo possibile.*

Non sempre però il costo unitario dell'energia idraulica ottenibile da un determinato bacino imbrifero diminuisce quando se ne spinga al massimo lo sfruttamento. Anzi frequentemente è accaduto, ed è facilmente dimostrabile il contrario; e cioè che, limitando lo sfruttamento si ottiene energia a miglior mercato. Di qui un contrasto che ha avuto qualche importanza, destando perfino preoccupazioni eccessive negli uomini politici, fino a quando le imprese elettriche poterono costituire il campo d'azione di un patrimonio individuale; ma che cessò di esistere quando i capitali da immobilizzare crebbero a tal punto da esigere lo sforzo di potenti società anonime.

Anche in questo campo la Società Anonima si è dimostrata strumento di progresso. L'obiettività e la larghezza di vedute che essa consente ai dirigenti, ben maggiore di quella che si può pretendere dal privato che gestisca esclusivamente capitali proprii, ha permesso di mettere al primo posto, cioè di considerare come la variabile indipendente dal problema, *la quantità di energia da produrre*, cosicchè il secondo elemento, *il costo di produzione*, è passato in seconda linea, diventando una funzione della variabile. Da quel giorno l'obbligo dei tecnici e degli industriali fu quello di risolvere il problema in modo che a ciascuno dei valori crescenti della variabile indipendente (*consumo*) corrispondesse il minimo valore della funzione (*prezzo*).

Non vorrei essere frainteso; non è già che si possa, nè, peggio, che io sproni a produrre energia idroelettrica a qualunque prezzo; questa sarebbe una assurdità economica inattuabile. Voglio soltanto dire che, entro i limiti della convenienza economica in confronto con la produzione a vapore, la diminuzione del costo di produzione idraulica ha perduto molta parte della sua importanza. Ora, il costo della elettricità prodotta termicamente è aumentato nel postguerra in misura forse maggiore, non certo inferiore, al costo dell'energia idroelettrica; sicchè c'è ancora un largo margine da sfruttare, anche non contando le ragioni di indipendenza economica dall'estero che militano potentemente a favore degli impianti idroelettrici.

D'altra parte, in molti casi il sussidio della produzione termica durante la magra può contribuire alla diminuzione del costo medio; perchè consente una maggior utilizzazione del bacino. Infine non è vero che le nostre risorse idrauliche siano ormai impoverite degli impianti più importanti e più economici. E' questa una leggenda molto creduta da chi non conosce a fondo la materia, e che ha per risultato (non oso dire lo scopo) di dipingere coi foschi colori dell'accaparratore le imprese elettriche italiane. Si dice e si ripete infatti che il monopolio di queste imprese, già per sè stesso poco simpatico, è

ancora più gravoso, appunto perchè le società esistenti hanno scremato tutto il patrimonio idraulico della nazione, lasciando per il futuro, e quindi per l'eventuale concorrenza solamente pochi impianti e costosi.

Nulla di meno esatto, tanto per la quantità dell'energia ancora producibile idraulicamente nelle Alpi, quanto per il costo unitario relativo.

Per la quantità, pur mancando di valutazioni dettagliate le stime dei competenti fanno ritenere che si possano certamente creare nelle Alpi italiane entro i nuovi confini, nuovi impianti per oltre due milioni di kilowatt (si tenga conto che appena poco più di un milione sono quelli generati ora).

E quanto al prezzo, sono attualmente in costruzione ed in progetto grandiosi impianti, i quali pur prevedendo la creazione di serbatoi artificiali daranno il kilowattora a un costo capitale non superiore a 50 o 60 centesimi della lira attuale. Queste cifre equivalgono al quarto o al quinto dell'anteguerra, data la svalutazione della lira rispetto all'oro; esse dimostrano perciò in modo indiscutibile che la residua ricchezza idraulica italiana non ha affatto un pregio intrinseco inferiore a quella già sfruttata. Il clamore dei politicanti e i timori delle anime innocenti non hanno dunque ragione di essere, almeno per molti anni ancora; e il così detto monopolio (che poi sarebbe un *polipolio* immenso, vista la molteplicità delle aziende indipendenti che esercitano l'industria elettrica) può ben essere accettato, dal momento che esiste dovunque e da noi ha costantemente permesso al paese di fornirsi di energia a prezzi che sono relativamente fra i più bassi del mondo.

Ecco dunque le ragioni per cui l'obiettivo delle grandi intraprese elettriche è diventato quello di sfruttare al massimo le nostre energie idrauliche, le quali per conseguenza devono essere accuratamente studiate e metodicamente sviluppate.

Il legislatore italiano, quando nel 1919 fissò il principio di preferire fra molte quella domanda di concessione che raggiungesse la più vasta e razionale utilizzazione di un determinato bacino imbrifero, ha voluto rendere omaggio al carattere ed agli scopi della industria elettrica nella vita nazionale.

Ma gli uomini dell'arte si trovarono tosto di fronte a due elementi contraddittori che complicano il problema. Da un lato l'estrema variabilità delle precipitazioni, ergo delle disponibilità idrauliche, le quali non tollerano finora l'intervento della volontà umana; dall'altra, per contrasto, una quasi assoluta permanenza nella legge che regola il consumo di energia elettrica.

Industrialmente parlando, le precipitazioni atmosferiche ed il regime che ne consegue per i corsi d'acqua italiani, non potrebbero essere meno adatte a fondarvi sopra un'industria così importante, come la produzione e vendita di energia, specialmente per le vallate prive di ghiacciai.

Mentre infatti nelle nostre Alpi la variazione della portata segue grossolanamente la curva sinusoidale della temperatura media, vale a dire è massima nel periodo estivo e minima nell'invernale, negli Appennini settentrionali il regime idrologico è così capriccioso, da riuscire sorprendente per chi non pensi alla stravagante capricciosità delle precipitazioni.

Una recente pubblicazione dell'Osservatorio Astronomico di Milano dimostra questa verità fino all'evidenza. Dalle cifre relative ad una serie di 157 anni — dal 1764 al 1920 — risulta che le precipitazioni verificatesi nello stesso mese dei diversi anni presentano dei massimi altissimi tutti poco diversi da un mese all'altro (376 e 208) mentre invece il minimo è praticamente zero in tutti i mesi (Tabella I). Soltanto nella precipitazione annuale c'è una relativa costanza, per quanto anche qui si riscontrino, rispetto alla media di circa 1000 millimetri annui, delle notevoli oscillazioni in più ed in meno.

In tali condizioni di cose tutto si comprende e tutto si spiega.

Si comprende da un lato che i torrenti appenninici non si prestino assolutamente alla creazione di energia elettrica adatta al fabbisogno nazionale, senza ricorrere a qualche espediente, che integri le deficienze nei periodi di siccità (questo è assolutamente *necessario*) e possibilmente risparmi e conservi l'eccedenza di precipitazione nei periodi di abbondanza (questo può soltanto essere *utile*).

Poichè i periodi di siccità negli Appennini settentrionali si verificano più sensibilmente nei mesi estivi, nei quali invece i fiumi alpini sono gonfi d'acqua per lo scioglimento dei ghiacciai, l'integrazione delle deficienze nord appenniniche si sta facendo da qualche anno mediante collegamenti elettrici con gli impianti alpini. Ma ci sono anche deficienze invernali, e qualche volta gravi, e queste non si possono fronteggiare che con i serbatoi o con le centrali termiche.

TABELLA I.

Milano. — Periodo 1764-1920 — Pioggie mensili e annuali.

| M E S I | V a l o r e | | |
|-----------------|-------------|--------|-------|
| | massimo | minimo | medio |
| Gennaio | 208 | 0 | 61,2 |
| Febbraio | 261 | 0 | 58,6 |
| Marzo | 264 | 0 | 71,6 |
| Aprile | 282 | 0,4 | 88 |
| Maggio | 339 | 13,5 | 101 |
| Giugno | 270 | 2,9 | 82 |
| Luglio | 233 | 0 | 72,4 |
| Agosto | 338 | 2,4 | 80,7 |
| Settembre | 343 | 0 | 88,6 |
| Ottobre | 376 | 4,8 | 122 |
| Novembre | 349 | 5,6 | 109 |
| Dicembre | 323 | 0 | 77 |
| Anno | 1578 | 639,4 | 1010 |

D'altro lato si comprende che neanche gli impianti idroelettrici alpini possano dare quella produzione costante che sarebbe desiderata dalle imprese elettriche ed è necessaria a fronteggiare il consumo. Anzi per gli impianti alpini si è certi a priori del contrario, perchè mentre il consumo è maggiore d'inverno che d'estate (stimo inutile dirne le ragioni, ovvie per i competenti ai quali queste poche osservazioni sono dirette) la disponibilità idraulica segue una legge esattamente antipodica. Dunque, anche per gli impianti alpini c'è un problema di integrazione annuale causato dalla deficienza nella produzione invernale; ed a questa si è pensato far fronte coi serbatoi.

Ma se veramente si vuole sfruttare la disponibilità media idraulica delle nostre vallate, non possono bastare i serbatoi. Riprendiamo le cifre della precipitazione media annuale di Milano, perchè si prestano utilmente ad esemplificare, e perciò a chiarire le idee.

Volendo in un determinato bacino utilizzare completamente 1000 millimetri di precipitazione media, non basta che gli impianti generatori siano in grado di sfruttare completamente la precipitazione massima di 1578 millimetri negli anni in cui si manifesta, ma occorre che i compratori di energia elettrica si adattino alla enorme oscillazione fra 640 e 1578 millimetri. Non essendo possibile generalizzare tale ipotesi, e dovendo ammettere invece che il consumo sia almeno costante, delle due l'una: o i serbatoi hanno un volume sufficiente ad assicurare in ogni tempo la portata media; oppure si deve ricorrere alla integrazione termica. Ora, è notorio che il volume del serbatoio occorrente cresce con l'ampliarsi della regolazione desiderata: vale a dire passando dalla regolazione *diurna* (per differire dalla notte al giorno il consumo della portata disponibile) alla *settimanale* (per utilizzare nei giorni feriali la disponibilità idraulica della domenica) e poi alla *annuale* (per sopperire alle magre ordinarie jemali o estive) alle *decennali*, e più su fino alle *secolari* (per fronteggiare le straordinarie siccità).

Ebbene, si può escludere senz'altro che nelle nostre Alpi sia possibile creare serbatoi capaci di regolare la portata media per un lungo periodo di anni; anzi è spesso difficile regolare la portata entro i modesti confini di 12 mesi, e si deve perciò frequentemente tollerare che ad onta del serbatoio vi sia eccedenza di energia estiva. Quel risultato è forse più facilmente raggiungibile negli Appennini, per la loro diversa natura geologica; ma quivi l'utilità degli invasi artificiali è molto minore, perchè essi si trovano ad altitudini modeste e perciò ammettono a valle piccole cadute.

Neanche si possono coltivare eccessive illusioni sulla possibilità di integrare le deficienze idrologiche di un bacino con le esuberanze di un altro più o meno lontano. Già la compensazione è assai improbabile, si può dire impossibile, fra bacini dello stesso tipo, ad esempio fra due bacini alpini, perchè le vicende meteorologiche sono poco dissimili anche sopra zone molto vaste. Ecco perchè in Italia ha avuto fortuna per qualche anno una diversa idea, in apparenza molto seducente: voglio dire la compensazione delle deficienze alpine, esclusivamente invernali, con le simultanee esuberanze degli Appennini i quali dovrebbero avere magre estive. Ma l'esperienza ha mostrato che sugli Appennini settentrionali non si può fare assegnamento di sorta, perchè neanche il regime idrologico invernale ha quel carattere di costanza, sia pure relativa, che solo potrebbe permettere di trasportare la compensazione dal campo delle idee a quello dei fatti industriali.

Non c'è dunque altra via da scegliere, se si vogliono sfrut-

tare al massimo le disponibilità idrauliche alpine, rendendole atte alla vendita, che ricorrere alla centrale termica.

In riassunto, quando una impresa elettrica annuncia di disporre, per es., di un miliardo di kilowattore in media all'anno, anche se gli impianti relativi sono muniti di serbatoi, delle due l'una: o questi serbatoi hanno un volume così grande da garantire la media anche in un lunghissimo periodo di anni, oppure, se il volume dei serbatoi è appena sufficiente alla regolazione annuale, quella impresa deve necessariamente disporre di centrali termiche.

In quest'ultimo caso, che è si può dire la norma da noi, la potenza della centrale termica e la sua produzione possono proporzionarsi alla intera differenza fra l'anno di minima e l'anno di massima precipitazione, nel quale modo si realizza lo sfruttamento completo del bacino imbrifero; ma è manifesto che se la centrale termica provvedesse solamente alla integrazione delle deficienze idrologiche fino al loro valore medio, tutta l'eccedenza negli anni di abbondanza, non potrebbe trovare che difficile collocamento.

2. - La funzione di riserva.

Così esaminata a grandi linee la funzione *integrativa* delle centrali termiche di un sistema che si proponga di *assolvere ad un compito di portata veramente nazionale*, molte cose resterebbero a dire circa i vantaggi che le centrali termiche arrecherebbero al servizio.

Non credo necessario dilungarmi. Basterà accennare per tutti alla funzione di riserva che la centrale termica può disimpegnare per garantire la continuità contro gli accidenti ai quali pur troppo vanno soggetti gli impianti generatori idroelettrici.

Non voglio soffermarmi al recente disastro del Gleno (2 dicembre 1923) causato dalla rottura di una diga ad archi multipli, perchè il fatto è con ogni probabilità imputabile a negligenza costruttiva. Alludo invece alle altre cause, purtroppo frequenti, che nel corso degli ultimi anni misero fuori servizio per periodi variabili fra una settimana e parecchi mesi, alcuni importanti impianti idroelettrici italiani.

TABELLA II.

Elenco di alcune sospensioni verificatesi in Impianti di produzione idroelettrica.

| Data di inizio | Nome dell'impianto | Corso d'acqua utilizzato | Causa della sospensione | Durata della sospensione |
|------------------|--------------------|--------------------------|--|--|
| 21 Agosto 1911 | Grossotto | Adda | alluvione; rottura del canale | 53 giorni |
| 9 Gennaio 1919 | Piedimulera | Anza | frana del bac. di carico | 22 giorni |
| 5 Febbraio 1919 | Pont Saint Martin | Lys | rottura tubazione forzata | 18 mesi |
| 27 Settemb. 1919 | Piedimulera | Anza | allagamento della centr. | 20 giorni |
| 26 Ottobre 1919 | Calusco | Adda | frana del canale | 10 mesi |
| 22 Settemb. 1920 | Varzo | Diveria | frana del canale | 2 mesi |
| 10 Aprile 1921 | Selvanizza | Cedra-Enza | franamento della camera di carico | 8 mesi |
| 13 Gennaio 1923 | Grossotto | Adda | rottura della tubaz. forzata | parziale di 4 mesi |
| 4 Maggio 1923 | Cedegolo | Poglia | rottura della tubaz. forzata | totale di 20 giorni — parziale di 5 mesi |
| 18 Maggio 1923 | Villadossola | Ovesca | riparazione generale del canale | 3 mesi |
| 5 Luglio 1923 | Rivasco | Toce | rottura della tubaz. forzata | 26 giorni |
| Agosto (?) 1923 | Temù | Lago d'Avio | infiltrazione nella galleria | 10 giorni |
| 19 Agosto 1923 | S. Damiano | Maira | rottura saracinesca sulla tubaz. forz. | 62 giorni |
| 23 Dicembre 1923 | Roasco | Roasco | frana del canale | 29 giorni |
| 25 Gennaio 1924 | Piedimulera | Anza | frana del canale | oltre un mese |

La tabella II dimostra che simili casi di sospensione di funzionamento di interi impianti idroelettrici sono piuttosto frequenti. Ne deriva che una azienda la quale disponga di una o due centrali idrauliche non può dare al servizio quel grado di sicurezza che sarebbe necessario. Quando poi la rete alimentanti importanti servizi pubblici quali ad esempio la trazione elettrica ferroviaria, si ritiene indispensabile dai più la garanzia di una centrale termica sufficientemente proporzionata.

LA MODERNA MATEMATICA DEI CIRCUITI TRIFASI □ □ □ □ □ □

ERCOLE BOTTANI

(Continuazione, v. N. 33, pag. 528).

33. *Cenni sulle equazioni generali di una generica macchina trifase.* — Consideriamo ad esempio un generico trasformatore trifase. Esso è essenzialmente costituito da due terne distinte di circuiti; l'una formata dall'insieme degli avvolgimenti primari, l'altra da quelli secondari.

Indichiamo con a, b, c , i tre circuiti primari e con l, m, n i tre secondari. Supponendo il primario collegato a stella la tensione di fase E_a (che sarà naturalmente funzione di tutte e sei le correnti I_a, I_b, I_c , e I_l, I_m, I_n che percorrono gli avvolgimenti) per quanto fu detto al § 30, si potrà sempre esprimere sotto la forma:

$$E_a = z_{aa} I_a + z_{ab} I_b + z_{ac} I_c + z_{al} I_l + z_{am} I_m + z_{an} I_n \quad (61)$$

ove z_{aa} è l'autoimpedenza di a e le altre cinque z sono le mutue impedenze dei rimanenti circuiti verso a .

Relazioni del tutto analoghe alla (61) valgono ad esprimere le altre due tensioni primarie E_b ed E_c , per cui le equazioni fra i componenti simmetrici dei sistemi di tensioni e correnti in gioco, si ottengono al solito modo, sviluppando l'espressione

$$S(E_a) = S(z_{aa}) \cdot S(I_a) + S(z_{ab}) \cdot S(I_b) + S(z_{ac}) \cdot S(I_c) + S(z_{al}) \cdot S(I_l) + S(z_{am}) \cdot S(I_m) + S(z_{an}) \cdot S(I_n) \quad (62)$$

derivata dalla (61) applicando il principio del § 22.

Il primo trinomio, considerato separatamente dal secondo, è quello già sviluppato al § 31 e che conduce alle espressioni (57); il secondo trinomio, che rappresenta la reazione del secondario sul primario, è perfettamente simile al primo, per cui ne sarà pure simile lo sviluppo. Questo è infatti rappresentato dalle stesse relazioni (57) nelle quali le z abbiano, in luogo dei secondi indici a, b, c , ordinatamente l, m, n , e le correnti I_{a0}, I_{a1}, I_{a2} , siano sostituite dalle I_{l0}, I_{l1}, I_{l2} .

La (62) dà al solito tre equazioni. Altre tre si ottengono dall'analoga espressione che lega le tensioni del secondario con tutte le sei correnti, cioè, supponendo a stella anche questo gruppo di avvolgimenti, dalla:

$$S(E_l) = S(z_{ll}) \cdot S(I_l) + S(z_{lm}) \cdot S(I_m) + S(z_{ln}) \cdot S(I_n) + S(z_{la}) \cdot S(I_a) + S(z_{lb}) \cdot S(I_b) + S(z_{lc}) \cdot S(I_c) \quad (63)$$

sullo sviluppo della quale è superfluo insistere.

Il complesso delle sei equazioni che in tal guisa si ottengono rappresentano il comportamento del più generico gruppo di due avvolgimenti trifasi nelle condizioni più generali di funzionamento.

Dette equazioni si semplificano grandemente nei casi in cui ragioni di simmetria permettano di ridurre il numero dei parametri indipendenti. Così se tutti gli avvolgimenti primari fossero uguali e simmetricamente disposti e così pure i secondari le tre equazioni che scendono dalla (62) si ridurrebbero alla forma:

$$\begin{aligned} E_{a0} &= (z_{aa0} + z_{ab0} + z_{ac0}) I_{a0} + (z_{al0} + z_{am0} + z_{an0}) I_{l0} \\ E_{a1} &= (z_{aa0} + \alpha^2 z_{ab0} + \alpha z_{ac0}) I_{a1} + (z_{al0} + \alpha^2 z_{am0} + \alpha z_{an0}) I_{l1} \\ E_{a2} &= (z_{aa0} + \alpha z_{ab0} + \alpha^2 z_{ac0}) I_{a2} + (z_{al0} + \alpha z_{am0} + \alpha^2 z_{an0}) I_{l2} \end{aligned}$$

e quelle che scendono dalla (63) alla seguente:

$$\begin{aligned} E_{l0} &= (z_{ll0} + z_{lm0} + z_{ln0}) I_{l0} + (z_{la0} + z_{lb0} + z_{lc0}) I_{a0} \\ E_{l1} &= (z_{ll0} + \alpha^2 z_{lm0} + \alpha z_{ln0}) I_{l1} + (z_{la0} + \alpha^2 z_{lb0} + \alpha z_{lc0}) I_{a1} \\ E_{l2} &= (z_{ll0} + \alpha z_{lm0} + \alpha^2 z_{ln0}) I_{l2} + (z_{la0} + \alpha z_{lb0} + \alpha^2 z_{lc0}) I_{a2} \end{aligned}$$

L'estensione al caso di tre o più gruppi trifasi di circuiti è ovvia, come pure lo sono, le modificazioni che subiscono le precedenti relazioni nel caso di collegamenti a triangolo o misti.

Noi abbiamo riferito questi cenni al caso semplice di un trasformatore statico, ma gli stessi criteri ed analoghe relazioni valgono, senza particolari commenti, per tutte quelle macchine che, come i trasformatori, hanno gli avvolgimenti immobili gli uni rispetto agli altri, e valgono anche per le macchine rotanti, purchè si generalizzi il concetto di mutua impedenza.

Accenniamo solo brevemente a questo punto.

Nelle precedenti espressioni, come in quelle del § 31, le auto e le mutue impedenze hanno, sempre, il significato che abbiamo richiamato al § 30. Ma il concetto di mutua impedenza, nella forma semplice ivi esposta (cioè: operatore vettoriale che applicato al vettore corrente di un circuito determina quello della tensione generata per mutua induzione in un'altro circuito) richiede che fra i vettori, di cui la mutua impedenza è il rapporto, vi sia una *relazione fissa* di fase, ciò che non si verifica che se le grandezze rappresentate sono *isofrequenziali* (§ 4).

Ora, tale condizione, mentre è sempre soddisfatta, quando, come nei trasformatori, gli avvolgimenti non si muovono gli uni rispetto agli altri, non lo è più nel caso delle macchine ruotanti. Infatti quando fra due circuiti esiste moto relativo, la pulsazione della f. e. m. indotta dall'uno sull'altro, non uguaglia più quella della corrente induttrice, perchè il flusso concatenato con un circuito, varia oltre che col variare della corrente nell'altro, anche perchè cambia nei successivi istanti il coefficiente di mutua induzione. E' infatti noto, ad esempio, che facendo ruotare con moto uniforme di velocità angolare ω' , una spira nel campo di un'altra coassiale e percorsa da una corrente di pulsazione ω ; la prima spira diviene sede di due f. e. m. di uguale ampiezza ma una di pulsazione $\omega + \omega'$ e l'altra di pulsazione $\omega - \omega'$.

Ne segue che in tali casi, perdendo, salvo particolari convenzioni (si veda ad esempio più avanti la nota 1.ª), il concetto di spostamento di fase che è a base e che giustifica, per lo studio delle grandezze alternative, le relazioni vettoriali, si perde anche il concetto di mutua impedenza nella forma semplice da noi esposta.

Tuttavia se, col Fortescue, si interpretano gli operatori z come degli operatori differenziali, cioè funzioni del simbolo $\frac{d}{dt}$ (t = tempo) e si esprimono le grandezze alternative come somma di due vettori uguali e ruotanti in senso opposto, le relazioni (61); (62); (63) e le derivate valgono, come abbiamo accennato, anche pel caso delle macchine ruotanti. Per gli sviluppi di questa parte della teoria rimandiamo però lo studio al denso articolo del citato autore, bastandoci qui averne fatto cenno.

Ma se lo stabilire le equazioni generali di funzionamento di una macchina ruotante avente gli avvolgimenti disuguali e comuni disposti uno rispetto all'altro, presenta qualche difficoltà analitica, è invece relativamente semplice studiare il comportamento di quelle ad avvolgimenti praticamente uguali e simmetricamente disposti alla periferia di due cilindri coassiali (*macchine simmetriche*); come è per le più comuni cioè per le macchine asincrone e sincrone.

Per l'estrema importanza pratica che tale studio presenta ce ne occupiamo nei paragrafi seguenti.

34. *Motori asincroni alimentati da tensioni asimmetriche.* — Il Fortescue ha dimostrato, deducendolo dalla sua teoria generale, che il funzionamento di un motore *simmetrico*, sotto qualunque condizione d'alimentazione, si può rappresentare mediante le due semplici relazioni:

$$\begin{aligned} S^1 E_{a1} &= S^0 Z_{d0} \cdot S^1 I_{a1} \\ S^2 E_{a2} &= S^0 Z_{s0} \cdot S^2 I_{a2} \end{aligned} \quad (64)$$

che, sottointendendo i simboli di sequenza, si scrivono:

$$\begin{aligned} E_{a1} &= Z_{d0} \cdot I_{a1} \\ E_{a2} &= Z_{s0} \cdot I_{a2} \end{aligned} \quad (64 \text{ bis})$$

Queste relazioni ci dicono che un comune motore alimentato da tensioni dissimmetriche, assorbe dalla rete due sistemi ($S^1 I_{a1}$ e $S^2 I_{a2}$) di correnti, entrambi *equilibrati* ma di senso ciclico opposto, ciascuno dei quali dipende *esclusivamente* dal componente omonimo della terna di tensioni applicata al motore.

Tali risultati sono analoghi a quelli trovati per un semplice sistema trifase simmetrico di circuiti — § 31, equazioni (58) — con la differenza, ivi già accennata che, mentre per questi circuiti normalmente risulta $Z_{d0} = Z_{s0}$, per i motori generalmente è Z_{d0} diverso da Z_{s0} , e fra poco lo vedremo.

Le espressioni (64 bis) presuppongono a stella con centro isolato ($I_{a0} = 0$) lo stato del motore (E_{a0} ed E_{a2} sono rispettivamente le tensioni di fase diretta ed inversa) ma esse considerando le correnti di linea, valgono anche pel caso di collegamento a triangolo. Si scriveranno invece (§ 22) le analoghe relazioni

$$\begin{aligned} V_{A1} &= Z'_{d0} I_{A1} \\ V_{A2} &= Z'_{s0} I_{A2} \end{aligned}$$

se per detto caso si considerano le correnti (I_{A1} e I_{A2}) nei lati del triangolo.

Volendo mettere in evidenza le tensioni concatenate V_{A1} e V_{A2} anche nelle (64 bis) si porrà:

$$\begin{aligned} E_{a1} &= j \frac{V_{A1}}{\sqrt{3}} = Z_{d0} I_{a1} \\ E_{a2} &= -j \frac{V_{A2}}{\sqrt{3}} = Z_{s0} I_{a2} \end{aligned} \quad (65)$$

La grande semplicità delle precedenti relazioni fa risalire come sia utile per lo studio che ora ci occupa la concezione razionale dei sistemi trifase esposta al § 24. La stessa concezione poi, permette, assai meglio di quella elementare di renderci conto e quindi di analizzare, il complesso dei fenomeni interni ad un motore comunque alimentato. Infatti se si vuole determinare l'effetto delle correnti assorbite considerando separatamente quello di ciascuna, ci scostiamo artificialmente da quella che è la realtà fisica, perchè ogni singola corrente produce un campo *alternativo* e di *direzione costante*, cioè ben diverso da quello di *intensità pressochè invariabile* e *ruotante uniformemente* che risulta prodotto da tre correnti equilibrate agenti insieme.

Se invece seguiamo la nuova concezione e cioè consideriamo separatamente l'effetto di *ciascun componente simmetrico* delle correnti, la conclusione diviene intuitiva: mentre il componente diretto produce un campo ruotante in un certo senso (*campo diretto*), quello inverso ne produrrà un'altro del tutto simile, pure ruotante ma in senso contrario al precedente (*campo inverso*).

Naturalmente entrambi questi campi ruoteranno con la stessa velocità assoluta (velocità di sincronismo $\omega = \frac{2\pi f}{p}$; p = paio di poli del motore) perchè sia le correnti dirette che le inverse hanno la stessa frequenza f .

Il rotor di un motore alimentato da tensioni asimmetriche viene quindi a trovarsi immerso in due campi rotanti in senso opposto e seguirà nella rotazione quello dei due che prevale sull'altro. Con le nostre convenzioni (§ 16) è in generale il sistema diretto di tensione che risulta prevalente (o meglio noi veniamo, con dette convenzioni, a chiamare diretto quello che prevale) per cui in generale il rotor girerà nel senso del campo diretto.

Introducendo il concetto di scorrimento, detta ω' la velocità angolare del rotor, possiamo dire ch'esso presenta lo scorrimento (*diretto*)

$$s_1 = \frac{\omega - \omega'}{\omega} = 1 - \frac{\omega'}{\omega}$$

rispetto al *campo diretto*, e lo scorrimento (*inverso*):

$$s_2 = \frac{\omega - (-\omega')}{\omega} = \frac{\omega + \omega'}{\omega} = 1 + \frac{\omega'}{\omega} = 1 + 1 - s_1 = 2 - s_1$$

rispetto al *campo inverso*.

Riassumendo, quando un motore simmetrico è alimentato da una terna qualunque di tensioni, le equazioni (64) e le precedenti considerazioni ci indicano ch'esso può essere considerato come *soppiato in due motori uguali al dato, con i rotor rigidamente uniti* e su uno dei quali venga applicato il componente diretto delle tensioni e sull'altro quello inverso.

Il primo di questi motori funziona collo scorrimento s_1 e assorbirà il sistema di correnti $S' I_{a1}$, mentre l'altro funzionerà collo scorrimento $s_2 = 2 - s_1$ e assorbirà le correnti $S' I_{a2}$.

E' evidente che le due impedenze Z_{d0} e Z_{s0} delle relazioni (64) non sono altro che le *impedenze apparenti* che i due precedenti motori fittizi sembrano offrire alle tensioni di fase che supponiamo applicate a ciascuno di essi. Per quanto si debba ammettere che i due motori abbiano uguali gli avvolgimenti ed il circuito magnetico, funzionando generalmente a scorrimenti diversi è evidente che Z_{d0} risulterà diverso da Z_{s0} come abbiamo ripetutamente accennato.

Nel seguito noi chiameremo *impedenza* (complessiva o apparente) *positiva* (o diretta) la Z_{d0} e *impedenza negativa* (od inversa) la Z_{s0} .

Le espressioni di queste impedenze si ottengono facilmente in funzione degli elementi caratteristici del motore, considerando, come fu già indicato in queste colonne dall'ingegner Della Salda (¹⁸), l'ordinario circuito equivalente dei motori asincroni.

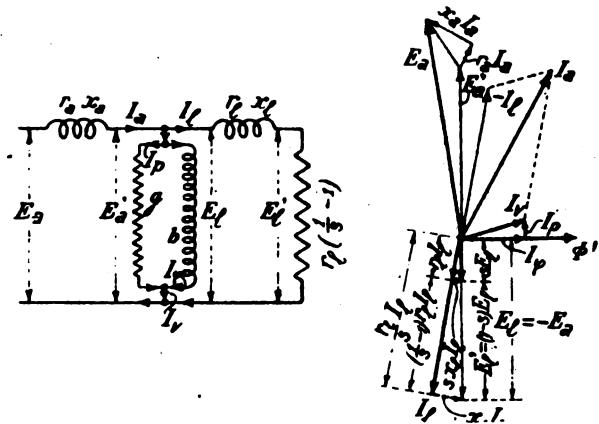


Fig. 44. — Circuito equivalente e diagramma vettoriale di un motore asincrono.

Il circuito monofase equivalente di un motore, ed il conseguente diagramma vettoriale (fig. 44) sono sufficientemente noti, perchè noi ci si debba soffermare su di essi (¹⁹).

(¹⁸) Si veda *L'elettrotecnica*, anno 1917 - 5 giugno, pag. 294.

(¹⁹) In relazione alle osservazioni fatte alla fine del § 33, mostriamo la convenzione con la quale è possibile rappresentare in uno stesso diagramma vettoriale le correnti e le tensioni sia dello stator che del rotor di un motore, non ostante ch'esse siano di diversa frequenza.

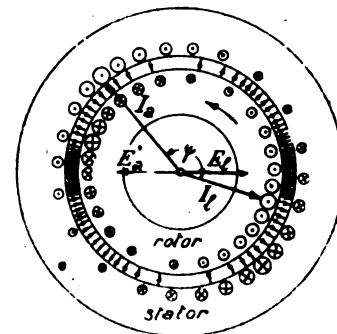


Fig. 45. — Aspetto istantaneo della distribuzione del campo nell'intraferro e delle densità di corrente nello stator e nel rotor di un motore a due poli.

Si osservi la rappresentazione convenzionale della fig. 45. Essa rappresenta nell'ipotesi che il motore sia alimentato da tensioni simmetriche, la distribuzione istantanea del flusso nel traferro (per semplicità il motore è supposto a due soli poli) e la corrispondente distribuzione delle densità di corrente nei conduttori dello stator da una parte e del rotor dall'altra.

E' noto, ed è ciò che la fig. 45 mette in rilievo, che sia il campo, sia le densità di corrente hanno lungo la periferia dell'intraferro una distribuzione pressochè sinusoidale. Tale distribuzione durante il funzionamento del motore non è fissa nello spazio, ma sappiamo che ruota restando però, mediamente inalterata. Le cose infatti avvengono come se la rappresentazione figurativa della fig. 45 ruotasse uniformemente con la velocità di sincronismo che pel caso di motore bipolare è uguale alla pulsazione $\omega (= 2\pi f)$ delle correnti nello stator.

Ne segue che per un osservatore situato in un conduttore dello stator e che registrasse il modo di variare della corrente nel conduttore entro il quale si trova, del campo nella porzione d'intraferro più vicina e della corrente nella porzione di rotor che trovasi costantemente davanti a lui, tali grandezze gli apparirebbero tutte alternative, tutte isofrequenziali, precisamente tutte con la frequenza f della rete alimentante.

E quindi soltanto convenendo di considerare come *corrente rotoria*

Nel caso attuale siccome Z_{d0} e Z_{s0} sono il rapporto fra le tensioni di fase (diretta ed inversa) e le omonime correnti di linea, le sei costanti del circuito, cioè:

r_a ; x_a resistenza e reattanza dello stator

r_l ; x_l resistenza e reattanza del rotor riferite allo stator

g ; b conduttanza e suscettanza del circuito derivato.

devono essere relative ad una fase del motore.

Ciò significa che le potenze nel motore saranno il triplo di quelle corrispondenti che si deducono dal circuito equivalente.

Per calcolare le espressioni di Z_{d0} e Z_{s0} , dato che i due ipotetici motori a cui si riferiscono sono identici, basterà considerare un unico circuito equivalente. La sua impedenza totale supponendo $s = s_1$ è l'impedenza positiva Z_{d0} , mentre quella negativa Z_{s0} si ottiene ripetendo il calcolo per lo scorrimento $s = s_2 = 2 - s_1$.

Con questo noi ammettiamo che le costanti del circuito siano le stesse per entrambi i motori, cioè ch'esse permangano inalterate per qualunque tensione e scorrimento e non mutino per effetto della sovrapposizione dei due campi ruotanti che in definitiva si verifica nel motore considerato.

In realtà per una serie di fenomeni secondari che non è qui il luogo di analizzare, ciò non sarà vero, ma in pratica, data anche l'ordinaria approssimazione delle misure eseguibili su un motore, l'ipotesi è generalmente adottabile.

Dai cenni fatti intorno al calcolo delle impedenze Z_{d0} e Z_{s0} , scende che entrambe sono funzioni dello scorrimento s_1 che il rotor presenta rispetto al campo diretto, scorrimento che coincide con quello che ordinariamente si considera in un motore. Quindi una volta prefissato s_1 il problema di determinare le correnti I_{a1} e I_{a2} che un motore assorbirà se alimentato contemporaneamente da una tensione diretta e da una inversa, è facilmente risolto calcolando Z_{d0} e Z_{s0} e applicando le relazioni (64 bis).

A questo proposito osserviamo che durante il funzionamento ordinario di un motore lo scorrimento s_1 è sempre di pochi centesimi, di conseguenza $s_2 = 2 - s_1$ risulta assai prossimo a 2. In queste condizioni la resistenza fittizia $\frac{r_l}{s} (1 - s)$

del circuito equivalente (fig. 44) corrispondente alla potenza elettromagnetica trasformata in meccanica, e che diviene:

$$\frac{r_l}{s_1} (1 - s_1)$$

quella del punto dello spazio occupato dal rotor, che sta sempre davanti all'osservatore, e non quella di un suo particolare conduttore, che diviene possibile la rappresentazione contemporanea in uno stesso diagramma vettoriale di tutte le grandezze variabili di un motore.

Solo con questa convenzione si può parlare di spostamento di fase fra la corrente statorica e quella rotorica. Riferendoci ancora alla fig. 45, tale sfasamento è rappresentato dall'angolo ψ compreso fra le direzioni uscenti dal centro O e passanti per i punti in cui le precedenti grandezze divergono massime.

Si può, volendolo, considerare che il diagramma vettoriale della fig. 44 sia derivato da quello embrionalmente tracciato nella fig. 45. È ovvio che la corrente rotorica sopra definita (corrente rotorica apparente) ha lo stesso valore di quella che effettivamente percorre ciascuna delle fasi del rotor, ed è appunto per questo che nel linguaggio comune non si fa fra di esse alcuna distinzione.

Non hanno invece lo stesso valore, la tensione E_l che nel circuito equivalente figura applicata agli avvolgimenti del rotor (tensione rotorica apparente) e quella che effettivamente agisce in essi.

Ciò è una naturale conseguenza del fatto che la reattanza x del circuito equivalente (reattanza rotorica apparente) deve essere calcolata in base alla frequenza f della corrente apparente I_l . Allora la reattanza effettiva, corrispondente alla frequenza (sf) stabilita dallo scorrimento s , risulterà espressa da $s x_l$ e quindi l'equazione:

$$E_{l\text{eff}} = (r_l + j s x_l) I_{l\text{eff}}$$

che lega le grandezze rotoriche effettive diviene:

$$\frac{E_{l\text{eff}}}{s} = \left(\frac{r_l}{s} + j x_l \right) I_l = E_l$$

in funzione delle grandezze apparenti.

Si vede dunque che fra la tensione rotorica apparente e quella effettiva, esiste la relazione $E_l = \frac{E_{l\text{eff}}}{s}$. Nel diagramma della fig. 44 i vettori I_l ed E_l sono quelli delle grandezze apparenti (frequenza f) mentre lo stesso I_l ed $s E_l$ sono quelli delle grandezze reali (frequenza sf).

per lo scorrimento diretto, e

$$\frac{r_l}{s_2} (1 - s_2) = \frac{r_l}{2 - s_1} (-1 + s_1) = - \frac{r_l}{2 - s_1} (1 - s_1) \quad (66)$$

per lo scorrimento inverso, risulta in questo secondo caso notevolmente minore che nel primo. Ad esempio per $s_1 = 0,05$ (cioè 5 %); $2 - s_1 = 2 - 0,05 = 1,95$ e quindi la seconda resistenza è $\frac{1,95}{0,05} = 39$ volte minore della prima.

Ne segue che il valore numerico di Z_{s0} risulterà alquanto minore di quello di Z_{d0} , cioè la corrente inversa I_{a2} sarà, proporzionalmente alla tensione, alquanto maggiore della diretta I_{a1} .

Una chiara visione delle grandezze relative di queste due correnti si ottiene dal notissimo diagramma circolare di un motore. Esso infatti con le stesse ipotesi semplificatrici ammesse per il circuito equivalente, rappresenta in modo comodo e completo come varia la corrente assorbita da un motore alimentato a tensione simmetrica e costante, col variare dello scorrimento del rotor. Si può quindi da esso dedurre opportunamente il valore e la fase tanto della corrente diretta (scorrimento s_1) quanto della inversa (scorrimento $s_2 = 2 - s_1$) utilizzando la costruzione grafica che mette in relazione i punti del cerchio con gli scorrimenti s e che è riprodotta nella fig. 46.

I tre punti caratteristici:

S_0 — corrispondente allo scorrimento nullo (praticamente è l'estremo della corrente a vuoto I_v);

S_1 — allo scorrimento uno (estremo della corrente di corto circuito I_{cc});

e S_∞ allo scorrimento infinito (praticamente assai prossimo all'intersezione della retta OB col cerchio — B punto medio del segmento verticale $S_1 C$) sono supposti noti. Proiettando questi tre punti da uno qualsiasi T del cerchio, il fascio che si ottiene determina su una parallela alla TS_∞ una scala uniforme dello scorrimento come appunto è indicato nella fig. 46.

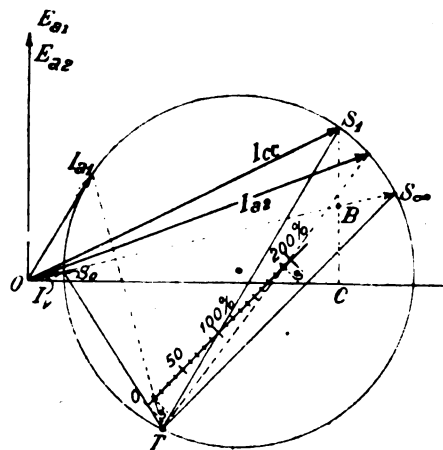


Fig. 46. — Posizione nel diagramma circolare della corrente diretta (I_{a1}) ed inversa (I_{a2}) di un motore.

Con detta scala si individuano subito i punti del cerchio corrispondenti a s_1 ed a $s_2 = 2 - s_1$ e quindi a pari tensione I_{a1} ed I_{a2} . Dalla fig. 46 si vede che la corrente inversa I_{a2} per i valori normali di s_1 è sempre maggiore della corrente di corto circuito I_{cc} , e quindi essa può essere anche 4 o 5 volte la corrente diretta I_{a1} . Naturalmente ciò sarebbe vero se le tensioni E_{a1} ed E_{a2} fossero uguali.

Fortunatamente in pratica le dissimmetrie delle tensioni sono contenute entro limiti ristretti, e perciò E_{a2} essendo piccolo di fronte a E_{a1} , anche le correnti inverse che i motori assorbono risultano relativamente piccole.

Abbiamo detto fortunatamente perchè la corrente I_{a2} è non soltanto inutile allo scopo del motore ma è senz'altro dannosa.

Infatti ripensando ai due ipotetici motori coi rotor uniti, che ci hanno servito al principio del paragrafo, vediamo che il motore che è sede del campo inverso, tende a frenare il movimento del rotor, per cui l'altro motore deve esercitare oltre la coppia che gli viene richiesta dall'esterno (coppia utile) anche quella necessaria per vincere l'azione frenante del primo. Tutta la potenza a ciò occorrente è completamente perduta come pure perduta è tutta quella che per parte sua assorbe dalla rete il motore col campo inverso.

Ciò appare chiaramente dal diagramma circolare (fig. 47) ricordando che i segmenti praticamente verticali come AB , AC , ecc., sono proporzionali alle potenze. Precisando

AB è proporzionale alla potenza assorbita dalla rete;
 AC " " " trasformata in meccanica;
 CB " " " alle perdite totali;
 BD " " (circa) alle perdite nello stator;
 DC " " (circa) alle perdite nel rotor.

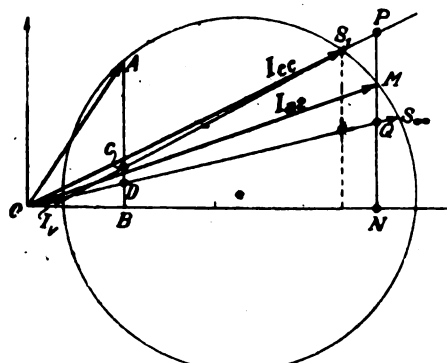


Fig. 47.

Quindi per una corrente compresa fra S_1 e S_∞ la potenza elettrica trasformata in meccanica (segmento MP) è negativa, avviene cioè il processo inverso, cosa del resto necessaria perchè le perdite totali (segmento PN) superano la potenza elettrica assorbita (segmento MN).

Concludendo, quando un motore non è alimentato da tensioni simmetriche peggiora di rendimento e si scalda anormalmente.

Questo risultato è generale per tutte le macchine trifasi simmetriche e ritorneremo sull'importante argomento nel § 37 e più in là trattando delle potenze.

Che il sistema inverso di correnti non dia luogo ad alcuna coppia meccanica utile, appare anche dall'espressione (66). Infatti questa per $s_1 < 1$ come è sempre, risulta negativa, e l'ottenere una resistenza fittizia negativa significa ch'essa in luogo di erogare energia, ne assorbe.

Le due impedenze Z_{d0} e Z_{s0} non sono sempre disuguali, per $s_1 = 1$ anche s_2 risulta 1 e quindi $Z_{d0} = Z_{s0}$ (si veda diagramma circolare). E' questa ad esempio la condizione iniziale all'avviamento del motore.

35. *Alternatore simmetrico erogante un sistema diretto ed uno inverso di correnti.* — Lo stator degli alternatori è costruito come quello delle macchine asincrone. Quindi esso si comporterà alla stessa guisa. Cioè quando fosse percorso da un sistema simmetrico di correnti produrrà un solo campo magnetico ruotante nel senso in cui gira il rotor e in questo caso (macchine sincrone) con la stessa velocità (scorrimento nullo). Ma se gli avvolgimenti sono percorsi contemporaneamente da un sistema diretto e da uno inverso di correnti (carico squilibrato) lo stator darà luogo a due campi rotanti con la stessa velocità assoluta ma in senso opposto.

Ora rispetto al campo diretto (ordinaria reazione d'armatura) il rotor presenta sempre uno scorrimento nullo, ma rispetto al campo inverso esso avrà una velocità doppia di quella di sincronismo, cioè uno scorrimento 2.

Per questo fatto gli avvolgimenti situati sul rotor (di eccitazione od eventuali di smorzamento) mentre sono inerti rispetto al campo diretto, per effetto di quello inverso diverranno sedi di f.e.m. indotte e quindi di correnti ⁽²⁰⁾, nè più nè meno che come nei rotor dei motori; con l'unica differenza, che nel caso delle macchine sincrone il rotor ha solo degli avvolgimenti monofasi.

Lo studio della distribuzione lungo l'intraferro, del campo inverso, che è semplice nel caso dei motori (rotor cilindrico quindi traferro mediamente costante) presenta invece notevoli

⁽²⁰⁾ Queste correnti indotte negli avvolgimenti del rotor dal campo inverso, hanno naturalmente una frequenza doppia di quella dello stator. Il campo da esse prodotto oltre che reagire col campo che le ha generate, induce nello stator una terza armonica di tensione che può raggiungere talvolta valori notevoli. — Per questo interessante fenomeno, si veda lo studio che ne ha fatto L. G. Stokvis «Sur la production des harmoniques 3 dans les machines à induction à charge déséquilibrée». — Revue Générale ecc., 28 ottobre e novembre 1922, pagine 619 e 661.

difficoltà nel caso degli alternatori per la forma a poli salienti che normalmente ha il rotor. Naturalmente tali difficoltà scompaiono se questo è di tipo liscio come nei turbo alternatori ⁽²¹⁾.

Tuttavia dal punto di vista sperimentale è sempre possibile studiare ed esprimere in ogni caso, come si comporta un determinato alternatore quando sia percorso da un carico squilibrato.

Detta E la f.e.m. generata in una fase (supporremo queste sempre collegate a stella e per la simmetria della costruzione generanti un sistema simmetrico di tensioni); I_1 e I_2 le correnti diretta ed inversa; $S(E')$ il sistema di tensioni di fase che l'alternatore ha ai suoi morsetti, i risultati sperimentali si potranno, in generale, mettere sotto la forma:

$$S(E') = S^1 E - S^0 Z_d \cdot S^1 I_1 - S^0 Z_s \cdot S^2 I_2 \quad (67)$$

ove Z_d (sottinteso indice zero) è l'ordinaria impedenza interna dell'alternatore per fase, e Z_s un'impedenza analoga all'impedenza inversa dei motori (§ precedente) e quindi, in generale di valore diverso dalla precedente.

Dei due termini sottrattivi del secondo membro, il primo ($S^0 Z_d \cdot S^1 I_1 = S^1 Z_d I_1$) è la terna delle comuni cadute di tensione interne (cadute dirette): il secondo ($S^0 Z_s \cdot S^2 I_2 = S^2 Z_s I_2$) è la terna inversa di tensioni che mantiene il sistema inverso di correnti entro l'alternatore.

Come nei motori, anche negli alternatori la presenza della corrente inversa non provoca che dissipazione d'energia e le ragioni ne sono ovvie.

A questo proposito accenniamo fin d'ora che questa energia, esclusa la parte direttamente fornita dal motore primo al rotor per vincere l'azione frenante delle correnti indotte dal campo inverso, non può venire fornita immediatamente (sul posto) dall'alternatore stesso.

Infatti esso genera per ipotesi, solo un sistema diretto di f.e.m. e dimostreremo che un tale sistema non può dar luogo ad alcuna potenza media quando è combinato con un sistema inverso di correnti.

Ma allora da dove proviene detta energia? Indubbiamente dal motore primo e certo attraverso l'alternatore, ma essa viene dapprima convogliata dalla corrente diretta fino agli apparecchi che assorbono il carico squilibrato, e poi da questi ceduta al sistema inverso che la ritrasporta verso l'alternatore.

Nel § 37 mostreremo come si debbano infatti considerare generatori delle correnti inverse gli apparecchi o macchine che provocano uno squilibrio. Siccome poi tutta l'energia che la corrente inversa trasporta finisce dissipata in calore si comprende facilmente perchè gli apparecchi squilibranti devono essere considerati dannosi all'economia di una rete. Vedremo (§ 37) che essi non soltanto sono dannosi ai produttori di energia, ma lo sono anche per gli utenti aventi carico simmetrico.

Ritornando all'equazione (67); se poniamo in evidenza le tensioni ai morsetti, cioè la diretta E'_1 e l'inversa E'_2 , la (67) si può scindere nelle due espressioni:

$$\begin{aligned} E'_1 &= E - Z_d I_1 \\ E'_2 &= - Z_s I_2 \end{aligned} \quad (68)$$

Volendo introdurre le tensioni concatenate V_1 e V_2 queste relazioni divengono

$$\begin{aligned} j \frac{V_1}{\sqrt{3}} &= E - Z_d I_1 \\ -j \frac{V_2}{\sqrt{3}} &= - E_s I_1 \end{aligned}$$

o meglio

$$\begin{aligned} j V_1 &= \sqrt{3} E - \sqrt{3} Z_d \cdot I_1 \\ j V_2 &= \sqrt{3} Z_s \cdot I_2 \end{aligned} \quad (68 bis)$$

nelle quali $\sqrt{3} E$ è la tensione concatenata a vuoto e $\sqrt{3} Z_d$ l'ordinaria impedenza interna monofase per la caduta di tensione.

L'equazione (67) se scritta nella forma:

$$S(E') = S^1 E'_1 + S^2 E'_2 = S^1 E + S^1 Z_d I_1 + S^2 Z_s I_2 \quad (69)$$

esprime ovviamente il funzionamento di un motore sincro alimentato da tensioni dissimetriche.

⁽²¹⁾ Si veda sull'argomento oltre l'articolo citato del Fortesene anche quello di L. G. Stokvis. — «Essai d'une théorie générale des machines synchrones à courant alternatif basée sur les champs tournants sinusoïdaux». — Revue Générale ecc., 9 giugno 1923, pag. 353.

*

Nei seguenti paragrafi sono riportati alcuni esempi di calcoli sui circuiti squilibrati, scelti fra i più frequenti della pratica.

36. *Un alternatore simmetrico alimenta un motore pure simmetrico (sincrono od asincrono) attraverso una linea asimmetrica.* — Siano Z_d e Z_s (sottointeso l'indice zero) le impedenze diretta ed inversa del motore, z_d e z_s le omonime dell'alternatore e la linea sia definita dalle impedenze zero (z_0), diretta (z_1) ed inversa (z_2); tutte per fase.

Le correnti incognite I_1 ed I_2 ($I_0=0$) erogate dall'alternatore, che per ipotesi genera, solo un sistema diretto $S^1 E$ di f.e.m., risultano determinate dal seguente sistema di equazioni (sempre vettoriali).

$$\begin{aligned} E &= z_d I_1 + (z_0 I_1 + z_2 I_2) + Z_d I_1 \\ O &= z_s I_2 + (z_0 I_2 + z_1 I_1) + Z_s I_2 \end{aligned} \quad (70)$$

La prima esprime che la f.e.m. generata uguaglia la somma di tutte le cadute di tensioni dirette ($z_d I_1$ nell'alternatore, $z_0 I_1 + z_2 I_2$ nella linea, $Z_d I_1$ nel motore), la seconda che la somma delle cadute inverse è nulla perchè infatti l'alternatore non genera sistemi inversi di f.e.m. (Le precedenti equazioni si scrivono con tutta facilità badando all'omogeneità dei termini rispetto agli indici numerici, naturalmente tenendo presenti anche quelli sottointesi).

Il sistema (70) risolto dà:

$$I_1 = \frac{z_s + z_0 + Z_s}{(z_d + z_0 + Z_d)(z_s + z_0 + Z_s) - z_1 z_2} E = \frac{E}{z_d + z_0 + Z_d - \frac{z_1 z_2}{z_s + z_0 + Z_s}}$$

$$I_2 = \frac{-z_1}{(z_d + z_0 + Z_d)(z_s + z_0 + Z_s) - z_1 z_2} E = -\frac{z_1}{z_s + z_0 + Z_s} I_1$$

Il segno meno della seconda espressione ricorda, in un certo senso, che la corrente inversa I_2 non è fornita dall'alternatore ma gli proviene dall'esterno, come avevamo accennato nel § precedente.

Riservandoci di ritornare più ampiamente su questo argomento nel § seguente, ci limitiamo qui a far rilevare che la corrente diretta I_1 , risulta in generale maggiore di quella che l'alternatore fornirebbe al motore, se, restando inalterate tutte le altre condizioni, la linea fosse simmetrica, cioè fossero nulli z_1 e z_2 .

Le tensioni diretta (E'_1) ed inversa (E'_2) ai morsetti dell'alternatore risultano: (equazione 68).

$$E'_1 = E - z_d I_1 = \frac{z_0 + Z_d - \frac{z_1 z_2}{z_s + z_0 + Z_s}}{z_d + z_0 + Z_d - \frac{z_1 z_2}{z_s + z_0 + Z_s}} E$$

$$E'_2 = -z_s I_2 = \frac{z_1 z_s}{(z_0 + Z_d)(z_s + z_0 + Z_s) - z_1 z_2} E'_1$$

Altrettanto facile è il calcolo delle tensioni applicate al motore e delle cadute di tensione in linea.

Se il motore è a stella, il suo centro, a causa della linea asimmetrica, non ha la tensione del centro dell'alternatore ma fra essi esiste la differenza di tensione corrispondente alla caduta di tensione di sequenza zero provocata dalla linea cioè:

$$E_0 = z_2 I_1 + z_1 I_2 = \frac{z_2 - \frac{z_1^2}{z_s + z_0 + Z_s}}{z_d + z_0 + Z_d - \frac{z_1 z_2}{z_s + z_0 + Z_s}} E$$

37. *Un alternatore simmetrico alimenta un motore ed un carico squilibrato, con linee simmetriche che supporremo di impedenza trascurabile.* — Siano (fig. 48): I_{a1} e I_{a2} le correnti assorbite dal motore di impedenze Z_d e Z_s , I_{11} e I_{12} le correnti assorbite dal carico squilibrato di impedenza z_{10} , z_{11} , z_{12} e gli altri simboli come nell'esempio precedente.

Considerando le cadute di tensione lungo il circuito PQR possiamo scrivere

$$\begin{aligned} E &= z_d (I_{a1} + I_{11}) + Z_d I_{a1} \\ O &= z_s (I_{a2} + I_{12}) + Z_s I_{a2} \end{aligned}$$

e analogamente lungo il circuito PQS

$$\begin{aligned} E &= z_d (I_{a1} + I_{11}) + z_{10} I_{11} + z_{12} I_{12} \\ O &= z_s (I_{a2} + I_{12}) + z_{10} I_{12} + z_{11} I_{11} \end{aligned}$$

Il complesso di queste quattro equazioni determina le quattro correnti I_{a1} , I_{a2} e I_{11} , I_{12} e quindi successivamente tutte le altre grandezze.

Risolvendo si ottiene:

$$\begin{aligned} I_{11} &= \frac{z_{10} + \frac{z_s Z_s}{z_s + Z_s}}{\left(z_{10} + \frac{z_d Z_d}{z_d + Z_d}\right) \left(z_{10} + \frac{z_s Z_s}{z_s + Z_s}\right) - z_{11} z_{12}} \frac{Z_d}{z_d + Z_d} E = \\ &= \frac{\frac{Z_d}{z_d + Z_d}}{z_{10} + \frac{z_d Z_d}{z_d + Z_d} - \frac{z_{11} z_{12}}{z_{10} + \frac{z_s Z_s}{z_s + Z_s}}} E \\ I_{12} &= -\frac{z_{11}}{z_{10} + \frac{z_s Z_s}{z_s + Z_s}} I_{11} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{a1} &= \frac{E}{z_d + Z_d} - \frac{z_d}{z_d + Z_d} I_{11} = \frac{E - z_d I_{11}}{z_d + Z_d} \\ I_{a2} &= -\frac{z_s}{z_s + Z_s} I_{12} = \frac{z_{11} z_s}{z_{10} (z_s + Z_s) + z_s Z_s} I_{11} \end{aligned} \quad (71)$$

Le correnti totali I_1 e I_2 erogate dall'alternatore risultano perciò:

$$\begin{aligned} I_1 &= I_{a1} + I_{11} = \frac{E}{z_d + Z_d} + \frac{Z_d}{z_d + Z_d} I_{11} \\ I_2 &= I_{a2} + I_{12} = \frac{Z_s}{z_s + Z_s} I_{12} \end{aligned} \quad (72)$$

Le tensioni diretta ed inversa esistenti nella linea (E'_1 e E'_2) sono ora facilmente calcolabili e ne lasciamo la cura al lettore.

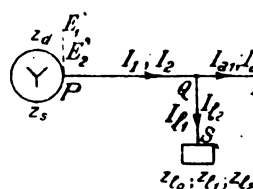


Fig. 48.

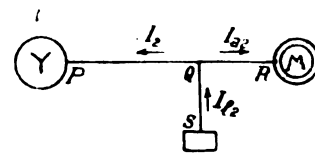


Fig. 49.

Questo esempio schematico si presta assai bene a precisare le idee su un punto già toccato nei due precedenti paragrafi. Riuniamo all'uopo le espressioni delle correnti inverse I_{12} , I_{a2} e I_2 circolanti nelle tre parti del circuito. Esse sono:

$$\begin{aligned} I_{12} &= -\frac{z_{11}}{z_{10} + \frac{z_s Z_s}{z_s + Z_s}} I_{11} \\ I_{a2} &= -\frac{z_s}{z_s + Z_s} I_{12} \\ I_2 &= \frac{Z_s}{z_s + Z_s} I_{12} \end{aligned} \quad (73)$$

Osserviamo che, non considerando per ora i segni, le espressioni di I_{a2} e di I_2 non sono altro che le notissime relazioni che danno la suddivisione di una corrente I_{12} fra i due rami di un arco doppio. Cioè nel circuito le cose avvengono proprio come se la sorgente delle correnti inverse fosse situata là ove sta l'apparecchio che richiede il carico squilibrato. La corrente erogata da questa sorgente si distribuisce poi fra le varie macchine simmetriche in parti inversamente proporzionali alle rispettive impedenze inverse.

Anche i segni confermano la cosa. Infatti i calcoli furono fatti assumendo come sensi positivi delle correnti quelli della fig. 48 e quindi i segni delle relazioni sono da riferirsi alle frecce di detta figura. Allora siccome I_{12} risulta negativo rispetto a

I_{11} (certamente diretto come in fig. 48) si dovrà logicamente attribuire a detta corrente il senso della fig. 49. Con I_{12} negativo, I_{a2} risulta positivo e I_2 negativo per cui i sensi delle correnti inverse nelle varie parti del circuito sono quelli della fig. 49, mentre per le correnti dirette i sensi restano quelli della fig. 48.

In realtà il precedente ragionamento è imperfetto poichè non tien conto che le espressioni (73) sono vettoriali e che perciò il loro segno da solo nulla può dirci intorno all'esatta posizione di due vettori correnti. Tuttavia qualunque possa essere la fase delle correnti I_1 e I_2 , si può verificare che i sensi indicati dalle frecce nelle due figure 48 e 49 corrispondono effettivamente ai sensi (sempre ben determinati) delle energie trasmesse rispettivamente dal sistema diretto di correnti (figura 48) e dal sistema inverso (fig. 49).

Per convincersene, consideriamo la fig. 50 che rappresenta in iscala le varie tensioni di fase e le correnti erogate dall'alternatore nel caso concreto rappresentato a sinistra.

Le impedenze diretta ed inversa Z_d e Z_s sono presso a poco quelle di un motore di ~ 50 HP, a 500 V, funzionante a pieno carico; quelle z_{10} , z_{11} , z_{12} del carico squilibrato, sono all'incirca quelle di una stella ohmica avente i tre rami di 6; 12,5; 18,5 Ω ; infine per semplicità, si è assunta uguale a Z_s l'impedenza inversa dell'alternatore.

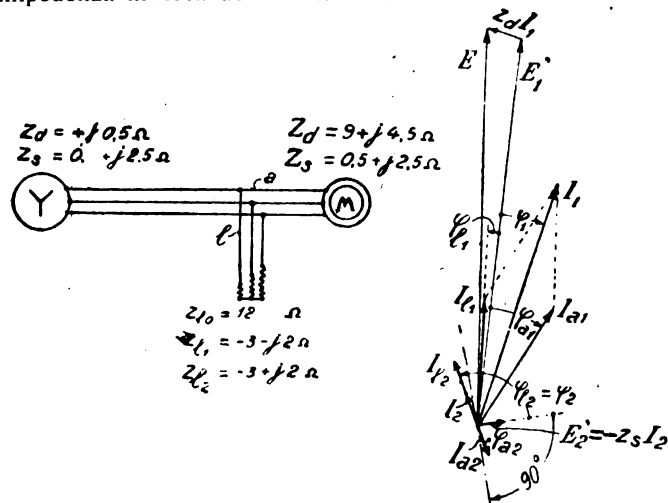


Fig. 50. — Esempio di diagramma completo delle tensioni e delle correnti di un circuito avente un carico squilibrato. — (Tutte le grandezze inverse sono per maggior chiarezza rappresentate col doppio del loro valore).

Anticipando alcuni risultati sul calcolo della potenza media nei circuiti trifasi squilibrati (si veda (§ 40) esaminiamo le potenze assorbite dai due carichi e quella fornita dall'alternatore. Il carico squilibrato assorbe, dal sistema diretto di correnti, la potenza (tutte le grandezze sono scalari)

$$P_d = 3 E_1' I_{11} \cos \varphi_{11}$$

e la potenza

$$P_s = 3 E_2' I_{12} \cos \varphi_{12}$$

dal sistema inverso. Però mentre l'angolo φ_{11} è come si vede minore di 90° ; φ_{12} ne è invece maggiore per cui P_s risulta negativa, cioè erogata in luogo di assorbita.

La differenza $P = P_d - |P_s|$ coincide naturalmente con la potenza effettivamente consumata dal carico.

La parte P_s che questo rimanda in linea si distribuisce poi fra l'alternatore ed il motore. Infatti: il motore assorbe le potenze

$$P_d = 3 E_1' I_{a1} \cos \varphi_{a1} \text{ e } P_s = 3 E_2' I_{a2} \cos \varphi_{a2}$$

e questa seconda, per essere $\varphi_{a1} < 90^\circ$, è positiva cioè assorbita, per l'alternatore invece le potenze erogate sono

$$P_d = 3 E_1' I_1 \cos \varphi_1 \text{ e } P_s = 3 E_2' I_2 \cos \varphi_2$$

e P_s è, come si può vedere, negativa cioè assorbita.

Con ciò resta confermato quanto avevamo detto riguardo ai sensi dell'energia.

Le precedenti considerazioni, intimamente legate alla concezione razionale dei circuiti trifasi (§ 24), mettono in evidenza, in modo singolarmente semplice ed efficace, l'effetto di un carico squilibrato nell'economia generale di una rete. Vediamo infatti che un apparecchio squilibrante chiede alla rete oltre l'energia che propriamente gli occorre, anche dell'altra che restituisce poi mediante un sistema inverso di correnti.

Questa energia, viene dalla stessa rete suddivisa fra le

varie macchine di costruzione simmetrica (motori, alternatori, ecc.) ad essa allacciate, ed è *completamente perduta* (dissipata in calore); non solo ma, come abbiamo visto per i motori, provoca indirettamente un'ulteriore consumo di energia del sistema diretto là nelle macchine verso le quali si dirige.

A questo proposito il Fortescue, in un suo più recente articolo ⁽²²⁾, osserva giustamente che le attuali norme di tarifficazione sono imperfette poichè non fanno alcuna distinzione fra utenti richiedenti un carico squilibrato e gli altri che ne richiedono uno equilibrato, e ciò mentre, senza sorridere, si può dire che l'utente « squilibrato » è l'unico a non subire le conseguenze del suo « squilibrio ».

Infatti l'energia ch'egli rimanda a consumarsi un po' da per tutto non gli viene affatto misurata dalle attuali installazioni di misura, mentre al contrario, viene in parte segnata e quindi pagata senza alcun utile, dagli apparecchi installati presso gli utenti « equilibrati » come possono essere i possessori di soli motori.

In relazione a ciò si apre un'interessante campo di ulteriori perfezionamenti nella misura delle energie.

Facciamo inoltre osservare come dalle precedenti considerazioni scenda anche un fatto che a tutta prima può sembrare in contraddizione con le più comuni conoscenze. Quando ad una rete, avente una dissimetria nelle tensioni dovuta alla presenza in essa di un carico squilibrato, si allaccia, ad esempio un motore simmetrico; per la relativamente forte corrente inversa ch'esso assorbe può sembrare che la dissimetria debba accentuarsi. In realtà avviene il contrario. Infatti, riferendoci ancora all'esempio della fig. 50, se la corrente I_{a2} è nulla (motore staccato dalla rete) tutta la I_{12} generata dall'apparecchio squilibrante, si dirige verso l'alternatore, e la tensione inversa ($E_2' = -z_s I_2$), a pari valore di I_{12} , risulterà più grande di quando, inserendo il motore, la corrente, I_{12} viene suddivisa fra questo e l'alternatore.

Con ciò si vede come le macchine simmetriche, oltre che scaricare gli alternatori che alimentano le reti, di una parte delle correnti inverse e di una corrispondente parte dell'energia inversa, concorrono, appunto per questo, al mantenimento della simmetria delle tensioni sulle reti stesse.

Chiudendo la digressione e ritornando ancora alle espressioni (70) e (71), se il carico squilibrato è un carico monofase, ad esempio, fra le fasi b e c (a è sempre la principale, cioè quella alla quale si riferiscono tutte le grandezze, basta porre (§ 29):

$$\begin{aligned} z_{10} &= \frac{Z}{2} + z' \\ z_{11} &= z' \\ z_{12} &= z' \end{aligned}$$

ove Z (senza indici) è l'impedenza monofase e $\lim z' = \infty$ Risultata:

$$I_{11} = \frac{1}{Z + \frac{z_d Z_d}{z_d + Z_d} + \frac{z_s Z_s}{z_s + Z_s}} \frac{Z_d}{z_d + Z_d} E$$

$$I_{12} = -I_{11}$$

e immutate le altre espressioni.

38. Un carico simmetrico di impedenze Z_a e Z_s è alimentato attraverso una terna di trasformatori monofasi collegati a Δ/Δ . — In questo caso i sistemi di grandezze da considerare sono parecchi.

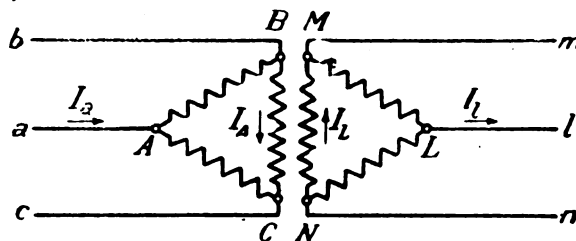


Fig. 51. — Correnti principali nelle varie parti di un gruppo di trasformatori collegati in Δ/Δ .

Chiamando (figura 51) A, B, C i tre morsetti primari ai quali giungono i fili a, b, c , del primario, L, M, N , i tre corri-

⁽²²⁾ The Measurement of Power in Polyphase Circuits. — Journal of A.I.E.E., marzo 1923, pag. 205.

spondenti morsetti secondari dai quali si staccano i fili l, m, n , abbiamo ordinatamente, risalendo dal carico alla linea, i seguenti sistemi di correnti:

sistema $S(I_l)$ delle correnti secondarie esterne
 » $S(I_L)$ » » » entro i trasformatori
 » $S(I_A)$ » » primarie » » »
 » $S(I_a)$ » » » nella linea alimentatrice,

i seguenti sistemi di tensioni:

sistemi $S(V_L)$ e $S(E_l)$ delle tensioni concatenate e di fase secondarie
 sistemi $S(V_A)$ e $S(E_a)$ delle tensioni concatenate e di fase primarie

e inoltre i sistemi: $S(K_A)$ dei rapporti teorici di trasformazione (cioè rapporti fra le spire) e $S(z_A)$ delle impedenze interne complessive primarie.

Queste due ultime grandezze sono quelle che per ogni trasformatore permettono di esprimere la tensione primaria in funzione di quella secondaria e della corrente primaria assorbita, trascurando però la corrente magnetizzante. Ad esempio per il trasformatore inserito fra i fili b e c si scriverebbe:

$$V_A = K_A V_L + z_A I_A.$$

Fra tutti i precedenti sistemi sussistono le relazioni:

$$\begin{aligned} S(E_l) &= S^1 Z_d I_{l1} + S^2 Z_s I_{l2} \\ S(V_A) &= S(K_A) \cdot S(V_L) + S(z_A) \cdot S(I_A) \\ S(I_A) &= S(I_L) : S(K_A) + S(I_A') \end{aligned} \quad (74)$$

oltre quelle ben note (§§ 17 e 19) che legano le tensioni concatenate alle corrispondenti di fase, e le correnti di linea con quelle di un triangolo. Il sistema $S(I_A')$ che abbiamo scritto nella terza delle equazioni (74) è quello delle correnti magnetizzanti, che in prima approssimazione potremo anche trascurare di fronte a $S(I_L)$: $S(I_A')$.

Passando a considerare le grandezze relative alle fasi principali, dalla prima delle (74) otteniamo:

$$E_{l1} = Z_d I_{l1} ; \quad E_{l2} = Z_s I_{l2}$$

e quindi (§ 19):

$$V_{L1} = -j\sqrt{3} E_{l1} = -j\sqrt{3} Z_d I_{l1} ; \quad V_{L2} = j\sqrt{3} E_{l2} = j\sqrt{3} Z_s I_{l2}$$

d'altra parte (§ 17) è:

$$I_{l1} = j\sqrt{3} I_{L1} ; \quad I_{l2} = -j\sqrt{3} I_{L2}$$

per cui:

$$V_{L1} = 3 Z_d I_{L1} ; \quad V_{L2} = 3 Z_s I_{L2} \quad (75)$$

Sviluppando la seconda delle (74) ed identificando come al solito i termini sotto la stessa sequenza otteniamo (si osservino sempre i secondi indici)

$$\begin{aligned} 0 &= K_{A2} V_{L1} + K_{A1} V_{L2} + z_{A0} I_{A0} + z_{A2} I_{A1} + z_{A1} I_{A2} \\ V_{A1} &= K_{A0} V_{L1} + K_{A2} V_{L2} + z_{A1} I_{A0} + z_{A0} I_{A1} + z_{A2} I_{A2} \\ V_{A2} &= K_{A1} V_{L1} + K_{A0} V_{L2} + z_{A2} I_{A0} + z_{A1} I_{A1} + z_{A0} I_{A2} \end{aligned} \quad (76)$$

Sostituendo in queste V_{L1} e V_{L2} le espressioni (75) ed eliminando poi I_{L1} e I_{L2} mediante le due relazioni:

$$\begin{aligned} I_{L1} &= K_{A0} I_{A1} + K_{A2} I_{A2} \\ I_{L2} &= K_{A1} I_{A1} + K_{A0} I_{A2} \end{aligned}$$

che si deducono dalla terza delle (74) trascurando $S(I_A')$, si ottiene un sistema fra le sole correnti primarie I_{A0}, I_{A1}, I_{A2} e le tensioni applicate alla terna di trasformatori.

Il sistema si presenta di laboriosa soluzione perchè abbiamo mantenuto al problema la massima generalità, cioè abbiamo supposto completamente disuguali i tre trasformatori, ma esso si riduce alquanto se, come sempre in pratica, sono almeno uguali i tre rapporti teorici di trasformazione. In tale caso $K_{A1} = K_{A2} = 0$; $K_{A0} = K$ ed il sistema risolvibile, sottointendendo il primo indice (uguale per tutti i termini ad A), diviene:

$$\begin{aligned} z_0 I_0 + z_2 I_1 + z_1 I_2 &= 0 \\ z_1 I_0 + (3 K^2 Z_d + z_0) I_1 + z_2 I_2 &= V_1 \\ z_2 I_0 + z_1 I_1 + (3 K^2 Z_s + z_0) I_2 &= V_2 \end{aligned} \quad (77)$$

che si risolve facilmente eliminando dapprima I_0 nelle seconde equazioni.

E' poi particolarmente interessante considerare il caso di alimentazione con due soli trasformatori (collegamento a V) che evidentemente è da considerarsi come un caso particolare del precedente.

Manchi per ipotesi il trasformatore fra i fili b e c e gli altri siano gemelli per cui è $z_B = z_C = z$. Allora ricordando il § 30 basterà porre nelle (77)

$$z_0 = z + z' ; \quad z_1 = z' ; \quad z_2 = z'$$

con $\lim. z' = \infty$.

Al limite il sistema (77) diviene (per maggior semplicità abbiamo supposto $K = 1$).

$$\begin{aligned} I_0 + I_1 + I_2 &= 0 \\ (3 Z_d + 2 z) I_1 + z I_2 &= V_1 \\ z I_1 + (3 Z_s + 2 z) I_2 &= V_2 \end{aligned}$$

(la prima equazione esprime la corrente I_A , cioè quella del lato in cui manca il trasformatore)

che risolto dà:

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{(3 Z_s + 2 z) V_1 - z V_2}{(3 Z_d + 2 z) (3 Z_s + 2 z) - z^2} \\ I_2 &= \frac{(3 Z_d + 2 z) V_2 - z V_1}{3 Z_d + 2 z (3 Z_s + 2 z) - z^2} \\ I_0 &= -(I_1 + I_2) \end{aligned}$$

Esaminando il caso in cui le tensioni primarie applicate siano simmetriche ($V_2 = 0$), risulta:

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{V_1}{3 Z_d + 2 z - \frac{z^2}{3 Z_s + 2 z}} \\ I_2 &= \frac{-z}{(3 Z_d + 2 z) (3 Z_s + 2 z) - z^2} V_1 = -\frac{z}{3 Z_s + 2 z} I_1 \\ I_0 &= -\frac{3 Z_s + z}{3 Z_s + 2 z} I_1 \end{aligned}$$

e pertanto le correnti in linea essendo date da:

$$I_{a1} = j\sqrt{3} I_{A1} \text{ e } I_{a2} = -j\sqrt{3} I_{A2} ; (I_{a0} = 0)$$

risulteranno squilibrate. Pure squilibrate risulteranno le correnti secondarie e ciò non ostante che le tensioni applicate al gruppo di trasformatori, siano simmetriche.

39. *Motore asincrono trifase alimentato con tensione monofase.* — Per completare questa parte mostriamo come le relazioni (64 bis) si prestino a studiare il funzionamento di un motore simmetrico anche nei casi limiti d'alimentazione.

Come esempio consideriamo il caso in cui il motore venga alimentato con una unica tensione V , cioè come monofase. La tensione V sia applicata fra i morsetti B e C e determinino il valore della corrente I assorbita.

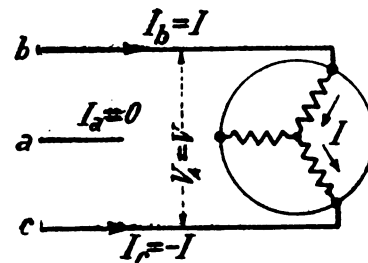


Fig. 52.

Immaginiamo (fig. 52) che V sia la tensione V_A di un circuito trifase collegato al motore soltanto coi fili b e c . Allora possiamo porre:

$$I_a = 0 ; \quad I_b = I ; \quad I_c = -I_b = -I$$

per cui è (§ 29):

$$I_{a1} = j \frac{I}{\sqrt{3}} \text{ e } I_{a2} = -j \frac{I}{\sqrt{3}} = -I_{a1} \quad (78)$$

D'altra parte dette V_{A1} e V_{A2} le tensioni concatenate diretta ed inversa del circuito trifase, è (§ 19)

$$V = V_A = V_{A1} + V_{A2} = -j\sqrt{3} E_{a1} + j\sqrt{3} E_{a2} = -j\sqrt{3} (E_{a1} - E_{a2})$$

ovè E_{a1} ed E_{a2} , sono le solite tensioni di fase. Queste, note le impedenze Z_d e Z_s del motore, sono legate alle correnti I_{a1} ed I_{a2} dalle relazioni:

$$E_{a1} = Z_d I_{a1} \quad ; \quad E_{a2} = Z_s I_{a2} = -Z_s I_{a1}$$

per cui possiamo scrivere:

$$V = -j\sqrt{3} (Z_d I_{a1} - Z_s I_{a2}) = -j\sqrt{3} (Z_d + Z_s) I_{a1}$$

e per le (78):

$$V = -j\sqrt{3} (Z_d + Z_s) \cdot j\frac{I}{\sqrt{3}} = (Z_d + Z_s) I$$

dalla quale infine si deduce:

$$I = \frac{V}{Z_d + Z_s} \quad (79)$$

Le impedenze Z_d e Z_s hanno un determinato valore per ogni scorrimento del motore, e quindi la corrente assorbita I varia con questo. Noto il valore di I si calcolano facilmente tutte le altre grandezze.

L'espressione (79) mette chiaramente in evidenza il fatto ben noto che un motore monofase equivale a due trifasi posti in serie, uno funzionante allo scorrimento s_1 (impedenza Z_d) e l'altro allo scorrimento $2 - s_1$ (impedenza Z_s).

(continua).

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sul limite di installabilità delle turbine Francis.

Riceviamo:

La trattazione dell'argomento vasta e recente ci avrebbe dispensato dal parlarne se un articolo del Prof. Belluzzo ⁽¹⁾ non ce ne avesse offerta l'occasione. La tendenza attuale e diremo subito giustificata, in fatto di installazione di turbine idrauliche è presto riassunta: Invasione graduale del campo riservato alla Pelton da parte delle Francis. Ma da questo alla preconizzata completa sostituzione, ricorrendo anche ai riduttori ad ingranaggi, nei casi non infrequenti in cui questi fossero necessari, c'è un salto che non vediamo come allo stato attuale della tecnica, od anche in una tecnica avvenire, escluse radicali innovazioni, si possa agevolmente fare.

Se è vero che in Francis normali si è arrivati a rendimenti massimi del 93 per cento ⁽²⁾ occorre però ricordare che si tratta di massimi ottenuti in casi favorevoli, cioè da una turbina verticale di forte potenza (28 000 kW) funzionante sotto 65 metri di caduta a 150 giri al minuto, e che non sono da aspettarsi simili rendimenti nella generalità dei casi nemmeno come massimo. Così ad es., per citare casi recenti ricordiamo le Francis installate nella centrale di Crego della Società Conti ⁽³⁾ le quali se non erriamo, hanno dato rendimenti inferiori a 0,85 alle prove ufficiali, e che pur sono stati accolti come soddisfacenti. Ricordiamo perchè ha interesse per la nostra tesi che si tratta di turbine ad asse orizzontale funzionanti sotto una caduta piuttosto elevata (m. 190). Andando oltre i 400 e 500 metri di salto saranno da attendersi dalle turbine Francis sia pur con elevato grado di reazione e perciò relativamente elevato numero di giri caratteristici, rendimenti superiori all'85 per cento? Non lo crediamo certamente, pur rinunciando come abbiamo detto a fare delle turbine lentissime; facendole cioè con un grado di reazione vicino a 0,5 per tenere l'angolo di entrata nella girante (β per molti trattatisti) maggiore o uguale a 90° e l'angolo α ⁽⁴⁾ il minimo possibile onde ridurre la velocità di uscita del distributore compatibilmente piccola per ovvie ragioni. Che β debba essere maggiore o tutt'al più uguale a 90° è anche evidente immaginando col Kaplan la girante non come un'insieme di

condotti distinti, ma come un condotto unico nel quale avviene cessione di energia alle pale. Che il dubbio suespresso sia fondato è evidente poi, pensando che anche con un grado di reazione 0,48 da tipi piuttosto veloci, perciò, si ha una velocità di uscita dal distributore.

$$V_e = 0,67 \sqrt{2gH}$$

abbastanza forte come vedesi se sono in giuoco alte cadute, ad es.: per 700 metri si ha $V_e = 75 \text{ m} \sim$ e a parte i fenomeni di corrosione sui quali ritorneremo dopo, si vede subito che la perdita per attrito nel distributore deve essere tutt'altro che lieve.

Un'altra ragione che avvalorava ancor più il nostro dubbio è quella delle perdite per fughe di acqua nell'interspazio tra girante e distributore, perdite che sono, come è noto, tanto maggiori quanto maggiore è il salto e delle quali è necessario occuparsi e preoccuparsi quando si parla di decine di atmosfere.

Sono state è vero, costruite in America Francis per alte cadute (che sappiamo noi non superiori ai 250 metri fino ad un anno fa) con tenute a laberinto che riducono tali perdite in misura abbastanza notevole (più precisamente le fughe sono ridotte circa a $\frac{1}{n}$ dove n è

il numero degli anelli della tenuta posti in modo da avere due laminazioni dell'acqua per ogni anello ⁽⁵⁾ ma si tratta come vedesi di complicazioni costruttive che accrescono con le altre noie il prezzo della turbina ⁽⁶⁾. E' inoltre importante notare per quanto diremo più avanti che tale perdita è costante alle varie aperture del distributore, e che perciò il rendimento ne è tanto più influenzato quanto più si è lontani del carico di massimo rendimento, la cui curva in funzione delle portate, in altre parole, viene ad essere meno appiattita, cosa che contrasta evidentemente con le esigenze di impianto non potendosi avere un carico costante.

Risulta da quanto abbiamo precedentemente detto che il rendimento di un gruppo per alta caduta quando debba essere interposto il riduttore ad ingranaggi per comandare il generatore onde ottenere la frequenza voluta (o anche senza interposto riduttore quando il salto è superiore ad un certo limite), è certo minore di quello di una Pelton che ben costruita e con un rapporto $\frac{D}{d}$ ⁽⁷⁾ piuttosto elevato è certamente di 0,85.

Un vantaggio delle Pelton che può assumere in generale molta importanza è quello di avere la caratteristica del rendimento assai più piatta di quella delle Francis specialmente per alta caduta. La cosa ha notevole valore perchè salvo casi speciali, il carico delle motrici di una centrale è assai variabile così che il rendimento massimo di una turbina significa poco. Occorre considerare invece il rendimento efficace relativo ad uno spazio di tempo ($t_2 - t_1$) definito nel seguente modo:

$$\eta_e = \frac{\int_{t_1}^{t_2} e(t) \eta(t) dt}{\int_{t_1}^{t_2} e(t) dt} \stackrel{(*)}{=} \frac{\text{energia erogata sull'asse in un tempo } (t_2 - t_1)}{\text{energia idraulica assorbita in un tempo } (t_2 - t_1)}$$

e che dipende come vedesi dal diagramma di carico della motrice. Può così darsi benissimo che anche una turbina di rendimento massimo superiore, dia un rendimento in energia minore dell'altra, a seconda delle variazioni del carico.

E' inoltre pacifico che con l'aumentare della potenza delle singole unità cresce in generale la necessità di variazione di carico.

La preconizzata completa sostituzione tende proprio ad ottenere soprattutto questo aumento di potenza delle unità, che è poi la tendenza venutaci già da tempo dall'America e che ha trovato subito larghe simpatie per i vantaggi che presenta, (quali ingombro minore, economia d'impianto, e maggior rendimento), specialmente nel caso frequentissimo di tipi ad asse verticale, i quali ultimi si sono dimostrati assai adatti per le grandi unità. Questo naturalmente finchè non si parli di riduttori ad ingranaggi perchè altrimenti la cosa cambia.

Non saranno infatti più possibili in tal caso motrici ad asse verticale; saranno necessari alternatori di tipo turbo, e perciò di maggior lunghezza e minor diametro, e spesso oltre un certo limite di caduta a seconda della portata, sarà necessario il riduttore. Per l'ingombro, in

⁽⁵⁾ Vedasi Power 16 agosto 1921, dettaglio turbina da Kw. 23.000 ~ funzionante sotto 207 metri di caduta, con tenuta a laberinto di 6 anelli.

⁽⁶⁾ Crediamo che dopo qualche tempo di funzionamento specialmente trattandosi di acque sabbiose, l'efficacia delle tenute a laberinto debba esser grandemente diminuita.

⁽⁷⁾ Dove D è il diametro medio della ruota, come è ben noto, e d il diametro del bocaglio.

⁽⁸⁾ Dove $e(t)$ rappresenta la funzione che indica il variare della potenza col tempo e $\eta(t)$ il corrispondente variare del rendimento pure col tempo.

⁽¹⁾ BELLUZZO: I gruppi generatori nelle centrali di domani. - Elettrotecnica, 1924, pag. 376.

⁽²⁾ GAMBARDELLA: Caratteristiche costruttive delle turbine idrauliche, Antonio Vallardi, Milano, 1923, pag. 34.

⁽³⁾ Costruite dalla S. A. Riva di Milano.

⁽⁴⁾ Indichiamo con α come usasi in generale dai trattatisti l'angolo di uscita dal distributore.

pianta non si sarà certo guadagnato, e pochissimo avremo guadagnato in altezza; il che ha meno importanza, e sarà inoltre un guadagno piuttosto irrisorio di fronte a quello che si potrebbe avere facendo economia di spazio nel progetto della centrale. E' poi noto che col crescere della potenza delle singole unità, diminuisce il numero di esse e perciò in generale quando questo numero fosse ridotto, come spesso accadrebbe, ad uno, occorrerebbe una riserva del 50 per cento; almeno che non si credesse opportuno farne completamente senza. Ma purtroppo per far questo tranquillamente, siamo ancora un po' troppo lontani dalla sperata rete unica ⁽⁹⁾ dalle Alpi alla Sicilia alimentata da tutte le centrali d'Italia in parallelo ⁽¹⁰⁾ e saranno ancor necessarie le riserve per ogni centrale, non essendo i guasti, che tengono ferme le macchine mesi e mesi così rari come si potrebbe credere ⁽¹¹⁾ e non certo meno necessarie di quanto lo saranno purtroppo, le centrali termiche d'integrazione, se vorremo sfruttare completamente l'energia idrica dei bacini imbriferi ⁽¹²⁾. Se teniamo conto della maggiore necessità, in molti casi della riserva, del costo maggiore dell'alternatore di tipo turbo, del costo del riduttore e di quello della sua installazione si vede subito che sparisce in un gran numero di casi anche la prevista grande economia che si avrebbe dal minor peso della Francis per alte cadute e delle discutibili sue economie d'installazione.

Accenneremo adesso di sfuggita agli altri lati del problema, che sono: maggior sorveglianza nel caso di Francis con riduttore per ragioni ovvie, maggiori le spese di esercizio, per la causa precedente, per l'aumentato consumo di lubrificanti, ecc., e perchè in caso di corrosione, occorre cambiare completamente la girante, di fronte al semplice ricambio delle palette a cucchiaino della Pelton, e così pure dicasi per il distributore.

Inoltre per quanto sicuri possano essere i riduttori saranno leggermente maggiori le probabilità di guasti.

Risulta da tutto quanto sopra che il limite massimo oltre cui non saranno installabili le Francis, è quello superando il quale occorrerebbe il riduttore ad ingranaggi per ottenere la frequenza voluta. Tale limite, è però, intendiamoci bene, un massimo dirò così teorico al quale non molto spesso si arriverà e se non in casi straordinariamente favorevoli ⁽¹³⁾.

E' così terminiamo queste brevi note con le quali crediamo aver dimostrato che quello delle alte ed altissime cadute è un campo al quale non tanto facilmente le Francis potranno aspirare, pur essendo giusto il loro predominio in quell'intervallo nel quale vi possa esser dubbio, tenendo presente ad ogni modo, che anche in tal caso, con acque sabbiose, è soluzione più economica la Pelton e che se il riduttore ad ingranaggi è giustificato, se pur non bene accetto, nel caso delle turbine a vapore (sono assai noti i vari tentativi di farne a meno), non lo è affatto nel campo delle turbine idrauliche, nemmeno volendosi occupare, ma non ne è il caso, di necessità belliche alle quali giustamente pochi desiderano pensare. ⁽¹⁴⁾

Ing. MARIO DANTI.

⁽⁹⁾ Vedi ad es. Righi - *Elettrotecnica* 1922, pag. 56.

⁽¹⁰⁾ Vedasi G. SEMENZA - Alcune considerazioni sul problema degli scambi di energia fra reti elettriche - *Elettrotecnica* 1924, pag. 309, dal quale apparisce anche che per gli americani il problema è più facile a risolversi per l'esistenza del ripartitore. Ricordiamo poi che il Semenza dice che gli scambi di energia tendono a diminuire.

⁽¹¹⁾ Vedasi MOTTA G. - Sulla funzione delle centrali termiche nella produzione di energia elettrica in Italia - *Industria* pag. 411, anno 1924. Dove sono elencate alcune sospensioni verificatesi in impianti idroelettrici. Nel 1923 ad es. ne sono elencate 9 che vanno da un minimo di 10 giorni a un massimo di 4 mesi, escluso il Gleno, che è tuttora fermo.

⁽¹²⁾ Vedi ancora *Industria*, pag. 409 e 410, anno 1924.

⁽¹³⁾ Quale ad es. quello di cui parla il Belluzzo nel suo articolo, in cui le generatrici abbiano la possibilità di funzionare da pompe.

⁽¹⁴⁾ Abbiamo creduto inutile soffermarci sul vantaggio attribuito dal professor Belluzzo alle turbine a reazione, di utilizzare completamente la caduta, perchè a parte la possibilità di poter utilizzare tutto il salto anche per le Pelton, con un po' di complicazione costruttiva, tale vantaggio per le alte cadute è trascurabile.

Abbonamenti per Laureandi Ingegneri

È aperto un abbonamento speciale all'*Elettrotecnica* per il 1925 (annata completa) al prezzo ridotto di L. 40 per gli studenti regolarmente iscritti all'ultimo anno della Scuola di Ingegneria del Regno.

Gli studenti che desiderano abbonarsi devono inviare cartolina vaglia all'Ufficio Centrale con una dichiarazione della Direzione o di un Professore della Scuola da cui risulti la loro qualità di Laureandi Ingegneri.

SUNTI E SOMMARI

ELETTROFISICA.

G. VALLE - **Fotografie di scariche elettriche con la colonna positiva in moto.** (N. Cimento - Nuova Serie - Anno I, N. 1, gennaio-aprile 1924, pag. 99).

In questa breve nota, l'A. conferma, con alcune fotografie, i risultati di una ricerca sperimentale, da lui esposta sin dal 1922 ⁽¹⁾, diretta a determinare la relazione esistente tra le scintille costituite da masse luminose in moto, e la forma di scarica con colonna positiva stratificata, che si osserva a pressioni più basse. Le fotografie sono eseguite mediante una macchinetta munita di un obiettivo per cinematografie Koristka, posta di fronte al tubo di scarica, (fissato con l'asse verticale) ad elettrodi filiformi e fasciato da un involucro di carta nera munito di due finestre, l'una che permette di osservare l'immagine della regione assiale della scarica, e l'altra, per mezzo di uno specchio prismatico, rotante con velocità costante, permette di osservare la regione intorno ad uno degli elettrodi. La scarica è alimentata con corrente alternata, trasformata ad alto potenziale da un rocchetto di induzione «Gorla».

Dalle fotografie e dalle osservazioni si ha un'idea completa delle modificazioni che subisce la scarica quando la pressione varia da qualche mm fino a 760 mm. Infatti si nota che: «Non appena fra due elettrodi, separati da un gas a pressione qualunque, ha avuto inizio una scarica elettrica e l'intensità della corrente, da essa trasportata, raggiunge un certo valore, comincia a svilupparsi, uscendo dall'anodo una colonna positiva che, raggiunta una certa estensione, se ne stacca, e prosegue il suo moto fino ad una certa distanza dal catodo, seguita spesso da altri elementi di colonna positiva sviluppatasi allo stesso modo. Le porzioni di colonna positiva che si staccano dall'anodo sono tanto più piccole quanto maggiore è la pressione e si muovono verso il catodo con tanta maggior velocità. A bassa pressione le porzioni di colonna positiva in moto sono stratificate, gli strati vanno addensandosi col crescere della pressione: a basse pressioni, il distacco della porzione di colonna positiva stratificata dall'anodo avviene solo quando il tubo è molto lungo, altrimenti si osserva il noto aspetto della scarica nei gas rarefatti dovuto a colonna positiva stratificata ferma. A pressione uguale o prossima a 760 mm la porzione di colonna positiva in moto velocissimo costituisce invece la «scintilla pilota» che precede la formazione dell'arco fra i due elettrodi.

Viene così stabilito uno stretto legame tra i vari fenomeni considerati in generale quali manifestazioni specifiche del grado di densità del gas: e cioè la colonna positiva stratificata che si verifica in ambienti molto rarefatti, le masse luminose in moto, osservate dal Righi a pressioni più elevate, e le scintille, che scoccano nell'aria in condizioni normali».

b. na.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

W. R. G. BAKER - **La stazione di radiodiffusione della General Electric Company a Schenectady.** (Proc. I. R. E., Vol. 11, N. 4, agosto 1923, pag. 339).

I trasmettitori radiotelefonici per la radiodiffusione in generale differiscono notevolmente dagli ordinari trasmettitori r. t. commerciali, poichè mentre questi ultimi devono soddisfare unicamente a condizioni disposte dal traffico e principalmente di carattere economico, i primi invece sono sottoposti a uno speciale e delicato servizio per il quale necessita che essi siano del tipo dei migliori apparecchi commerciali, non solo, ma devono anche essere dotati di dispositivi non necessari negli apparecchi ordinari. Infatti, ad esempio, mentre un trasmettitore radiotelefonico deve poter effettuare una buona trasmissione solo fra quei limiti di frequenza entro i quali è compresa la voce umana, un apparecchio per radiodiffusione deve invece essere capace di irradiare ugualmente bene tutta la gamma di frequenze che va dalla nota profonda dello strumento d'orchestra alla nota acutissima del flauto.

Un esame completo di tutti i problemi inerenti alla radiodiffusione ci porterebbe quindi oltre lo scopo di questa nota, ci limiteremo perciò ad esaminare le caratteristiche principali e che possano riassumersi nelle seguenti:

- 1) La stazione deve essere sempre pronta a funzionare in qualsiasi momento;
- 2) La continuità del servizio deve essere assicurata nel modo più assoluto;
- 3) La trasmissione deve essere nitidissima;
- 4) Il trasmettitore deve produrre una frequenza rigorosamente costante.

Premesse queste considerazioni vediamo come è costituita la stazione di radiodiffusione W. G. Y. della G. E. C. a Schenectady.

⁽¹⁾ G. VALLE: «Sulla relazione esistente fra i vari fenomeni delle scariche elettriche, che si manifestano a differenti pressioni», Trieste, 1922.

Anzitutto per ogni apparecchio vi è il suo corrispondente di riserva in modo da poter sempre garantire il servizio. L'impianto è suddiviso in tre parti. Vi è dapprima una sala di audizione o studio, contenente tutti i microfoni raccoglitori, che sono collegati per filo all'ufficio di controllo, ove alcuni operatori regolano la qualità e la quantità delle amplificazioni in modo da dare ai suoni la chiarezza e l'intensità volute. L'ufficio di controllo è, infine, collegato per filo all'edificio ove sono raccolti i modulatori e l'apparato trasmittente.

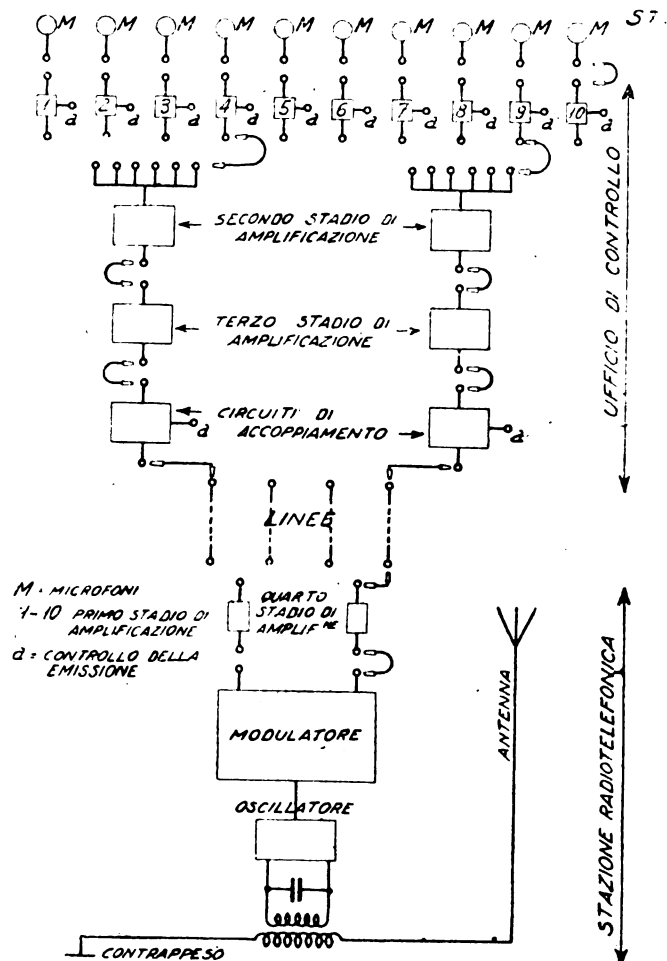


Fig. 1.

Lo schema generale dell'impianto risulta in definitiva quello della fig. 1.

L'antenna è multipla sintonizzata con due derivazioni a terra e munita di contrappeso.

Il trasmettitore è a tubi elettronici e comprende un circuito oscillante chiuso debolmente accoppiato con l'aereo, di modo che la frequenza è determinata principalmente dalle costanti del circuito chiuso. Come oscillatore viene impiegato un solo triodo.

La tensione anodica continua, per il triodo oscillatore e per i modulatori, è ottenuta rettificando corrente alternata mediante una batteria di diodi montata secondo lo schema della fig. 2. Con tale apparecchio si ottiene una tensione continua di 12000 volt e con fluttuazioni minori dell'1%.

Nell'ufficio di controllo, di cui abbiamo precedentemente parlato, come risulta dalla fig. 1, vi sono 10 distinti amplificatori microfonici che possono essere collegati ai vari microfoni raccoglitori situati nello studio o da un'altra località qualsiasi. Vi sono poi gli amplificatori del 2° e 3° stadio, il 4° stadio di amplificazione è posto nell'edificio del trasmettitore. Tutti i collegamenti fra questi apparecchi possono essere fatti con facilità mediante spine raccolte in un unico quadro, al quale fanno capo tutti i circuiti.

La parte forse più importante di tutta la stazione è l'apparecchio raccoglitore, che deve trasformare i vari servizi in una forma di energia che sia capace di influenzare le onde elettromagnetiche prodotte dal trasmettitore. Dalla bontà di questo apparecchio dipende infatti la più o meno perfetta riproduzione dei suoni e in conseguenza anche il risultato della radiodiffusione.

I tipi di microfoni oggi generalmente usati si possono dividere in quattro categorie: microfoni a carbone, magnetici, a condensatore e di tipi speciali.

Microfoni del primo tipo sono stati usati largamente e con successo a W. G. Y., ma in taluni casi, come per il pianoforte e per il grammofo, si sono dimostrati migliori i microfoni magnetici. In questo sistema una piastra risonante trasmette le vibrazioni a una spira ruotante che si muove in un campo magnetico molto intenso; per effetto del moto si inducono nella spira delle variazioni di potenziale che vanno ad agire sulla griglia dei triodi di un amplificatore del primo stadio. Con buon successo sono stati pure impiegati i micro-

foni a condensatore e poi un tipo speciale, il Pallofotofono, che utilizza le variazioni di resistenza, provocate in una cellula di selenio dalle oscillazioni di un raggio luminoso riflesso da uno specchietto, collegato ad una membrana vibrante. Questo apparecchio può anche essere impiegato per registrare e riprodurre la voce umana. Nel primo caso si sostituisce al selenio una ordinaria pellicola fotografica, nel secondo il raggio di luce che deve agire sulla cellula di selenio, si fa passare attraverso la pellicola impressionata nel modo anzidetto.

Nella stazione di Schenectady è stata studiata anche la possibilità di effettuare la radiodiffusione di discorsi e conferenze che si svolgono fuori dello studio della stazione stessa e particolarmente del servizio religioso, cosa che si rendeva più complicata per il fatto che generalmente ogni domenica viene usata una chiesa differente. Non si ricorre perciò ad alcuna sistemazione fissa e quindi volta per volta si sistemava nella chiesa i microfoni in vari punti. I microfoni sono collegati ad una cassetta portatile di controllo e da questa si procede per filo fino all'ufficio di controllo della stazione. In questo caso però, come quando si tratta di operare in località lontane, è generalmente necessario aumentare il numero degli amplificatori in circuito.

Un'altra cosa importantissima e che influisce molto sui risultati è la posizione relativa dei microfoni e degli artisti, come pure la determinazione del numero dei microfoni da far funzionare, quando più artisti agiscono contemporaneamente. Tutti questi elementi vengono determinati sperimentalmente e permettono di formare in breve tempo un direttore di scena pratico e capace di disporre tutto nel modo migliore. Ai microfoni si è preferito dare posizioni fisse facendo assumere volta per volta agli artisti le posizioni più appropriate, e regolando poi opportunamente il numero e la qualità delle amplificazioni nell'ufficio di controllo.

Descritto così sommariamente l'impianto, vediamo ora come viene svolto praticamente il servizio. Mezz'ora prima di dare inizio allo svolgimento di un qualsiasi programma, tutto il personale viene mandato a posto. Si procede allora ad una rapida verifica e prova delle linee, delle batterie, dei modulatori e del trasmettitore sopra un'antenna artificiale e si completa la regolazione degli apparati. Quando tutto è pronto ne viene dato avviso all'ufficio di controllo e allo studio, dove frattanto sono state pure eseguite le verifiche e regolazioni necessarie e gli artisti sono stati messi nelle posizioni più opportune. Quando tutti gli artisti sono a posto, il direttore di scena avverte l'ufficio di controllo e da là viene allora automaticamente commutato il trasmettitore dall'antenna artificiale a quella reale. Se tutto va bene e quindi l'antenna comincia subito ad irradiare energia, si accende automaticamente un lampadino nell'ufficio di controllo e nello studio ed allora viene dato regolare inizio allo svolgimento del programma. Qualora la posizione relativa dei microfoni e degli artisti non sia corretta, nell'ufficio di controllo si cerca di apportare le correzioni necessarie variando opportunamente le condizioni e gli aggruppamenti degli amplificatori, ma se questo non è possibile, viene segnalato allo studio l'errore e la sua natura per poterlo subito correggere.

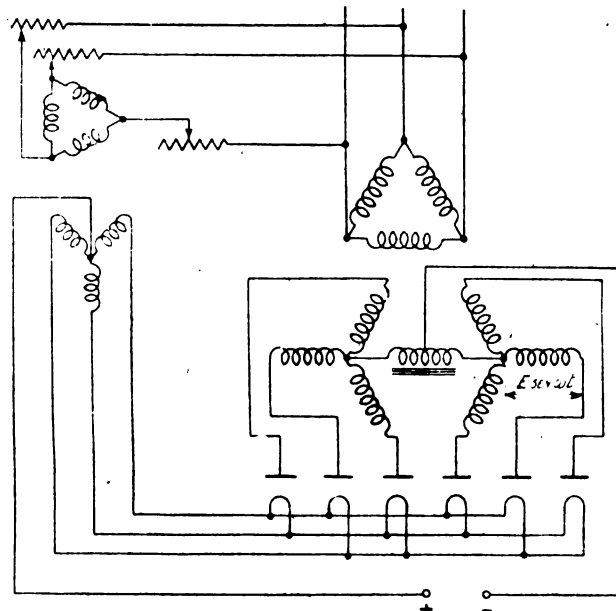


Fig. 2.

Concludendo può dirsi che la stazione di Schenectady è riuscita a dare una pratica risoluzione del problema della radiodiffusione. Della sua portata ben poco si può dire, perchè per la natura stessa del suo servizio questo termine viene ad assumere un significato assai indefinito, però la totalità o notevoli parti dei programmi svolti sono state sentite a distanze grandi. Per quello che ci riserva l'avvenire in questo campo si può affermare sicuramente che si faranno notevoli progressi, ma bisogna ricordare che considerevoli capitali sono stati investiti in imprese di questo genere e che migliaia di apparati ricevitori per questo scopo sono stati venduti, conviene quindi riflettere attentamente prima di apportare delle modifiche che renderebbero antiquati tutti questi materiali e che in conseguenza importerebbero un onere considerevole.

CRONACA

ASSOCIAZIONI, CONGRESSI, ECC.

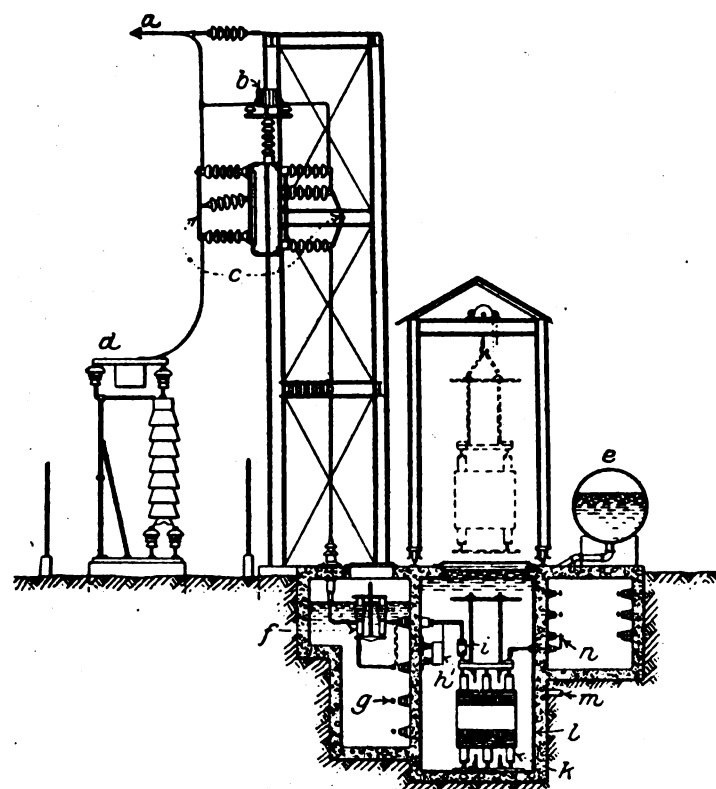
Congresso della Société Française des Electriciens. — La Société Française des Electriciens riunisce a Congresso i suoi soci dal 26 al 31 dicembre, dedicando le varie giornate di discussione a diversi rami dell'elettrotecnica: produzione ed utilizzazione meccanica; illuminazione; elettrochimica, elettrometallurgia, pile, accumulatori; linee, distribuzione; telegrafia e telefonia; ricerche fisiche, apparecchi di misura.

I numerosi rapporti presentati, dei quali taluni trattano argomenti lungamente dibattuti fra i tecnici ed altri argomenti di caratteristica importanza, non mancheranno di suscitare discussioni efficaci.

t. a.

IMPIANTI.

Stazioni di trasformazione dell'avvenire. — Allo scopo di eliminare i passanti sull'alta tensione, di porre in migliori condizioni i riduttori di corrente e tensione, che causano tanti disturbi e richiedono notevole spazio nei quadri, e di eliminare le pesanti incastellature per gli interruttori, M. M. Samuels propone ⁽¹⁾ di porre tutte queste parti del quadro ad alta tensione assieme al trasformatore in un recipiente unico pieno d'olio, come schizza in figura.



- | | |
|--------------------------------|-----------------------------|
| a = Linea | h = Riduttori di tensione |
| b = Bobine di reattanza | i = Riduttori di corrente |
| c = Separatore | k = Trasformatore |
| d = Scaricatore | l = Rivestimento in lamiera |
| e = Serbatoio olio | m = Tubatura olio |
| f = Interruttore alta tensione | n = Sbarre bassa tensione |
| g = Sbarre alta tensione | |

Questo cassone può, secondo le necessità, essere totalmente o parzialmente affondato nel terreno. Si può in esso separare lo spazio dei trasformatori da quello degli interruttori dato il pericolo che, pel trasformatore, può rappresentare la carbonizzazione dell'olio per le interruzioni. Se questo timore fosse infondato si potrebbe eliminare la parete suddivisoria con maggiore economia di spazio.

L'A. prevede che una simile disposizione sarà adottabile nelle future stazioni ad alta tensione per la notevole economia realizzabile e la maggior tranquillità di servizio.

t. a.

ELETTROFISICA.

Recenti studi sui disturbi atmosferici nelle radiocomunicazioni Sc. Abs. Sect. B, Novembre 1923, Vol. 26, pagg. 558 e 559). — Sulle coste del Regno Unito sei stazioni radiotelegrafiche terrestri dell'Ammiragliato hanno raccolto, per mezzo dell'apparato Bellini-

Tosi, gli elementi sperimentali necessari a una indagine statistica su ben 13.000 osservazioni intese a determinare la direzione di massima intensità dei disturbi atmosferici. Il risultato più importante, che si può desumere da codeste osservazioni, è che la direzione media di arrivo degli intrusi giace, per l'Inghilterra, intorno al rombo 140°, vale a dire quasi sulla direzione di Sud-est. Una memoria illustrativa della statistica analizza le variazioni alle quali è soggetta codesta direzione nella notte e nel giorno, in estate ed in inverno, ecc. nonché la distribuzione dei risultati intorno alla direzione media.

La Stazione del Radio Research Board di Aldershot ha fatto, sempre sull'interessante argomento degli'intrusi, indagini sperimentali per delineare, coll'aiuto di un oscillografo a raggi catodici, la forma delle oscillazioni dovute agli'intrusi stessi, raccolti da un'antenna fortemente aperiodica. La luminescenza dello schermo permise di tracciare a mano i diagrammi di 600 di codeste oscillazioni e di riprodurre un certo numero di forme tipiche. Circa una metà di esse erano quasi periodiche ed avevano in generale un periodo completo intorno ai 2000 microsecondi, possedendo una intensità di campo di 0,13 V per metro. Gli intrusi aperiodici presentavano per lo più una durata che si aggirava sui 1250 microsecondi egualmente ripartiti per la fase crescente e la fase decrescente, ma alcune volte raggiunsero i 0,025 secondi, mentre il loro campo medio risultava anch'esso in media di circa 0,13 V per metro. Quasi il 90 % degli intrusi studiati avevano direzione tale da determinare un movimento di elettricità negativa dall'antenna verso la terra. In molti casi furono osservate armoniche di alta frequenza aventi ampiezza del 10 % di quella delle oscillazioni fondamentali e lunghezze d'onda dai 10.000 ai 100.000 m.

Anche la verifica della simultaneità di percezione degli'intrusi ha formato oggetto di osservazioni. Fino a poco tempo fa esse erano state eseguite sopra una distanza di 300 km (Berlino-Strelitz-Amburgo), ma recentemente codesta distanza venne portata a 500 km (Strelitz-Grafelfing presso Monaco) sperimentando su un'onda di 15.000 m. Si è constatato che la simultaneità si verificava per il 98 per cento degli'intrusi. Ultimamente poi, esperimenti eseguiti fra Strelitz ed una stazione della Radio Corporation a Long Island (Stati Uniti), distanti fra di loro 6400 km avrebbero dimostrato che la maggior parte degli'intrusi atmosferici si odono simultaneamente nei due continenti. Le registrazioni di codeste osservazioni venivano controllate coi segnali orari emessi dalla Stazione Radio di Lyone.

A Me.

ESPOSIZIONI, ECC.

Esposizione internazionale del carbone bianco. — Avrà luogo da maggio ad ottobre 1925 a Grenoble una Esposizione internazionale del carbone bianco e del turismo, cogli scopi, per quanto concerne il carbone bianco, di mettere in evidenza i recenti progressi riguardo alla produzione e distribuzione dell'energia elettrica, le applicazioni dell'elettricità, di valutare quanto rimane ancora da fare, e stimolare così la realizzazione di nuovi progetti.

Il Comitato mette a disposizione un padiglione dell'energia per gli espositori francesi di equipaggiamento idraulico, di impianti di generazione e trasmissione e utilizzazione in posto; un padiglione riservato alle utilizzazioni dell'energia, compresa la trazione e gli apparecchi elettro-medicali; una casa d'abitazione e una fattoria modello per la dimostrazione delle applicazioni domestiche e dell'industria agricola dell'energia elettrica.

Nel reparto turistico sarà pure riservato alle Compagnie Ferrovie uno stand per esposizione locomotori elettrici.

Ampli padiglioni sono specialmente riservati agli espositori stranieri. Le varie Nazioni potranno pure costruire padiglioni nazionali per i propri espositori, su terreno che il Comitato mette gratuitamente a disposizione, coll'obbligo di cederli ad esposizione ultimata il padiglione.

L'esposizione comprenderà anche un salone per congressi e riunioni, ed inoltre un reparto divertimenti, fra cui un teatro-cinematografo dove saranno presentate films dimostrative dello sfruttamento del carbone bianco.

t. a.



**Associazione
Elettrotecnica Italiana**

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Personalia

Il Presidente della Sezione Sarda, Ing. Comm. Giulio Dolcetta, Amministratore Delegato delle Imprese Idrauliche ed Elettriche del Tirso e della Società Elettrica Sarda, è stato nominato Grande Ufficiale della Corona d'Italia.

⁽¹⁾ El. World, 1923, pag. 1265.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

E GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La Riunione di Spezia e la Commissione internazionale dell'Illuminazione.

Il continuo affluire di nuovi lavori ed il desiderio di non ritardare troppo la loro pubblicazione ci hanno costretto a sospendere quella delle memorie presentate al Congresso di Spezia che non erano giunte in tempo per la pubblicazione preventiva. Oggi però possiamo riprendere il passo e diamo il testo di una breve nota con la quale il Dr. FAUCONNIER descrive un nuovo tipo di tubo per la produzione dei raggi «X» il quale sembra presentare qualche notevole progresso rispetto a quanto si aveva finora a disposizione, soprattutto nei riguardi della difesa di chi deve fare uso dell'apparecchio. Dopo il vero martirologio dei primi sperimentatori, tutti i costruttori si preoccuparono di evitare, con diversi accorgimenti, che i raggi X colpissero ciò che non doveva essere colpito; ma il tubo descritto dall'Autore sembra possa meglio degli altri dirigere e localizzare l'azione delle benefiche e malefiche radiazioni.

Come ci eravamo proposti nel dettare, subito dopo Spezia, la cronaca delle riuscitissima riunione, ritorniamo oggi più ampiamente sulla piccola esposizione che era stata predisposta nella sede del Congresso. Si è trattato, per quest'anno, di un modesto tentativo; ma la sua felice riuscita ha reso palese la opportunità di abbinare ai lavori del Congresso una mostra di apparecchi attinenti al tema del Congresso medesimo.

*

I problemi dell'illuminazione, della cui importanza va sempre più diffondendosi la coscienza, furono trattati anche internazionalmente lo scorso estate, a Ginevra nella 6ª riunione della Commissione internazionale dell'illuminazione, che come è noto è un ente in un certo senso parallelo alla Commissione elettrotecnica internazionale. Abbiamo altre volte ricordate le varie vicende del Comitato italiano dell'illuminazione, organo nazionale della Commissione, il quale da poco ricostituendosi su nuove basi ha potuto efficacemente contribuire ai lavori della riunione internazionale. Quantunque il Prof. Bordoni, presidente del Comitato italiano, non abbia potuto, proprio all'ultimo momento, recarsi a Ginevra, l'Italia fu efficacemente rappresentata dagli Ingg. Böhm e G. Semenza. Essi presentarono, fra l'altro, gli studi del Bordoni sull'abbagliamento ed il vocabolario italiano dell'illuminazione, che i nostri lettori già conoscono e che fu assai apprezzato dai delegati stranieri. Pubblichiamo più avanti la relazione della riunione di Ginevra stesa dall'Ing. BÖHM.

Sviluppo e limiti delle interconnessioni.

Su questo tema l'Ing. NORSIA ha presentato alla World Power Conference, il rapporto che pubblichiamo più avanti, il quale riassume e completa altri lavori dell'Autore e per quanto diretto essenzialmente agli stranieri, riuscirà senza dubbio interessante anche per i nostri lettori, i quali vedranno dalle relazioni già pubblicate e dalle altre che seguiranno, come il nostro Paese abbia degnamente contribuito alla Conferenza mondiale.

LA REDAZIONE.

UN NUOVO TUBO A RAGGI X, AUTO-PROTETTORE

Dr. FAUCONNIER

Comunicazione alla XXIX Riunione Annuale dell'A. E. I.
Spezia - Settembre 1924

I tubi attuali per la produzione di Raggi X presentano sempre in mezzo all'ampolla un anticatodo a superficie di irradiazione obliqua simile a quella creata dal Röntgen stesso per dimostrare che l'irradiazione aumenta intercettando gli elettroni su di una placca di platino in luogo di lasciarli cadere sul vetro dell'ampolla.

Questo anticatodo a superficie obliqua resta sempre la sorgente dei Raggi X e ciò porta degli inconvenienti: il tubo è molto fragile; il vetro della ampolla stessa diviene conduttore ad alta temperatura; le pareti del tubo si caricano elettrostaticamente e questa carica, così nociva per la scarica, impedisce fra l'altro di avvicinare troppo il tubo al corpo del paziente. Ma vi è un altro difetto ancora più grave: i Raggi X emessi dal tubo non vanno solamente là dove è necessario, ma vengono emessi in tutte le direzioni e l'esperienza ha, disgraziatamente, troppo spesso e troppo crudelmente dimostrato che è eccessivamente difficile una protezione radicale.

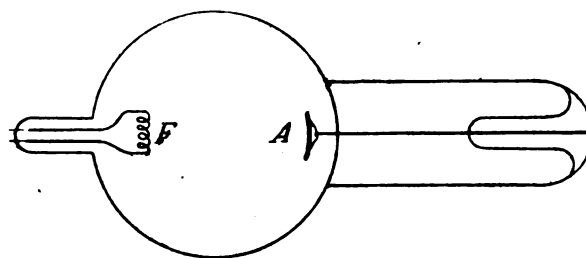


Fig. 1.

Gli sforzi delle Officine Philips si sono rivolti alla ricerca di questa soluzione e pare siano stati coronati da successo.

Il tubo Philips-Metdix infatti, riposa sui seguenti principi:

Se un filamento incandescente F possiede rispetto al recipiente metallico un potenziale positivo sufficiente, nessun elettrone sfuggerà dal filamento sul recipiente, ma se in questo si trova un elettrodo A a potenziale positivo sufficientemente elevato, esso attirerà gli elettroni del filamento i quali lasceranno il filamento stesso F con una velocità piccolissima (corrispondente a qualche decina di volt), così che quando la differenza di potenziale fra F ed A raggiungerà le migliaia di volt, la velocità con la quale gli elettroni urteranno l'elettrodo A sarà determinata solamente da questa differenza di potenziale. Infatti la velocità v degli elettroni e la differenza di potenziale V tra F ed A soddisfano alla relazione

$$\frac{1}{2} m v^2 = e V$$

dove m ed e rappresentano rispettivamente la massa e la carica dell'elettrone.

E poichè d'altra parte la frequenza massima ν dei Raggi

X prodotti dipende unicamente dalla differenza di potenziale V secondo la relazione Einstein:

$$eV = h\nu_0$$

sarà possibile produrre sull'elettrodo A dei Raggi X di data frequenza massima, cioè di lunghezza d'onda minima determinata.

Il problema si riduce allora solo alla possibilità di disperdere abbastanza rapidamente l'energia fornita all'elettrodo A sotto forma di calore e della quale solo una millesima parte è trasformata in Raggi X, a provvedere ad un sufficiente isolamento ed a munire il recipiente metallico di un opportuno foro di uscita dei Raggi X.

E' soprattutto grazie al fatto che si è riusciti a trovare un metallo perfettamente impermeabile che può saldarsi al vetro, che questa realizzazione è stata possibile.

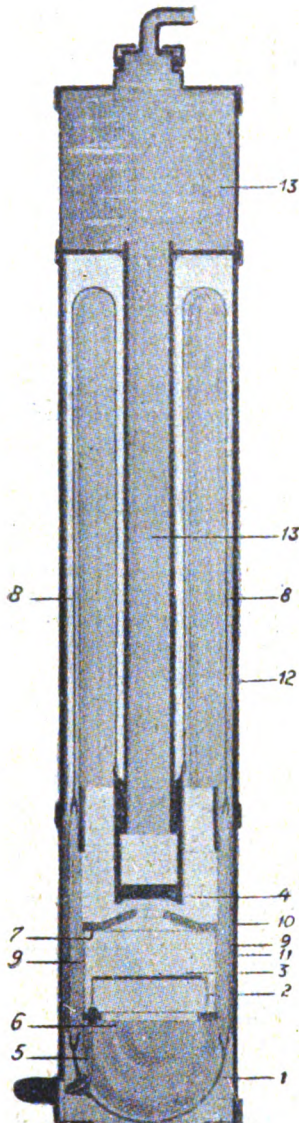


Fig. 2.

In questo tubo (Philips-Metalix) il catodo è formato da un filamento incandescente montato sui due poli 2 e 5 di cui uno, il 2, realizzato elettricamente mediante l'anello di ferro al cromo 6, mentre l'altro, 5, traversa questo anello metallico 6 dal quale è isolato, e viene saldato per fusione nel cappello di vetro 1. E' da notarsi che il filamento incandescente non è reso positivo rispetto al recipiente metallico come dovrebbe essere per il principio su enunciato, e ciò perchè l'esperienza insegna che solo una piccola parte della corrente si trasporta sulla parete metallica quando questa è collegata ad un polo del filamento. Lo spazio nel quale si trova il filamento incandescente, che noi chiamiamo «spazio catodico», è limitato dalle pareti cilindriche di ferro al cromo: si hanno solo due aperture nelle placche 6 e 7. L'apertura della placca 6 diaframma il passaggio dei Raggi X mentre davanti l'apertura della placca 7 si trova l'anticatodo 4 che è isolato dal recipiente metallico 9 dai tubi in vetro 8. Lo specchio di tungsteno 4 dell'anticatodo non si trova che a qualche millimetro dall'apertura 7.

Le dimensioni dell'apertura della placca 7 sono scelte in tal maniera che il campo positivo dell'anticatodo agisca sufficientemente per attirare gli elettroni dello spazio catodico. Si è curato inoltre a che tutti gli elettroni vengano proiettati nel mezzo dello specchio di tungsteno dell'anticatodo 4 così che il punto bombardato sia ridotto e preciso.

La forma del filamento primitivamente rettilinea è stata in seguito modificata e nell'ultimo modello essa è circolare.

I Raggi X prodotti sfuggono dalla finestra in vetro 1; questi raggi formano dunque un fascio conico limitato dal diaframma 6 il cui asse è quello del cilindro ed il vertice è il punto bombardato.

Al di fuori di questo fascio non sfugge praticamente alcun raggio poichè l'involucro cilindrico formante le pareti 9, 10 e 11 rispettivamente di ferro al cromo, piombo e rame, è stato scelto in maniera tale che solo un valore inferiore alla milionesima parte dei più intensivi raggi dello spettro che lo raggiungono può attraversarla.

Il raffreddamento dell'anticatodo può effettuarsi sia ad acqua, 13, sia con radiatore ad alette. Per evitare però il movimento del tubo dovuto all'acqua bollente sotto forti cariche, è stato adottato un refrigerante ad acqua speciale: esso consiste nel porre in un tubo di rame completamente stagno fissato convenientemente all'anticatodo, qualche centilitro di acqua distillata sotto un vuoto corrispondente ad una pressione di qualche millimetro di mercurio. Anche questo tubo in rame è parzialmente raffreddato nella sua parte superiore da un bacino di acqua. La pressione del vapore d'acqua racchiuso nel tubo non può elevarsi che di pochissimo al di sopra dell'atmosfera.

Da ciò che precede risulta chiaramente che, oltre alle proprietà degli ordinari tubi a Raggi X a catodo incandescente questo nuovo tubo presenta le proprietà di un fascio di Raggi X proiettato in unica direzione, quella dell'asse del cilindro, e di una protezione radicale dello operatore, per cui è sufficiente una semplice pinza per il montaggio del tubo sul carrello porta ampolla. Diviene dunque inutile l'uso di schermi protettivi.

Ai vantaggi precedenti occorre aggiungere il miglior rendimento del tubo, cioè, con una corrente di eguale intensità e tensione, si ha una maggiore intensità di Raggi X e ciò per le seguenti ragioni:

1) L'intensità dei raggi in direzione perpendicolare all'anticatodo è sempre un po' superiore a quella dei raggi formanti un angolo per esempio di 60° con la normale;

2) Tutte le ineguaglianze e rugosità dello specchio anticatodico non hanno più la nociva influenza che hanno nei tubi ad irradiazione obliqua in cui i raggi vengono in parte assorbiti da tali rugosità;

3) In ogni periodo di corrente alternata la corrente che traversa il tubo Metalix non raggiunge un alto valore che quando la tensione è prossima al suo massimo, così che per le basse tensioni si ha un consumo di energia minore.

Si ha infine la possibilità di collegare la parte catodica del tubo alla terra quando si funziona con trasformatore avente un punto a terra; il tubo può portarsi a piccolissima distanza dalla parte da radiografare, e ciò ha una importanza speciale particolarmente per la radiografia di corpi di piccolissime dimensioni, per esempio dei denti.

Se il focolare è sufficientemente circoscritto, si può dunque operare a distanza brevissima, ciò che, per la stessa chiarezza dell'immagine, richiede un minor consumo di energia.

Per ora i laboratori della Officina costruttrice hanno studiato due tubi per radiografia, l'uno per operazioni dentistiche può funzionare con tensione effettiva di 15.000 volt ed ammettere 15 milliampere durante 20 secondi; l'altro ammette 70.000 volt effettivi e 50 ampere.

E' in istudio un tubo per terapia profonda che potrà forse giungere a 200.000 volt e più.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimensile che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 800 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

UTILIZZAZIONE DELLE FORZE IDRAULICHE DEI TORRENTI DIVERIA E CAIRASCA

(Continuazione e fine, v. N. 34, pag. 946)

Vasca di carico.

E' situata poco sotto l'abitato della frazione Pianezze, e consta di due camere alte m. 6,50, lunghe m. 8 e larghe m. 5 ciascuna. (figure 26 e 29).

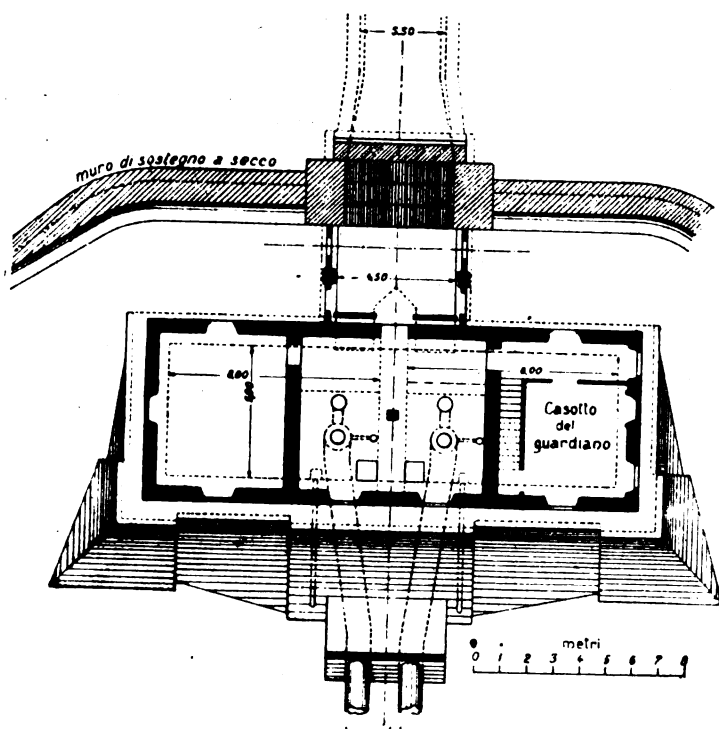


Fig. 26. — Planimetria della vasca di carico.

In esse sono installate le valvole automatiche di presa della condotta forzata, e le piccole saracinesche per gli scarichi di fondo delle camere medesime.

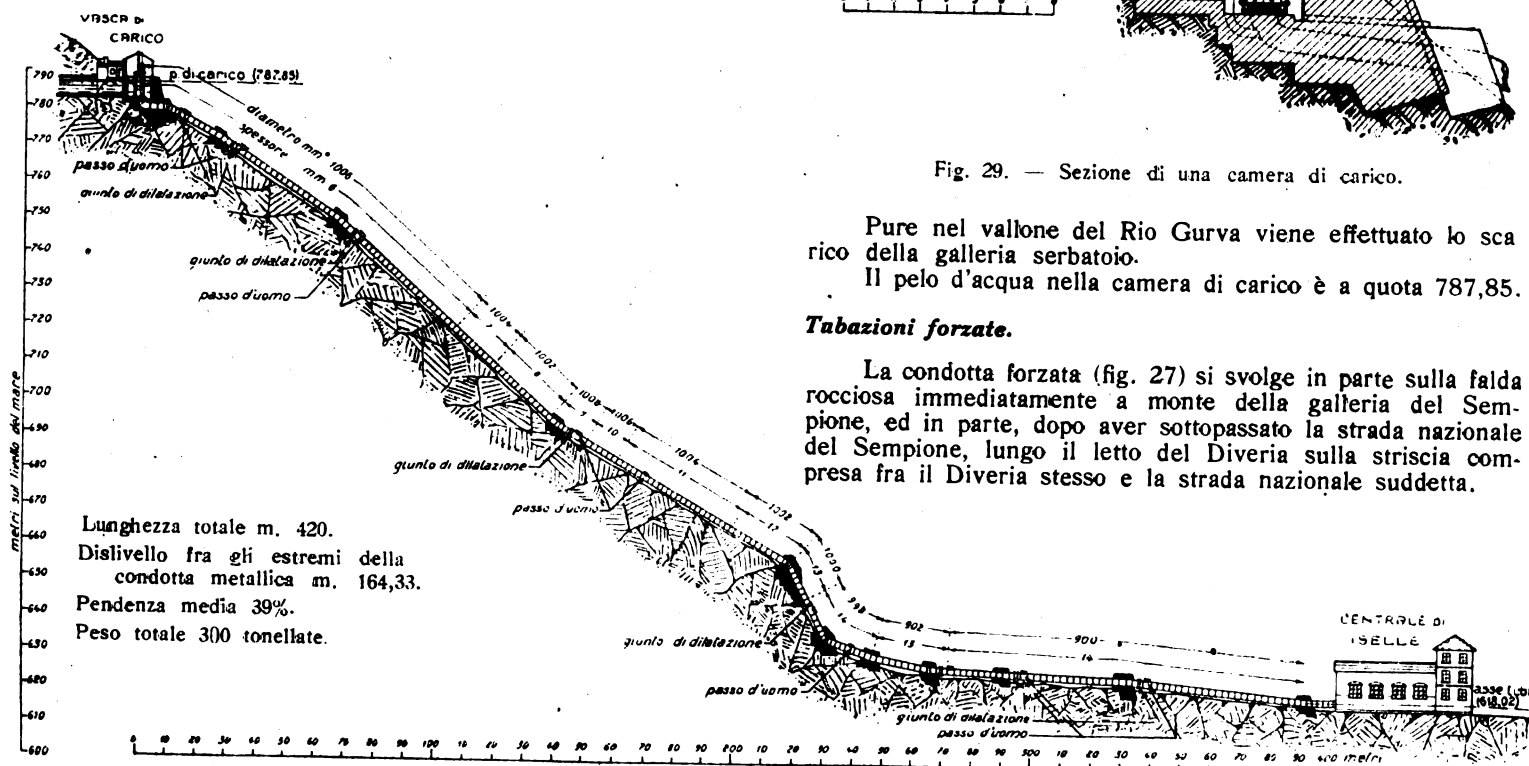


Fig. 27. — Profilo della condotta forzata.

La camera di carico è coperta e ad essa è annessa una casetta di abitazione per il guardiano.

E' da notare che lo sfioratore di troppo pieno, non potendo essere costruito, per ragioni topografiche, in vicinanza

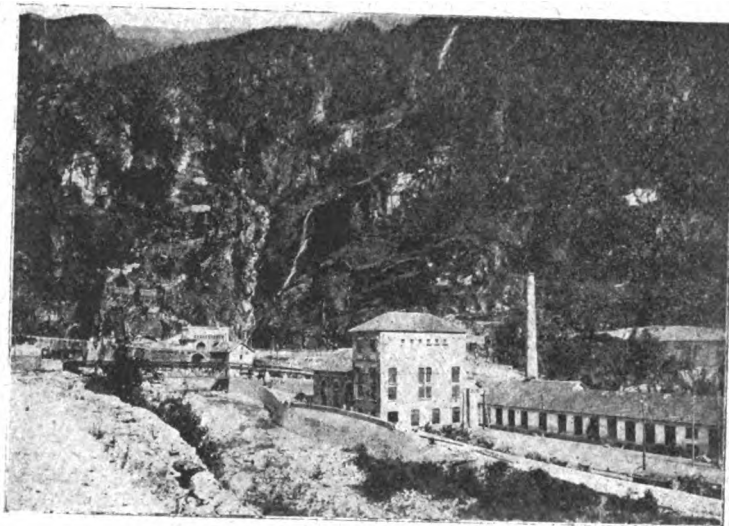


Fig. 28. — La Centrale di Iselle nel 1918.

della vasca di carico, è stato ricavato a monte della galleria serbatoio, come si è già descritto, sulla destra del Rio Gurva fra le pregressive 3585 e 3615. Tale sfioratore è capace di smaltire l'intera portata di 5500 litri, con una lama stramaz-zante della lunghezza di 30 m. e alta 22 cm. circa.

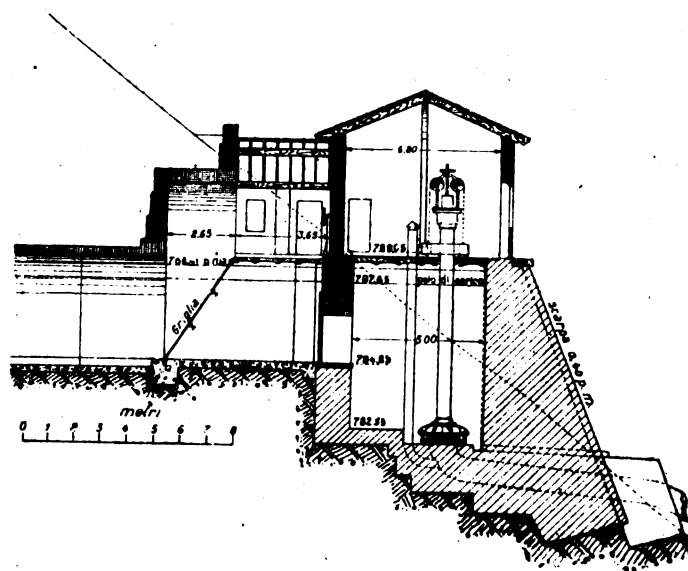


Fig. 29. — Sezione di una camera di carico.

Pure nel vallone del Rio Gurva viene effettuato lo scarico della galleria serbatoio.

Il pelo d'acqua nella camera di carico è a quota 787,85.

Tabazioni forzate.

La condotta forzata (fig. 27) si svolge in parte sulla falda rocciosa immediatamente a monte della galleria del Sempione, ed in parte, dopo aver sottopassato la strada nazionale del Sempione, lungo il letto del Diveria sulla striscia compresa fra il Diveria stesso e la strada nazionale suddetta.

Essa è costituita da due tubazioni in lamiera chiodata, fornite dalla Società Nathan Ubaldi di Milano, del diametro interno variabile da mm. 1006 a mm. 900 e dello spessore pure variabile da 6 a 14 mm.

Le principali caratteristiche delle tubazioni risultano dal profilo della fig. 27. La lunghezza totale è di m. 420 ed il dislivello superato è di m. 171,75, fra la quota 787,85 del pelo di massimo carico e la quota 616,10 del pelo d'acqua sotto i motori.

La velocità massima dell'acqua nei tubi, in corrispondenza alla portata massima di 5500 litri/s., è di m. 4,30: la perdita di carico in tali condizioni è di circa m. 10.

La presa dell'acqua nella camera di carico viene effettuata mediante una valvola speciale che si chiude automaticamente quando la velocità dell'acqua oltrepassa un certo valore. La fig. 30 rappresenta una sezione della valvola ed illustra il suo funzionamento.

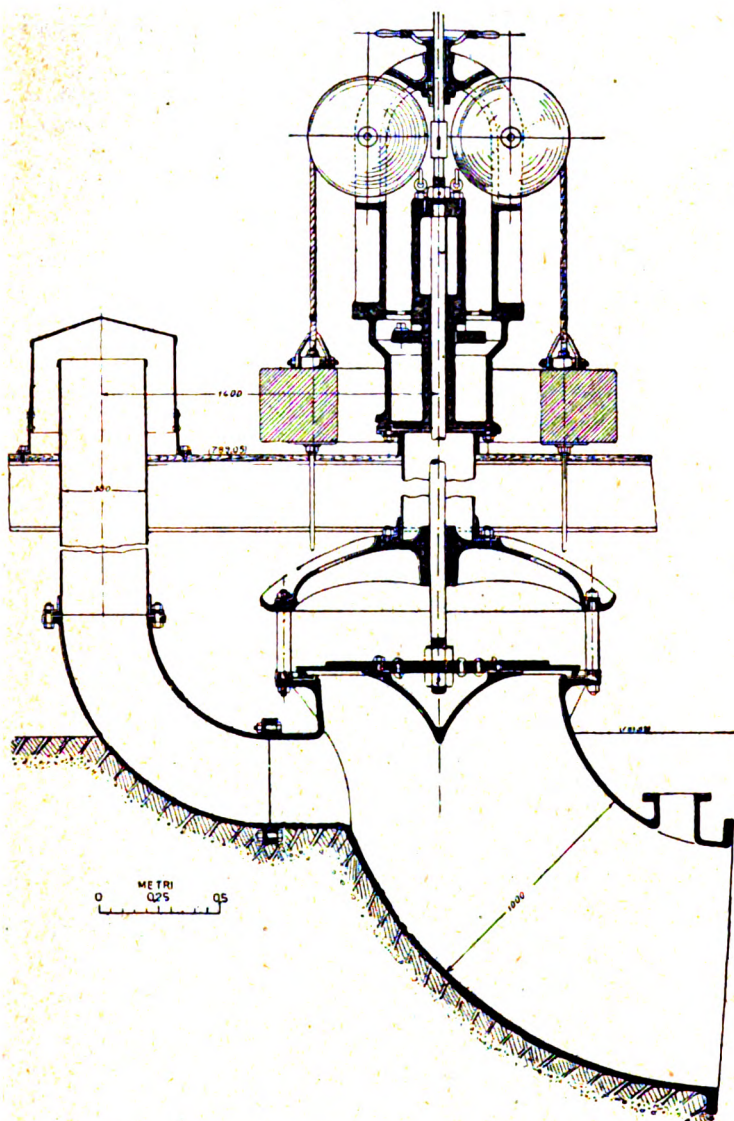


Fig. 30. — Valvola automatica all'inizio della condotta forzata.

La valvola è costituita principalmente da un piatto di lamiera orizzontale del diametro di 1200 mm. solidale con una asta di comando la quale si muove in un tubo di lamiera verticale ed è guidata alle due estremità.

Il piatto è sollecitato a scendere, oltrechè dal peso del sistema mobile, dalla pressione corrispondente alla perdita di carico relativa alla velocità d'ingresso dell'acqua nella condotta, ed è tenuto sollevato da un contrappeso regolabile che esercita la sua azione sul piatto per mezzo di due funi avvolte su due carrucole a gola.

E' manifesto che il contrappeso può essere proporzionato in modo che la valvola chiuda a partire da una predeterminata velocità dell'acqua che non si voglia oltrepassare. La chiusura ermetica è assicurata per mezzo di una robusta guarnizione circolare di gomma su cui va ad appoggiare il piatto.

Nel caso in esame la taratura della valvola è stata fatta per una velocità superiore del 40 % alla velocità normale: ne

è risultato un contrappeso di kg. 1140. La chiusura automatica avviene con regolarità e si compie in 20 secondi.

Per evitare valori troppo elevati della velocità del piatto, il movimento dell'asta è frenato con un apposito freno ad olio applicato nella parte più alta dell'asta.

La valvola è poi provvista di by-pass per il caricamento della condotta a valvola chiusa, e di un tubo per l'entrata dell'aria durante lo svuotamento della condotta.

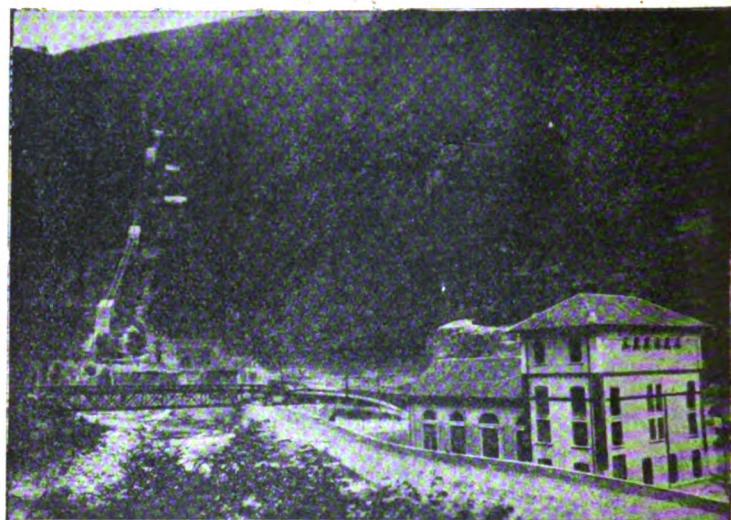


Fig. 31. — La Centrale di Iselle nel 1924.

L'apertura della valvola viene fatta a mano mediante apposito volantino; pure a mano può effettuarsi anche la chiusura. All'estremità inferiore le due tubazioni si riuniscono con un raccordo circolare.

Nella tubazione di destra sono inserite le tre prese per le tre macchine della centrale, ed una valvola a saracinesca per separare e rendere indipendenti le due tubazioni.

Dalla tubazione di sinistra si distacca la presa per il gruppo delle Ferrovie Federali Svizzere.

Centrale.

La centrale è situata sulla sinistra del Diveria poco a valle dell'imbocco della grande galleria del Sempione, ed è riparata dalle frequenti piene del torrente da un robusto muro di difesa (vedi fig. 28 e 31).

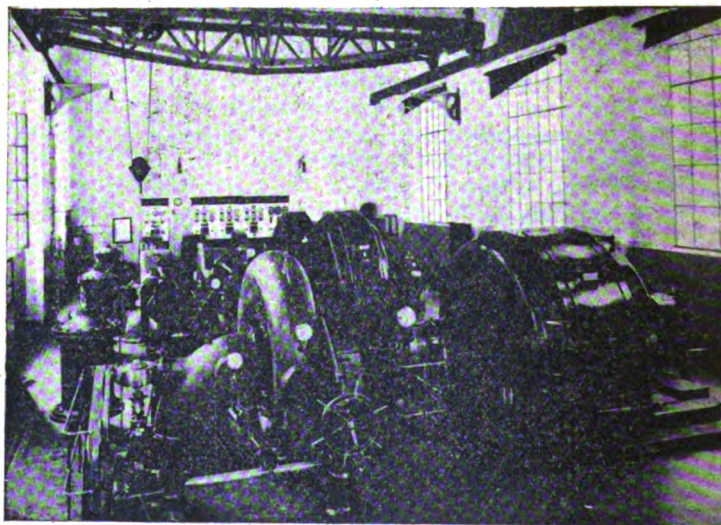


Fig. 32. — Sala macchine.

Il fabbricato della centrale e le fondazioni delle macchine sono in muratura di pietra. Il tetto ha la carpenteria in ferro la copertura è in tegole marsigliesi.

La sala macchine è lunga m. 27, larga m. 12,50, alta metri 7,40 al piano di scorrimento della gru. La gru a ponte scorrevole con comandi elettrici dal basso ha una portata di 14 tonnellate.

Come risulta dalla planimetria di figura 33 e dalla sezione di figura 34, nella sala macchine sono installati tre gruppi: uno da 1400 kW, uno da 1800 kW ed il terzo da 3700 kW;

i primi due sono azionati da turbine Pelton a doppia ruota, il terzo da una turbina Francis essendo il valore del salto (me-

Il locale per le apparecchiature elettriche si trova sul prolungamento della sala macchine nel senso del suo asse mag-

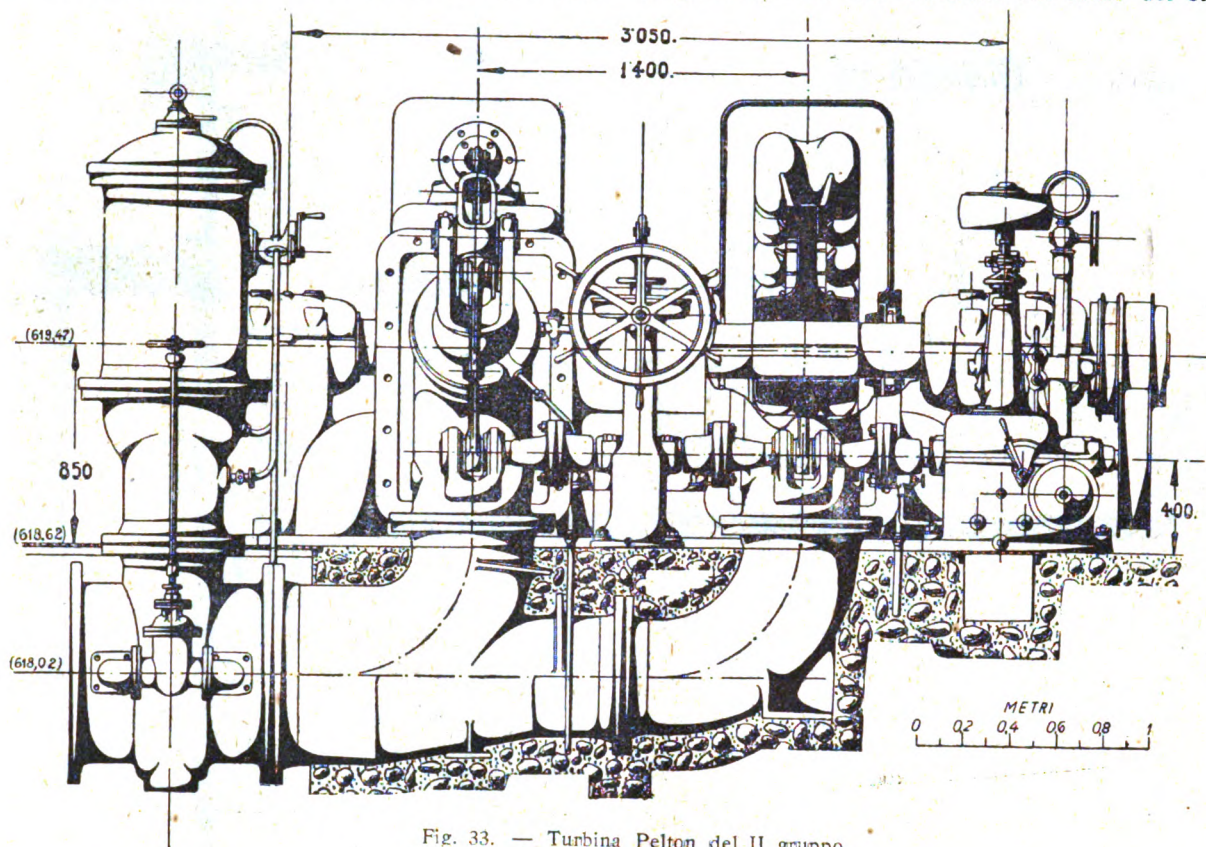


Fig. 33. — Turbina Pelton del II gruppo.
 $H=157$ m; $Q=1,55$ m³/s; $N=315$; HP=2500.

tri 171,75) adatto per l'utilizzazione con l'uno o l'altro tipo di tubina.

giore. Al pianterreno vi è l'arrivo delle condutture a 3300 volt degli alternatori, i reostati di eccitazione, il quadro di manovra,

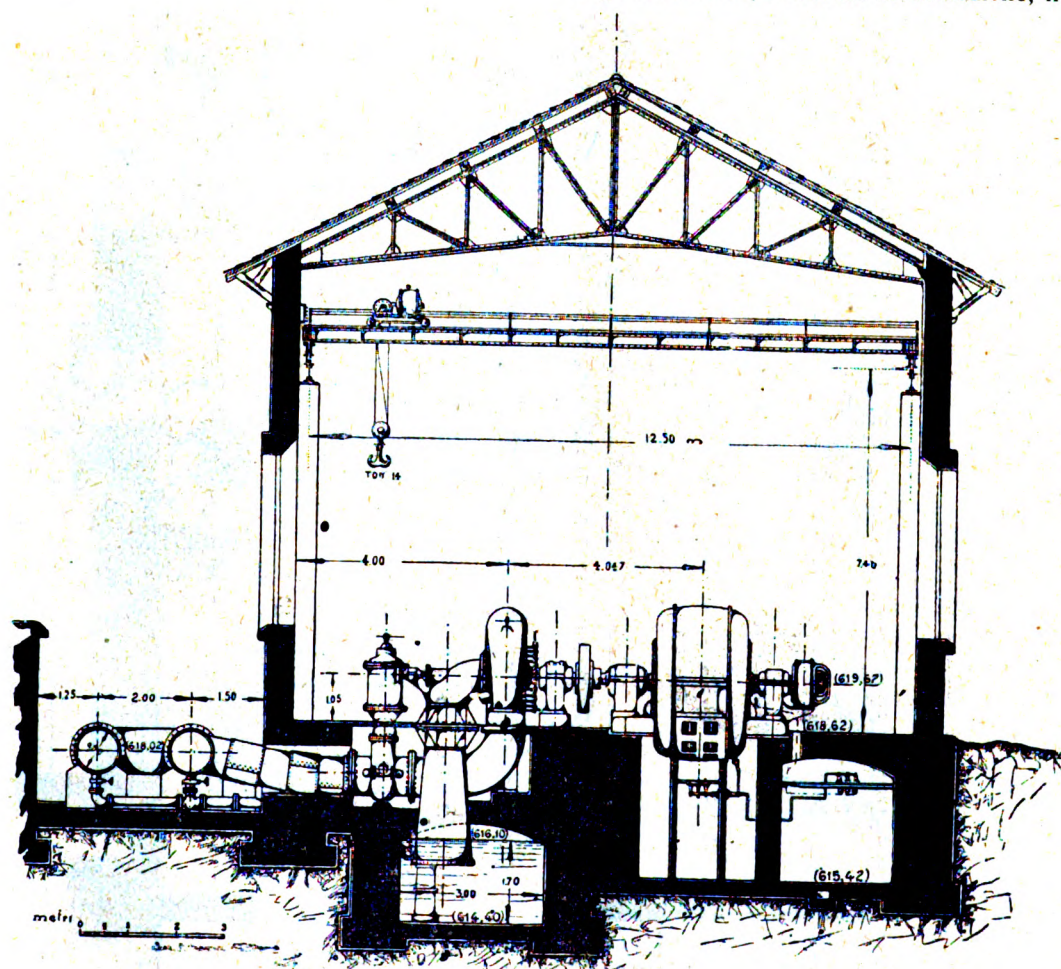


Fig. 34. — Sezione trasversale della Sala macchine.

Nel sotterraneo della sala macchine vi sono le fosse degli alternatori, il corridoio delle sbarre a 3300 volt e dei circuiti per l'eccitazione, e il canale di scarico.

i pannelli a 3300 volt delle macchine coi riduttori per gli apparecchi, le sbarre ausiliarie pure a 3300 volt per la commutazione degli alternatori sui trasformatori, il locale dei trasfor-

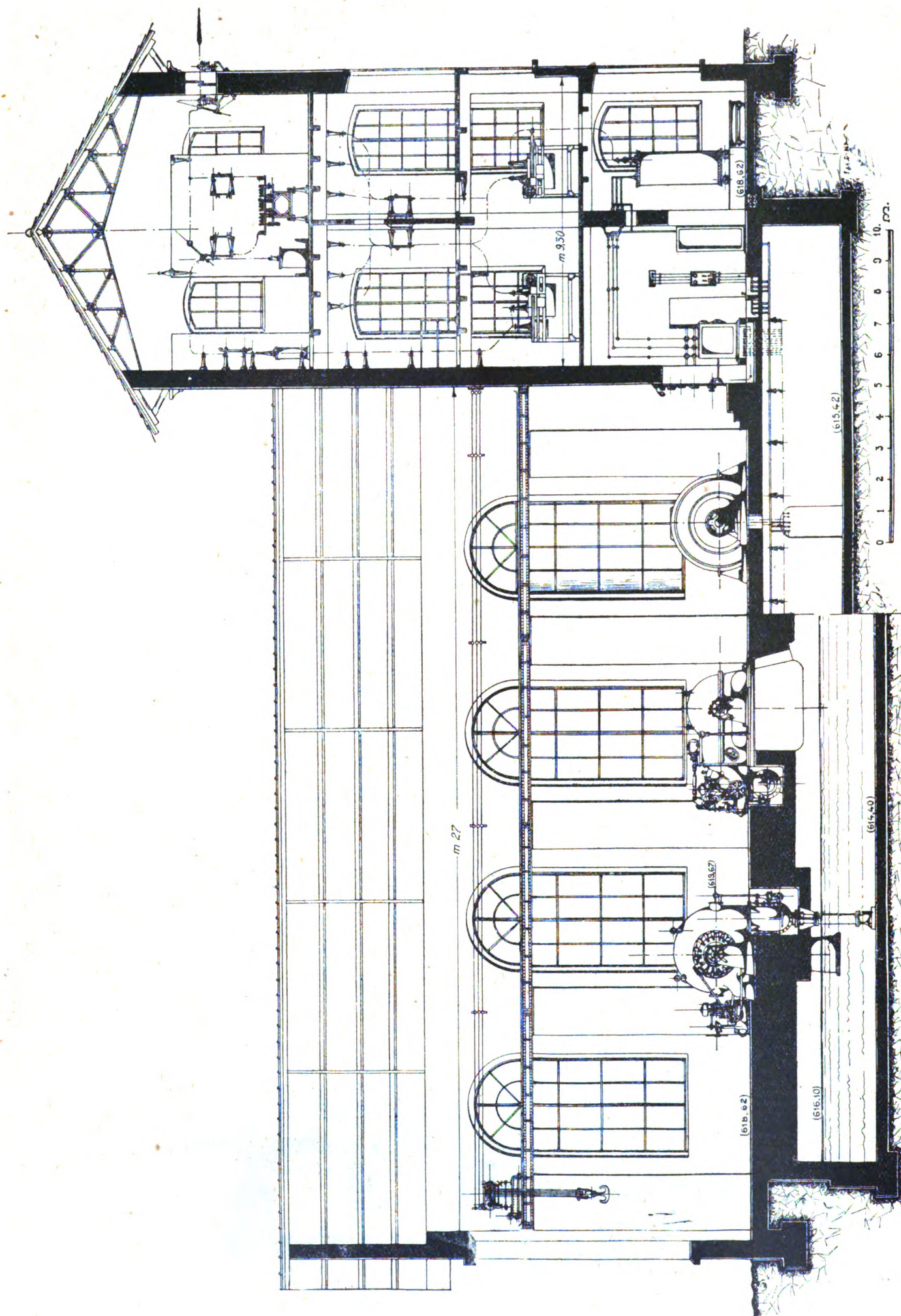


Fig. 35. — Sezione longitudinale della Centrale.

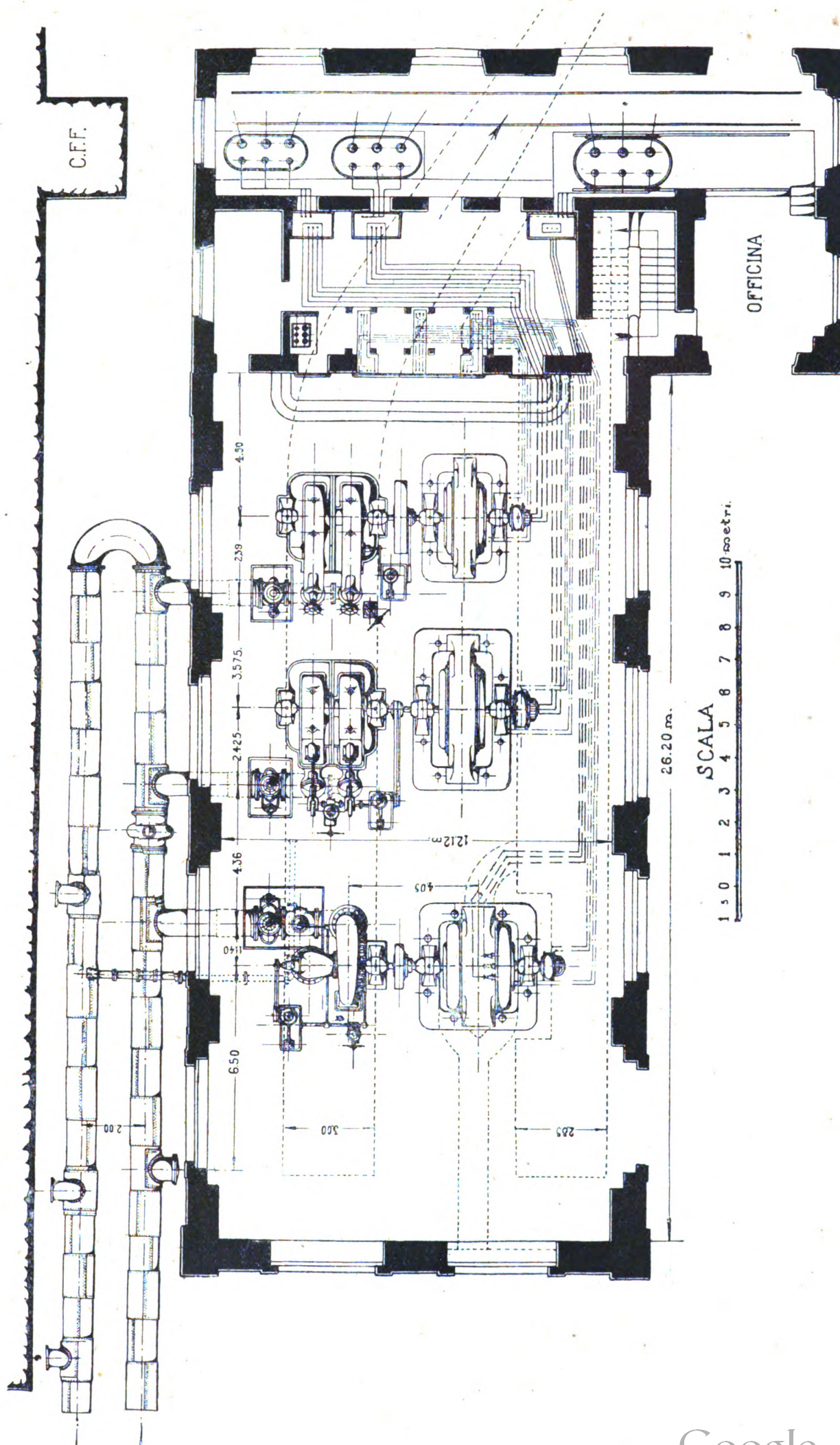


Fig. 36. — Pianta della Centrale.

matori e l'officina di riparazione per questi, e il piccolo trasformatore per i servizi ausiliari.

Il primo piano è riservato agli interruttori a 45.000 volt di ciascun gruppo e della linea. Al secondo piano vi sono le

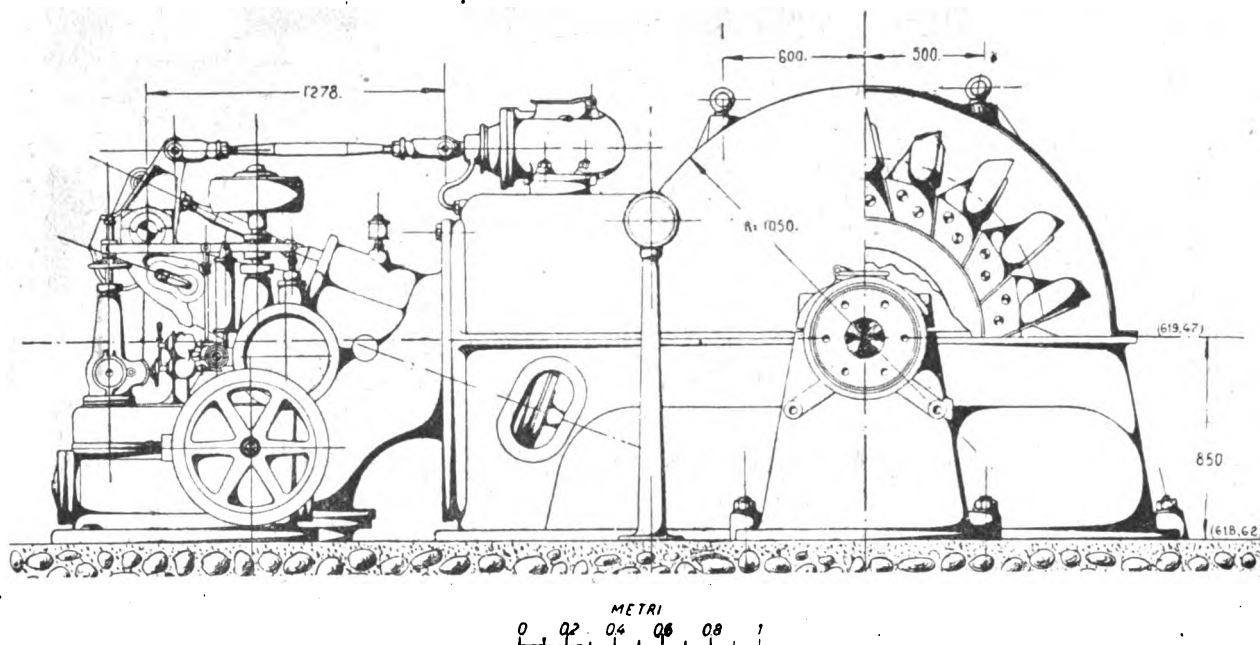


Fig. 37. — Turbina Pelton del II gruppo. — $H=157$ m.; $Q=1,55$ m³/s; $N=315$; HP=2500.

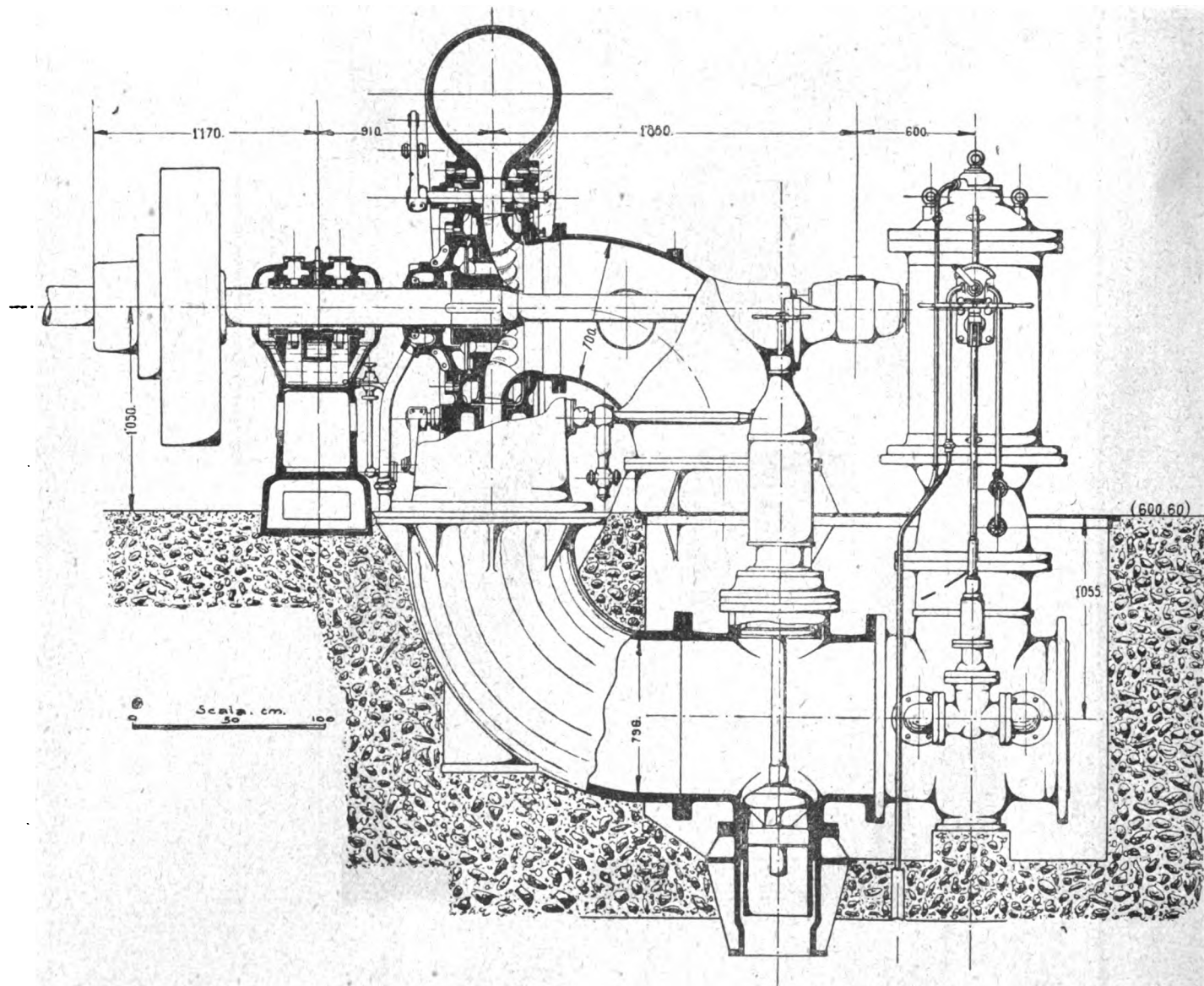


Fig. 38. — Turbina Francis del III gruppo. — $H=160$ m; $Q=3$ m³/s; $N=840$; HP=5000.

Come si vede nella sezione longitudinale di figura 34 ed in quella trasversale di figura 40, l'edificio dei quadri comprende tre piani sopra quello terreno.

sbarre collettrici a 45.000 volt, e finalmente al terzo la partenza della linea, i relativi scaricatori e gli scaricatori a liquido delle sbarre.

MACCHINARIO.

Turbine.

Le turbine (fig. 33-37-38 e 39) sono della Ditta Costruzioni Meccaniche Riva ed hanno le seguenti caratteristiche:

Le ruote delle Pelton sono di ghisa con pale riportate, la cassa è pure in ghisa, l'albero di acciaio fucinato; i distributori sono due, uno per ciascuna ruota, a getto circolare e sono muniti di bocchelli e spine di acciaio fuso; la regolazione è a spina con deviatori a tegolo dei getti: essa è automatica con co-

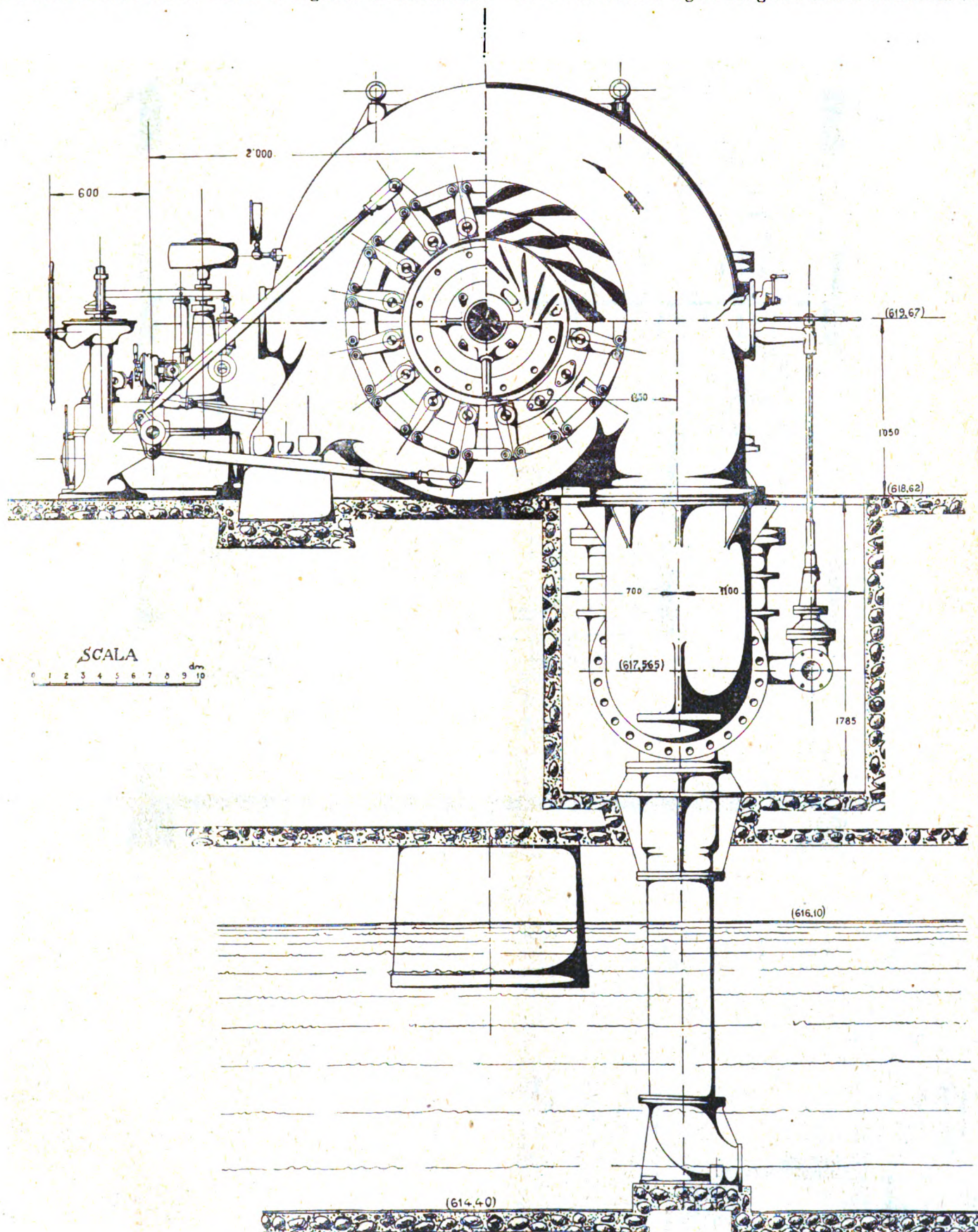


Fig. 39. — Turbina Francis del III gruppo. — $H=160$ m; $Q=3$ m³/s; $N=840$; HP=5000.

N. 1: Pelton a due ruote: salto $H = 150 \div 120$ m; portata $Q = 1,6$ m³/s; giri 315 al 1' (1900 HP);

N. 2: Pelton a due ruote: salto $H = 157$ m; portata $Q = 1,55$ m³/s; giri 315 al 1' (2500 HP);

N. 3: Francis con camera spirale: salto $H = 160$; portata $Q = 3$ m³/s; giri 840 al 1' (5000 HP).

mando dal regolatore per il gruppo n. 2. Per il gruppo n. 1 invece, la manovra delle spine è a mano e separata per ogni distributore; solo i deviatori sono comandati dal regolatore.

La differenza fra le caratteristiche delle due Pelton del primo e del secondo gruppo, sia per quanto riguarda il salto utilizzato, sia per quanto si riferisce alla regolazione, è dovuta

al fatto che il primo gruppo installato, come s'è detto, nel 1918, tollerare le sovrappressioni che sarebbero risultate da una chiusura derivata dalla lunga tubazione esistente prima della desura automatica (per quanto lenta) della spina.

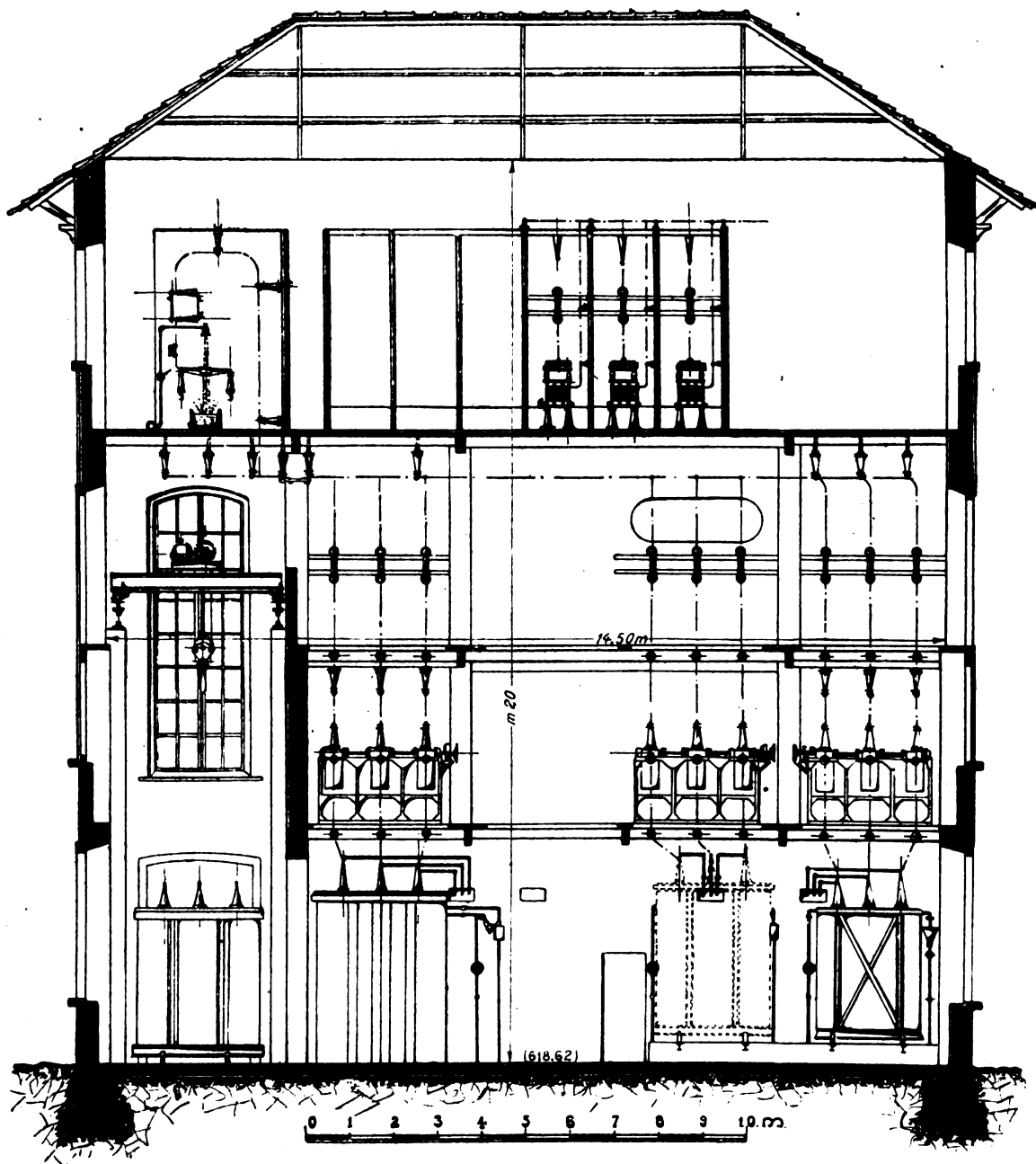


Fig. 40. — Sezione dell'edificio del quadro

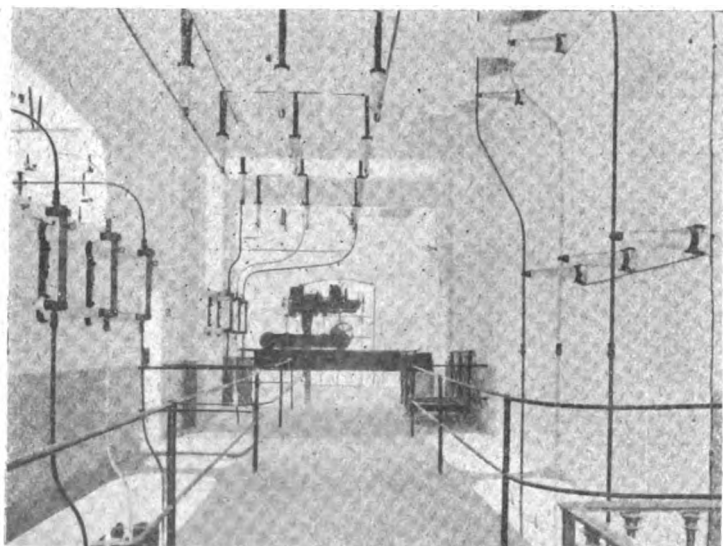


Fig. 41. — Locale sbarre a 45.000 V.

finitiva sistemazione dell'impianto. Tale tubazione, per la sua lunghezza, presentava perdite di carico rilevanti e non poteva

La ruota della Francis è di bronzo; il distributore è a pale girevoli con comando esterno a catena; il tubo di scarico produce un'aspirazione di m 3,50. Sul tubo di introduzione alla turbina, è inserita una valvola sincrona a richiusura lenta automatica per lo scarico dell'acqua in caso di brusche diminuzioni del carico.

Ciascuna turbina è fornita di un regolatore automatico autonomo a pressione d'olio del noto tipo Riva, con variagiri a mano e ad elettromagnete per comando dal quadro, di una valvola a saracinesca con servomotore idraulico, di un manometro e di un tachimetro.

Le garanzie stabilite nel contratto furono le seguenti:

Rendimenti:

| | | | | | | | |
|-----|---------|-----------|-----|--------|-----|--------|-------------|
| 75% | a piena | apertura; | 77% | a 3/4; | 78% | a metà | (1° gruppo) |
| 78% | " | " | 79% | " | 77% | " | (2° ") |
| 78% | " | " | 79% | " | 75% | " | (3° ") |

Scarto di velocità: 14 ÷ 16% per stacco del pieno carico; 6 ÷ 7% per mezzo carico; 3% per un quarto del carico, ammesso un PD^2 delle masse ruotanti non minore di 45.000 kgm^2 per le Pelton e di 14.000 kgm^2 per la Francis.

Aumento di pressione: per stacco completo del carico, inferiore al 12%.

Il funzionamento delle turbine si è dimostrato nell'eser-

cizio perfettamente regolare e corrispondente alle condizioni dei contratti.

Alternatori.

- Gruppo n. 1: kVA 1860; V 3300 ÷ 3800; Amp. 328 ÷ 284;
 $\cos \varphi = 0,7$; periodi 42; giri 315;
 Gruppo n. 2: kVA 2600; V 3300 ÷ 3800; Amp. 455 ÷ 395;
 $\cos \varphi = 0,7$; periodi 42; giri 315;
 Gruppo n. 3: kVA 5000; V 3300 ÷ 3800; Amp. 875 ÷ 760;
 $\cos \varphi = 0,7$; periodi 42; giri 840.

l'aria calda nel corridoio dei cavi il quale comunica mediante due aperture dirette con l'esterno della centrale. La quantità d'aria occorrente alla ventilazione del 3° alternatore è di circa 9 mc. al 1".

Lo statore, diviso in due parti, è a fori aperti con gli avvolgimenti smontabili.

La ruota polare è a poli salienti con le espansioni polari riportate e lamellate: la tensione di eccitazione è di 120 volt.

Gli alternatori sono previsti per sopportare la velocità di fuga del gruppo, uguale a 1,8 volte la normale.

La variazione di tensione da pieno carico a vuoto ad ecci-

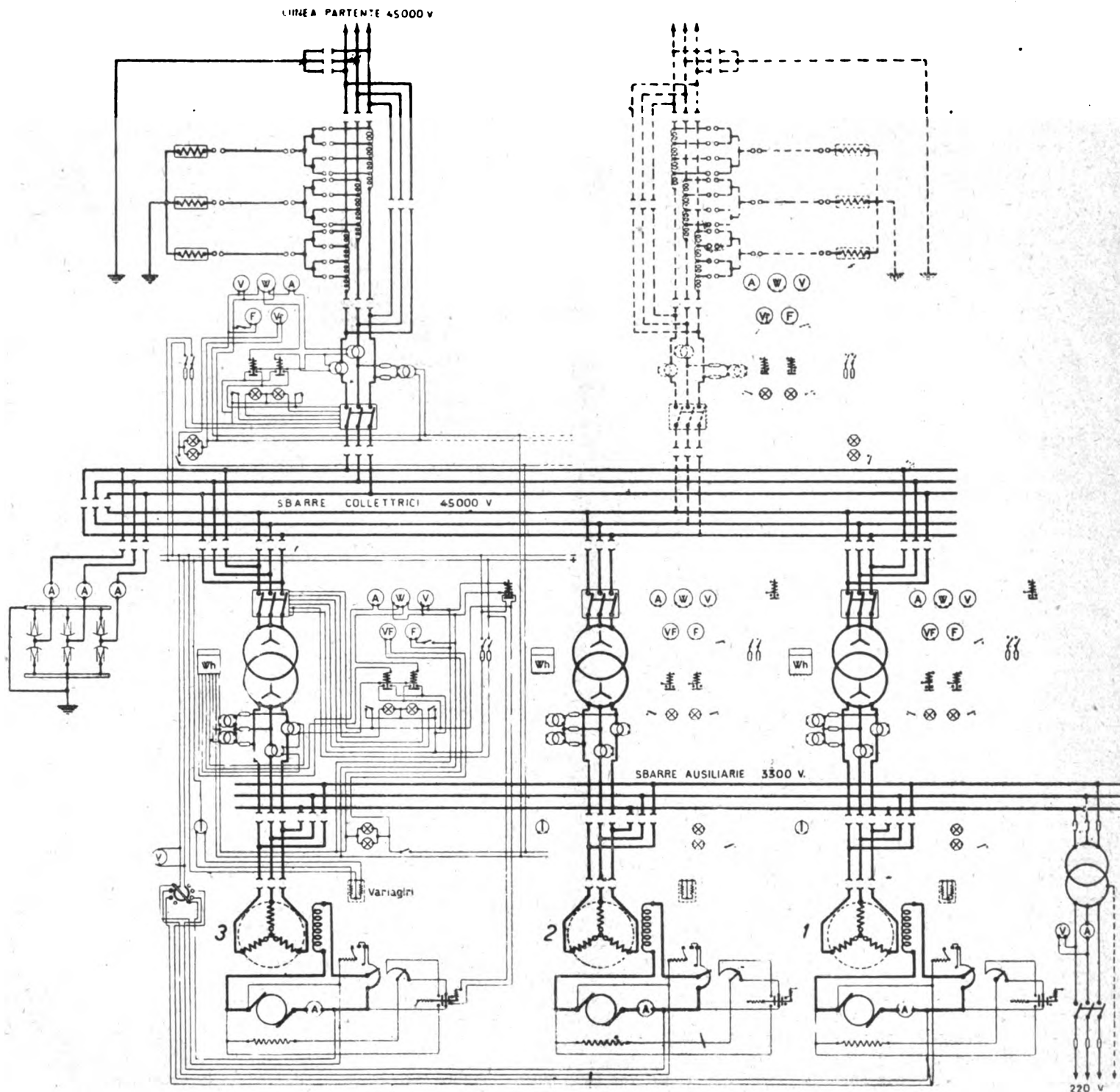


Fig. 42. — Schema generale delle connessioni elettriche nella Centrale.

Gli alternatori trifasi forniti dal Tecnomasio Italiano Brown Boveri sono ad asse orizzontale: di tipo aperto per i primi due, e di tipo chiuso per il terzo. Essi sono accoppiati alle rispettive turbine con giunto rigido e con l'interposizione di un volano per i gruppi 1° e 3°, e sono forniti ciascuno di due supporti propri del tipo ad anelli con raffreddamento a circolazione d'acqua.

I primi due alternatori prendono l'aria occorrente alla loro ventilazione dalla sala macchine, il terzo la prende con un apposito canale all'esterno della centrale; tutti e tre scaricano

tazione e velocità costanti, è rispettivamente del 12% e del 30% per fattore di potenza uguale a 1 o a 0,70.

Il rendimento, comprese le perdite di eccitazione, attrito e ventilazione, riferito alla tensione di 3300 volt, è dato per i primi due alternatori dalla seguente tabella:

| | | |
|----------------------|------|------|
| carico | 4/4 | 2/4 |
| $\cos \varphi = 1$ | 95 % | 93 % |
| $\cos \varphi = 0,7$ | 92 % | 90 % |

I rendimenti del 3° alternatore sono maggiori di un'unità dei precedenti.

Eccitazione.

Le eccitrici sono direttamente accoppiate ai relativi alternatori e rispondono ai dati seguenti:

- n. 1: kW 30; volt 125; Amp. 240; giri 315
 n. 2: " 42; " 120; " 360; " 315
 n. 3: " 44; " 125; " 350; " 840

Oltrechè all'eccitazione degli alternatori, esse servono per i circuiti dei relais e dei comandi a distanza degli interruttori.

Trasformatori.

I trasformatori elevatori, pure forniti dal Tecnomasio Italiano Brown Boveri, sono trifasi del tipo a nuclei in olio con serpentino interno a circolazione d'acqua.

Essi rispondono ai seguenti dati:

- n. 1: kVA 1860; volt 3300 - 3800/48.000 - 55.900 a vuoto; Amp. 333 - 290/23,4 - 20,3; tensione corto circuito 3,61 %; periodi 42;
 n. 2: kVA 2600; volt 3300 - 3800/48.000 - 55.200 a vuoto; Amp. 463 - 402/32,8 - 28,3; tensione corto circuito 6,14 %; periodi 42;
 n. 3: kVA 5000; volt 3300 - 3800/47.600 - 54.800 a vuoto; Amp. 888 - 772/62,8 - 54,5; tensione corto circuito 3,55 %; periodi 42.

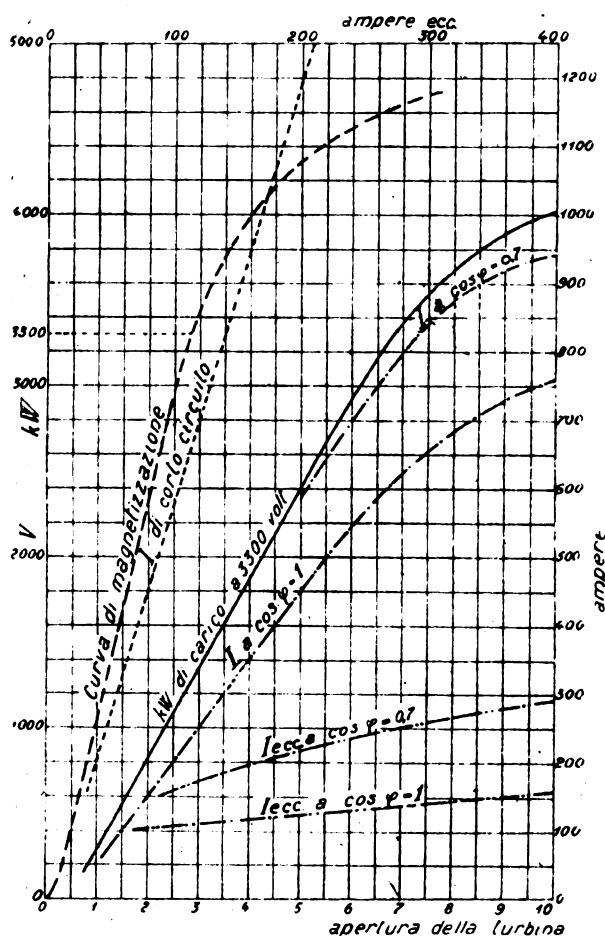


Fig. 43. — Caratteristiche dell'alternatore da 5000 kVA.

Essi sono installati al piano terreno della centrale in un unico locale rettangolare: i primi due possono essere portati nel locale di riparazione con apposito carrello: il terzo, per la sua notevole altezza non prevista all'epoca della costruzione del fabbricato, è stato collocato in una fossa praticata nel pavimento della centrale su due rotaie che servono per il suo trasporto nel locale riparazione. In questo è installata una grue a comandi elettrici dal basso della portata di 20 tonnellate.

Schema e quadro.

I criteri seguiti per le connessioni fra generatori, trasformatori e linea risultano chiaramente dallo schema della fig. 42.

L'eccitazione come s'è già detto, è ottenuta con dinamo direttamente accoppiate agli alternatori, secondo il criterio più moderno della tecnica degli impianti elettrici: ciascuna dinamo

poi, mediante un opportuno commutatore, può alimentare il circuito degli automatici e dei comandi a distanza e la riserva per l'illuminazione.

La regolazione della tensione può quindi essere eseguita, separatamente per ciascun generatore, sia per mezzo dei reostato di campo dell'alternatore, sia per mezzo del reostato di campo della dinamo.

I circuiti a bassa tensione (3300 volt) sono ispirati al concetto di realizzare un gruppo unico alternatore-trasformatore; mancano perciò gli interruttori di macchina, come pure mancano delle vere e proprie sbarre collettrici a 3300 volt. Mediante un sistema di sbarre ausiliarie è però possibile collegare un qualsiasi alternatore con un qualunque trasformatore, in caso di guasti ad una delle due macchine costituenti un gruppo. Dalle sbarre ausiliarie è derivato il trasformatore per i servizi ausiliari e la linea di collegamento a 3300 volt con la vicina centrale di Varzo.

I circuiti a 45.000 volt sono semplicissimi: ciascun trasformatore mediante interruttore automatico ed una doppia terna di coltelli può essere collegato a due sistemi di sbarre: da uno di questi si stacca l'attuale terna, dall'altro si partirà più tardi una seconda terna.

La protezione contro le sovracorrenti è affidata ai relais di massima ad azione ritardata tipo Brown Boveri a induzione; di tali relais ve ne ha uno per ciascun interruttore di gruppo ed uno per l'interruttore di linea, quest'ultimo tarato per una percentuale di sovraccarico minore degli altri.

La protezione contro le sovratensioni è affidata a bobine self combinate con scaricatori a cilindretti, del tipo Grimoldi, applicate alla linea, partente, ed a scaricatori a getto liquido, per convogliare a terra le cariche statiche, derivati dalle sbarre.

Per la protezione contro le sovratensioni di origine interna, dovute specialmente a scatto di automatici con repentina riduzione del carico a zero, è stato installato su ogni macchina un relais di massima tensione tarabile fra il 100 e il 200 % della tensione normale. Esso aziona un commutatore di demagnetizzazione del campo della dinamo eccitatrice, il quale, mettendo in corto circuito il campo di quest'ultima, diseccita l'alternatore e contemporaneamente fa scattare l'automatico qualora l'interruttore non si fosse già aperto.

Misure.

Il funzionamento di ciascun alternatore viene controllato con un gruppo di strumenti indicatori inseriti sul 3300 volt; si trova per ogni macchina: un amperometro di eccitazione e uno di macchina, un voltmetro, un wattmetro per carichi equilibrati, un frequenzimetro, un contatore. Gli stessi apparecchi, eccettuato il contatore, sono pure inseriti sulla linea partente, mediante riduttori di corrente e di tensione sul 45.000 volt.

Disposizioni costruttive del quadro.

La disposizione effettiva dei circuiti e degli apparecchi risulta in parte dalle fig. 34 e 40.

Il quadro di manovra è verticale ed è collocato a pianterreno in fondo alla sala macchine ed un poco rialzato sul piano di questa.

Le condutture per l'eccitazione e le connessioni a 3300 volt dalla fossa degli alternatori ai trasformatori, sono in piastrina di rame di diversa sezione a seconda dell'intensità di corrente. Le connessioni per i servizi ausiliari sono in filo di rame.

Le connessioni a 45.000 volt, dai morsetti secondari dei trasformatori fino agli isolatori di partenza della linea, sono in tubo di rame di 25 mm di diametro esterno e 23 mm di diametro interno (fig. 41).

La disposizione dei quadri è fatta in modo che ne risulti la massima visibilità delle condutture di uno stesso piano, essendosi abolite completamente le celle salvo che per gli scaricatori di linea collocati all'ultimo piano.

Nella parte a 45.000 volt si è tenuta una distanza di m 1 fra fase e fase e di cm 50 fra fase e terra.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

SVILUPPO E LIMITI DEI COLLEGAMENTI E DEI PARALLELI TRA GRANDI SISTEMI ELETTRICI

RENZO NORSÀ

(Comunicazione alla *World Power Conference* - Londra, luglio 1924)

La storia delle interconnessioni si identifica quasi colla storia della distribuzione dell'energia elettrica.

Sino dall'origine, il concetto della distribuzione dell'energia elettrica non è stato altro se non il collegamento di molti punti di consumo; e quando ci si è trovati ad averne riuniti assieme tanti da non poterli più servire con una sola centrale, si sono messe in parallelo due o più centrali: a quei giorni risalgono le prime difficoltà dei paralleli.

Le interconnessioni, in senso moderno, sono però il risultato di un successivo e più intenso sviluppo dei servizi elettrici.

Nel campo della produzione termoelettrica, i collegamenti hanno dato la possibilità di sostituire a centrali vecchie di bassa efficienza, centrali nuove ad elevato rendimento, opportunamente riunite fra loro e con centri di consumo, e di limitare l'installazione del macchinario di riserva all'una o all'altra delle centrali così collegate.

Nel campo della produzione idroelettrica, col salire a maggiori utilizzazioni delle portate, è divenuto necessario il collegamento fra centrali a regime idraulico complementare, oppure la creazione di serbatoi, ed anche in questo caso, fra centrali dotate e centrali sprovviste di serbatoi, si è sentito il bisogno di opportuni collegamenti.

Sia poi che lo sviluppo delle centrali idrauliche abbia, a seconda dei vari paesi, preceduto o seguito lo sviluppo delle centrali termiche, le une e le altre hanno finito per trovare o la necessità o la convenienza di collegarsi tra loro.

Finalmente il concetto delle cosiddette supercentrali è quello di una localizzazione dei grandi centri produttori — in guisa da ottenere, nel miglior modo, sia il combustibile che l'acqua di condensazione — e della sostituzione del trasporto dell'energia elettrica al trasporto del combustibile, dai centri di produzione sino ai centri di consumo.

In breve, il fondamento delle moderne interconnessioni è la possibilità di migliorare la produzione e l'utilizzazione della energia elettrica. Tale possibilità si estrinseca o col salire ad una più intensa utilizzazione delle energie naturali, o col realizzare una economia nell'impianto, o col raggiungere un maggiore rendimento, sia anche mercè una più opportuna ripartizione del carico fra le varie centrali — od infine coll'ottenere una maggiore egualizzazione del consumo, mediante la riunione di servizi a caratteristiche diverse.

Abbiamo alcuni casi tipici di interconnessioni; per esempio:

un grande centro urbano è servito contemporaneamente da più centrali termiche locali o da più centrali idroelettriche lontane; il collegamento si è fatto molto semplicemente nel centro stesso, fra queste varie sorgenti di energia;

oppure, due reti contigue si sono tanto estese da venire a toccarsi: questa volta si è fatto un collegamento alla periferia, con limitata capacità di travaso, collegamento che però ha reso spesso, almeno contemporaneamente, dei buoni servizi;

infine, più grandi centri di produzione o di consumo distanti si sono collegati fra loro con delle vere e proprie sbarre collettive, per provvedere talora a degli scambi, più spesso a delle integrazioni reciproche.

Così dal processo di suddivisione che affaticava i primi pionieri dell'elettricità, a quello di concentrazione davanti al quale si trovano i tecnici d'oggi, la tendenza è stata sempre la stessa e cioè di attuare e di perfezionare il coordinamento dei vari coefficienti di consumo e di produzione; la quale tendenza, mentre porta gradualmente alla risoluzione di alcuni problemi, altri ne viene ponendo; mentre elimina alcune difficoltà, ne crea delle nuove. Onde può sorgere la domanda: fino a qual punto converrà persistere in questo processo, per non correre il rischio di oltrepassare quella dimensione che assi-

cura il massimo netto dell'economia; perchè, in altre parole, lo sforzo crescente non abbia a riuscire impari al risultato?

Ricordiamo rapidamente i principali aspetti e le principali difficoltà del problema, sia nel campo tecnico che in quello economico.

Correnti di corto circuito e correnti di terra, sono andate aumentando col crescere dei sistemi; quelle in rapporto alle potenze sincrone collegate, queste in relazione all'estendersi delle reti e al salire delle tensioni di esercizio. Così è avvenuto che molti interruttori i quali, secondo vecchi criteri, erano stati proporzionati all'importanza della linea sulla quale erano inseriti, anzichè alla potenza del sistema, hanno completamente mancato quando si è trattato di aprire un intenso corto circuito. Si è allora verificato che un guasto determinatosi in un punto remoto della rete, si è ripercosso fino alla stazione generatrice. Nei collegamenti sono naturalmente i sistemi più piccoli quelli che sono venuti a trovarsi in condizione di inferiorità, e per quanto oggi la funzione degli interruttori sia bene intesa, vi sono tuttavia in servizio molti di tali apparecchi che, in caso di corto circuito, risulterebbero deficienti. Da altra parte il proporzionare tutti gli interruttori alle intensità di corto circuito, porta a spese assai rilevanti, che è naturale si cerchi spesso di differire.

Col problema degli interruttori si collega quello dei relais. Qui pure ci si è resi conto che la funzione dei relais sulle linee deve essere di intervenire non per la corrente di sovraccarico, ma per la corrente che si verifica in caso di guasto. Quanto ai tempi, la regolazione dei relais secondo una scala crescente a mano a mano che ci si avvicina alla centrale, è diventata, coll'estendersi dei sistemi e col parallelo delle centrali, non pratica e non sempre possibile. Le recenti applicazioni di vari sistemi differenziali non solo per la protezione del macchinario, ma anche per la protezione delle linee, e lo studio di relais basati su principi completamente nuovi, come quello della distanza del guasto, tendono ad aver ragione anche di queste difficoltà.

Ma nei riguardi tecnici, il problema più importante è probabilmente quello della regolazione della tensione, problema la cui complessità risiede nel fatto che, dovendo per lo più ogni centrale, oltre che al servizio a distanza, provvedere ad un servizio locale, occorre appunto che la tensione del trasporto possa venire regolata per conto proprio, indipendentemente dalla tensione locale. All'uopo la tecnica appresta vari mezzi, come le prese di tensione sui trasformatori, i regolatori ad induzione, od una combinazione di regolatori e trasformatori con prese multiple od altri espedienti ancora atti a permettere di effettuare i passaggi anche sotto carico. Si va inoltre estendendo l'impiego dei compensatori sincroni per la generazione « in situ » della corrente in quadratura ed uno dei vantaggi delle interconnessioni potrà talora essere appunto quello della migliore utilizzazione in comune di potenza sincrona esuberante in una od in altra delle centrali collegate. In alcuni casi particolari potrà convenire spingere l'impiego dei compensatori sincroni sino ad arrivare al funzionamento a tensione costante.

Occorre inoltre che la marcia in parallelo sia stabile e per quanto, sotto questo riguardo, i collegamenti non presentino in genere eccessive difficoltà vi sono tuttavia anche nella stabilità dei paralleli una serie di questioni, relative alle caratteristiche dei circuiti di collegamento, alle fluttuazioni del carico, alle variazioni di velocità e alle condizioni di funzionamento in genere.

Il quadro delle difficoltà tecniche del problema è dunque già per sé vastissimo e si capisce come la visione di tale quadro e più ancora di tali difficoltà, abbiano potuto suscitare in alcuno il dubbio se, per avventura, l'estendersi dei collegamenti non porti a perdere all'interno più di quanto permetta di guadagnare all'esterno e se non possa essere più saggia cosa il mantenere una divisione in gruppi più ristretti, il ricorrere a paralleli temporanei, limitandoli ai soli passaggi del macchinario generatore o del carico da un gruppo all'altro, il provvedere ad un distacco rapido dei sistemi al primo intervenire di un guasto.

Le quali misure sono ispirate ad una avveduta prudenza e non mancheranno perciò di essere adottate ogni qual volta necessità od opportunità lo richieda. Non sono invece affatto intese ad arrestare il progresso dei collegamenti; progresso che, in questo campo, veramente vuole essere, come è stato definito, « allo sviluppo dell'ordine »; e che, così inteso, seguirà il suo immancabile corso, entro i limiti dell'utilità e della convenienza economica.

Perchè il lato più importante della questione è quello economico.

Il costo delle linee di interconnessione moderne, riferito a quello degli impianti di produzione, viene già di per sé a costituire, per distanze di qualche centinaio di chilometri, un elemento assai rilevante. Vi sono poi le spese dei trasformatori e dell'apparecchiatura le quali, e specialmente le ultime, salgono assai rapidamente col crescere delle tensioni, onde per

di tecnici della possibilità di impiegare talora i sincroni anche per la regolazione della tensione, e nei riguardi economici dal fatto che i collegamenti di questo genere vengono per lo più limitati ai casi di vera necessità e talora integrati o sostituiti con impianti generatori atti a funzionare sia all'una che all'altra frequenza.

Quanto all'esercizio, il nocciolo della questione sta nel raggiungere la massima economia globale.

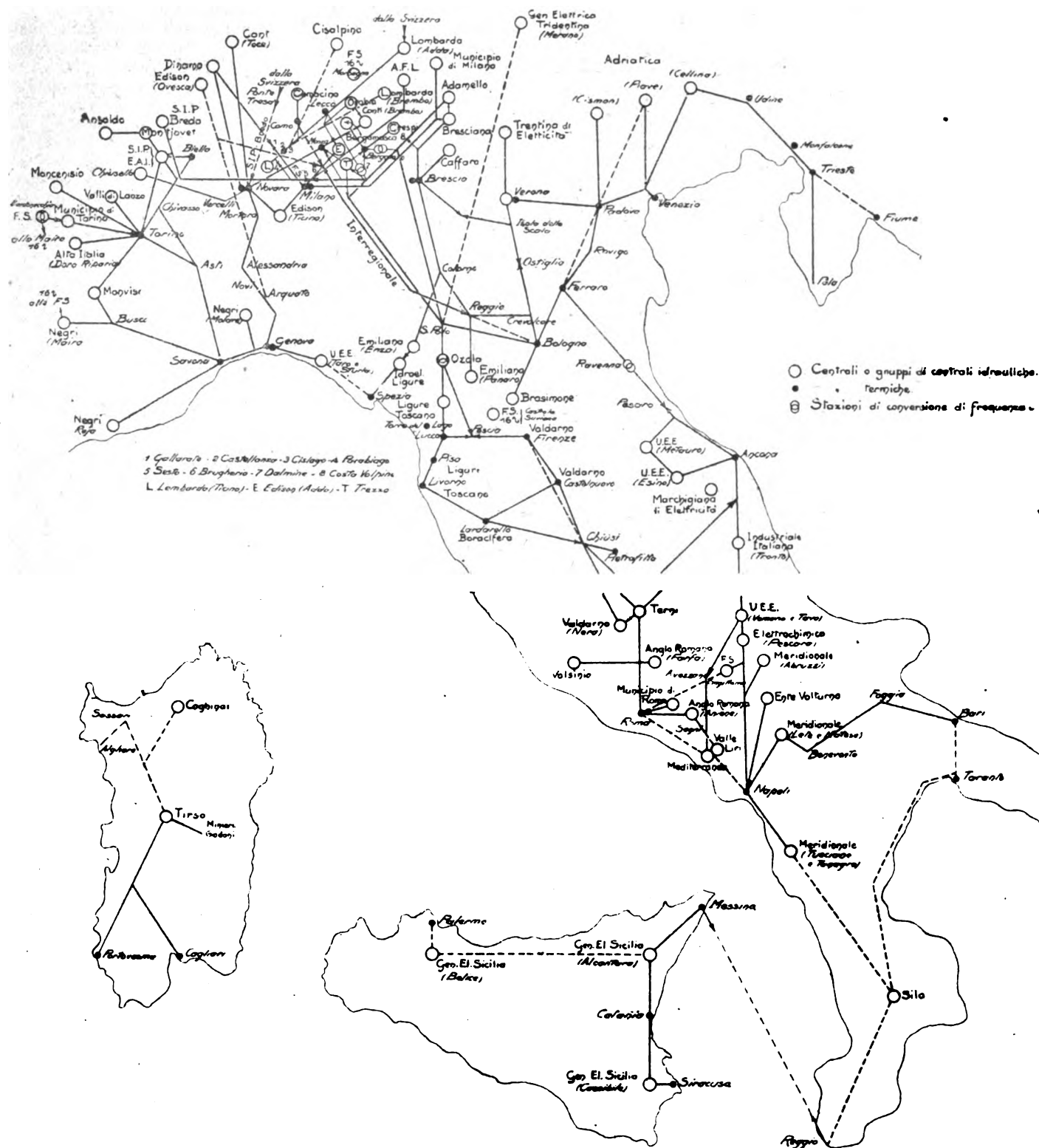


Fig. 1 — Schema delle principali centrali d'Italia e delle relative linee di trasmissione e di interconnessione. Lo schema non contiene le linee a servizio delle elettrificazioni ferroviarie.

l'apparecchiatura la tendenza odierna sembra quella di semplificare e di ridurre tutto quanto è possibile.

Quando poi si tratti di collegare sistemi a diverse frequenze, la questione del costo presenta ancora maggiori difficoltà. Tecnicamente anche questo problema è risolto e le applicazioni di convertitori di frequenza hanno esempi abbastanza numerosi sia da noi che oltre oceano. Ma la duplice installazione di macchinario rotante e di trasformatori statici rappresenta un onere non indifferente, solo attenuato, nei riguardi

Così nel caso del funzionamento in parallelo di più impianti idraulici, si mira al maggiore possibile sfruttamento di tutta l'acqua; e per ciò ottenere, occorre che la base del diagramma venga assegnata a quegli impianti i quali, per mancanza di serbatoi, sono i meno indicati ad assumere carichi irregolari. Se si tratta del funzionamento in parallelo di più centrali termiche, sono gli impianti moderni e più efficienti quelli che devono provvedere alla base del diagramma, mentre alle punte possono supplire anche centrali locali di più vecchia

data. Se infine si tratta della marcia in parallelo di centrali termiche ed idrauliche, la ripartizione del carico deve ispirarsi a concetti differenti, secondo che gli impianti idraulici siano provvisti di serbatoi, nel qual caso gli impianti termici possono convenientemente lavorare a carico costante; mentre invece ove manchino i serbatoi, le condizioni del servizio devono essere invertite e, per non buttare via acqua, bisogna che le punte vengano assunte dalle centrali termiche.

Quanto poi alle condutture, e soprattutto alle grandi linee di trasmissione e di interconnessione, la condizione ideale sarebbe che esse fossero alimentate ad una estremità a carico pressochè costante da una centrale di base e che le punte fossero sopportate da centrali locali; condizione ideale che sarà però difficile raggiungere ed alla quale sarà dato tentare di avvicinarsi soltanto, se presso ai centri di consumo si potranno avere degli impianti idraulici dotati di serbatoi sia pure modesti, oppure, in quei paesi dove la produzione termica risulti conveniente, delle centrali termiche.

A fianco del problema, testè delineato, della ripartizione delle potenze attive, vi è quello pure importante della ripartizione delle potenze reattive.

Come si vede dunque, nei riguardi economici e finanziari, occorre accertare preliminarmente quando il costo del collegamento potrà essere giustificato. Questo avverrà, quando dal collegamento scaturisca una messa in valore di energia o di potenza e quindi una corrispondente disponibilità, che non potrebbe altrimenti ottenersi se non con maggiore spesa. Una volta effettuato il collegamento, dovrà anche l'esercizio essere regolato secondo il concetto della massima economia complessiva.

Contenuta nel suo sviluppo esteriore, l'industria elettrica ha cercato dentro di sé medesima le circostanze più favorevoli. Ne è risultato un caratteristico processo di organizzazione interna, di cui sono esempio gli studi rivolti a tutti i più importanti fattori economici e intesi o ad accrescere le utilizzazioni, o a trarre vantaggio dalla non simultaneità dei prelievi, o nel campo idroelettrico a migliorare la trasformazione in energia meccanica e in energia elettrica dell'energia chimica dei combustibili.

Ora i collegamenti e i paralleli intesi in senso moderno, rappresentano la più recente tappa di questa evoluzione e la loro importanza, la ragione stessa del loro essere, stanno nel fatto che questo processo, che gli economisti chiamerebbero di integrazione laterale, investe, si può dire, tutti gli aspetti della produzione e della utilizzazione dell'energia elettrica.

Perciò dunque è un giusto sforzo il persistere in questo cammino che, pur non essendo facile, non può tuttavia mancare di condurre innanzi, come sin ora ha fatto, verso la meta che si vuol raggiungere, e cioè verso una forma di solidarietà tecnica, fondata sull'ordine e sull'organizzazione economica.

*

APPENDICE I.

Bibliografia di articoli di autori italiani sul funzionamento in parallelo e sulle interconnessioni.

REBORA G. — «Effetto delle linee sui motori e sugli alternatori sincroni». - *Atti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana*, 1903, p. 624.

SEMENZA G. — «Contributo allo studio delle oscillazioni pendolari proprie delle macchine sincrone». - *Atti A. E. I.*, 1904, p. 21.

DINA A. — «Oscillazioni pendolari autogene delle macchine sincrone». - *L'Elettrotecnica*, 1917, p. 331.

DELLA SALDA C. — «Influenza della resistenza di indotto e di linea sulle oscillazioni pendolari proprie delle macchine sincrone». - *L'Elettrotecnica*, 1917, p. 482.

ANFOSSI G. — «Per il collegamento degli impianti idroelettrici». - *L'Elettrotecnica*, 1917, p. 586.

VANNOTTI E. — «Gruppi di macchine per il collegamento fra reti a frequenze diverse». - *L'Elettrotecnica*, 1921, p. 2 e 29.

DALLA VERDE A. — «Su alcuni problemi relativi al funzionamento in parallelo degli impianti elettrici». - *L'Elettrotecnica*, 1922, p. 600.

NORSA R. — «Grands réseaux de transmission et de jonction en Italie». - *Compte rendu de la Conférence Internationale tenue à Paris en 1921*.

SEMENZA G. — «Quelques considérations sur le problème des échanges d'énergie entre réseaux». - *Communication faite à la Société française des Electriciens le 1er décembre 1923*.

APPENDICE II.

Un'idea generale delle interconnessioni in Italia può aversi dalle figure 1 e 1a le quali mostrano le principali centrali elettriche e le loro linee di trasmissione e di interconnessione. Informazioni dettagliate al riguardo sono contenute negli articoli di G. Semenza e R. Norsa di cui è cenno nell'appendice I.

Comitato Nazionale Italiano della Illuminazione e del Riscaldamento

VI SESSIONE - RIUNIONE DI GINEVRA - 21 ÷ 25 LUGLIO 1924 DELLA COMMISSIONE INTERNAZIONALE DELLA ILLUMINAZIONE (C. I. E.) □ □ □ □ □ □ □

Dall'Ing. Böhm, che rappresentava l'Italia alla Riunione di Ginevra della C. I. E., insieme coll'Ing. G. Semenza, riceviamo la seguente relazione sulla Riunione stessa:

La sessione venne aperta il 21 luglio u. s., sotto la Presidenza di Mr. E. P. Hyde, degli Stati Uniti d'America, seguendo il programma prestabilito. Erano presenti dell'Ufficio di presidenza i Signori:

Dr. Hyde (Presidente);
Prof. Th. Vautier (Vice-presidente);
C. C. Paterson (Segretario onorario e tesoriere);
J. W. T. Walsh (Segretario generale);
A. Filliol (Presidente del Comitato Svizzero);
F. Largiadèr (Segretario del Comitato);
Col. Kenelm Edgecumbe (Vice presidente).

Le diverse Nazioni erano rappresentate come segue:

Francia: P. Bossu (Paris); Prof. Th. Vautier (Lyon); Prof. Ch. Fabry (Paris); P. Fleury (Paris); Jouaust (Paris); Blondin (Paris) e Maisonneur (Paris).

Gran Bretagna: H. Buckley (Teddington); W. T. Dunn (London); K. Edgecumbe (London); L. Gaster (London); C. C. Paterson (London); J. W. I. Walsh (Teddington); R. Watson (Doncaster); J. Trezise (London).

Italia: G. Semenza (Milano); M. Böhm (Milano).

Giappone: T. Yamamoto (Tokyo).

Svizzera: A. Filliol (Genève); F. Landry (Genève); P. Joye (Zürich); F. Largiadèr (Zürich); E. Payot (Genève); K. Sulzberger; F. Tobler; W. Trub (Zürich); H. Wachter; H. Zangger (Zürich) e F. Fulpas (Genève).

Stati Uniti: E. C. Crittenden; E. P. Hyde; J. W. Lieb; C. O. Mailloux (New York); L. B. Marks; G. S. Merrill; A. L. Powell (Paris) e C. H. Sharp.

Polonia: M. Drenowski.

Belgio e Spagna hanno scusato la loro assenza.

*

Ad alcune sedute ha assistito anche il Sig. Dott. Carozzi, Capo della Sezione d'Igiene dell'Ufficio internazionale del lavoro.

*

Non venne ancora risolta la questione riguardante la riammissione dei rappresentanti della Germania, sebbene non sieno mancate trattative al riguardo in questi ultimi anni. Durante la presente sessione è stato ripetutamente espresso l'augurio, senza che sieno state sollevate eccezioni, che nelle prossime tornate della Commissione la Germania possa essere rappresentata con delegati che si trovino a parità di condizioni con quelli delle altre Nazioni.

*

Le riunioni ebbero luogo nel Palazzo Eynard, cortesemente destinato a questo ufficio della città di Ginevra.

Gli interpreti, le dattilografe e gli stenografi vennero messi a disposizione in numero sufficiente dall'Ufficio internazionale del Lavoro (B. I. T.).

Per quasi tutti gli argomenti trattati nelle « Riunioni tecniche » dei giorni 22, 23, 24 luglio vi erano relazioni stampate. Si deve a questa preparazione e specialmente alla solerte direzione del Presidente, Dott. Hyde, che in alcune riunioni si è fatto sostituire da Presidenti di altri Comitati nazionali, se è stato possibile di svolgere tutto il vasto programma entro il periodo di tempo stabilito.

Nella seduta del Comitato esecutivo 21 settembre, dopo che il Presidente ebbe accennato all'attività svolta dalla Commissione dall'epoca della precedente sessione (1921), vennero esaminati ed approvati i bilanci degli ultimi anni. I conti chiudono coll'attività di Ls. 739-0-5.

Si osserva che il Comitato Nazionale Italiano dopo passato un periodo di crisi è stato ricostituito ultimamente su nuove basi; poichè non esisteva nel 1923, la Commissione decide all'unanimità di rinunciare all'importo della quota relativa a quell'annata.

Nella seduta plenaria di apertura del 22 luglio, dopo i discorsi di Mr. Hyde (Presidente), del Dott. Carozzi, di Mr. Vautier, il Presidente rivolge meste parole di rimpianto alla memoria dei Signori

Violle, Laporte e Louis Bell, già membri della Commissione. Comunica che vennero ultimamente costituiti i Comitati Nazionali della Svizzera e del Sud Africa ed augura che l'esempio venga seguito dal Giappone e da altri Paesi.

Viene data comunicazione dei seguenti elaborati:

— *H. E. Ives*: sulla determinazione di un campione primario per la misura dell'intensità luminosa secondo la proposta di Waidner e Burgess.

— *Fleury*: sullo stesso argomento.

— *J. Baillaud*: sui campioni luminosi usati nella sensitometria.

— *Forsythe e Worthing*: circa le proprietà del tungsteno e le caratteristiche delle lampade a tungsteno.

— *Lebaupin*: sugli attacchi speciali di lampade per prove fotometriche.

— *Comitato Americano*: sui simboli fotometrici.

— *M. Blondel*: sulle definizioni e simboli usati in fotometria.

— *Vocabolario della Illuminazione*: presentato a nome del Comitato Nazionale Italiano da Böhm; il lavoro è stato apprezzato e lodato dalla Commissione, la quale ha deciso di affidarne la traduzione in inglese, francese e tedesco ad una Commissione di cui farà parte anche il Prof. Bordoni.

Nella seduta del 23 luglio vengono esaminati e discussi i seguenti rapporti:

— *Fabry*: Studi sulla fotometria eterocroma.

— *Buckley, Colier e Brookes*: sulla distribuzione nell'energia del corpo nero.

— *Jouaust*: sull'impiego degli schermi assorbenti nella fotografia eterocroma.

— *Gibson*: sulla funzione di visibilità relativa.

— *A. L. Powell*, del Comitato Nazionale degli Stati Uniti, su «questioni pratiche sulla tecnica dell'illuminazione».

— *Lieb*: sulla «fornitura di una buona illuminazione fatta dalle centrali americane».

— *Merrill*: sul «metodo di dimostrazione per l'insegnamento della buona pratica dell'illuminazione».

— *Harrison*: su «l'illuminazione delle strade».

— *Laurain*: «sull'illuminazione a gas delle vie pubbliche di Parigi».

— *M. Mariage*: sull'illuminazione elettrica delle strade di Parigi.

— *M. Cellerier*: sui dispositivi nuovi di segnalazione luminosa applicati per regolare la circolazione nelle città, per la réclame luminosa e l'illuminazione delle scale degli immobili.

Il 24 luglio vengono esaminate e discusse le memorie seguenti:

— *Marks*: Rapporto del Comitato internazionale sull'illuminazione nelle officine e nelle scuole.

— *Leblanc*: Rapporto del Comitato Nazionale francese sullo stesso argomento.

— *Gaster*: Alcuni recenti progressi nell'illuminazione industriale in Inghilterra.

— *Bordoni*: Alcune ricerche sul fenomeno di abbagliamento, presentato da Böhm.

— *M. Sharp*: Rapporto del Comitato di studi sui fari di automobili.

— *Bossu*: Sui fari degli automobili.

La Commissione ha emesso i voti seguenti:

1) La Commissione internazionale dell'illuminazione raccomanda l'adozione internazionale, come campione primario di luce, dello splendore di un corpo nero, utilizzato in condizioni soggette a precisa definizione. Questa Commissione raccomanda ai laboratori nazionali di prendere disposizioni:

a) Per formulare delle definizioni normalizzate per la costruzione e le condizioni d'impiego di un corpo nero come campione primario di luce.

b) Per stabilire un valore definitivo dello splendore di un corpo nero, utilizzato in queste condizioni, espresso in candele internazionali per centimetro quadrato.

2) La Commissione Internazionale dell'illuminazione raccomanda che sia formato un Sottocomitato per lo studio del vocabolario dell'illuminazione. Questo Sottocomitato si comporrà di un membro svizzero come presidente, di un membro di lingua inglese, di un membro di lingua francese e di un membro di lingua italiana e al bisogno potrà aggregarsi un membro per ciascuna delle altre lingue rappresentate ufficialmente alla Commissione Internazionale.

3) La C. I. E. raccomanda, per l'uso generale, i valori seguenti, come valori provvisori per il fattore di visibilità (qui si aggiunge una tavola che sarà data in seguito). Nei casi speciali che riguardano le regioni estreme dello spettro, o le condizioni particolari di estensione del campo, l'intensità, ecc., questi valori provvisori possono essere inesatti.

4) La C. I. E. prega il Comitato di studio della fotometria eterocroma di estendere i suoi lavori allo studio delle proprietà degli schermi assorbenti.

5) La C. I. E. approva la costituzione di un Comitato di studi, composto di tre membri, per lo studio della colorimetria.

6) Definizioni:

a) Fattore di trasmissione di un corpo: rapporto del flusso trasmesso dal corpo, al flusso incidente che riceve.

b) Fattore di assorbimento di un corpo: rapporto del flusso assorbito dal corpo, al flusso incidente che riceve.

c) Fattore di riflessione di un corpo: rapporto del flusso riflesso dal corpo al flusso incidente che riceve.

Il flusso riflesso secondo le leggi della riflessione regolare è chiamato flusso regolarmente riflesso, e il fattore di riflessione corrispondente prende il nome di *fattore di riflessione regolare*. Il flusso diffuso, cioè rinviato in altre direzioni da quella della riflessione regolare, dà il *fattore di riflessione diffusa*. Quando si considera l'insieme del flusso rimandato dal corpo, si ottiene il *fattore totale* di riflessione.

d) Flusso totale d'una sorgente: insieme del flusso emesso da questa sorgente.

e) Flusso emisferico superiore (super-orizzontale): flusso emesso dalla sorgente al disopra del piano orizzontale, che passa pel suo centro.

f) Flusso emisferico inferiore (sub-orizzontale): flusso emesso dalla sorgente al disotto del piano orizzontale, che passa pel suo centro.

g) Intensità media sferica d'una sorgente: media dei valori dell'intensità della sorgente in tutte le direzioni dello spazio.

h) Intensità media emisferica superiore: media dei valori dell'intensità della sorgente in tutte le direzioni al disopra del piano orizzontale, che passa pel suo centro.

i) Intensità orizzontale media: media dei valori dell'intensità della sorgente in tutte le direzioni del piano orizzontale, che passa pel suo centro.

k) Fattore di riduzione dell'intensità media sferica di una sorgente: rapporto dell'intensità media sferica all'intensità media orizzontale.

l) Fattore d'efficacia d'una sorgente: rapporto del flusso luminoso totale all'energia totale consumata. Nel caso d'una lampada elettrica, è espresso in lumen per watt; nel caso d'una sorgente che utilizza la combustione, si può esprimere in lumen per unità di tempo e per unità termica.

m) Fattore di visibilità (K) per una radiazione monocromatica: è il rapporto del flusso luminoso al flusso d'energia corrispondente. Il fattore di visibilità relativa d'una radiazione monocromatica è il rapporto del fattore di visibilità.

n) Splendore: lo splendore in una direzione data di una superficie emettente della luce è il quoziente dell'intensità luminosa misurata in questa direzione, per l'area proiettata da questa superficie su un piano perpendicolare alla direzione considerata. L'intensità di splendore è la candela per unità di superficie.

7) La C. I. E. prega il suo Ufficio di consacrare durante la prossima sessione, una intera seduta alle memorie e discussioni sull'arte dell'illuminazione e la sua volgarizzazione, e in generale su questioni di carattere simile a quelle sollevate nelle memorie presentate alla prima parte della terza riunione tecnica della sessione del 1924.

8) La C. I. E. propone che le questioni relative all'illuminazione delle pubbliche vie siano studiate in una seduta della sua prossima sessione. Essa prega i Comitati nazionali di cominciare immediatamente i loro lavori e le loro comunicazioni.

9) Voto presentato dal Comitato di studio dell'illuminazione delle officine e delle scuole:

— Che il rapporto presentato dal Presidente di studio dell'Illuminazione delle officine e delle scuole alla sessione di Ginevra del 1924, sia adottato come base delle regole, regolamenti e raccomandazioni relative all'illuminazione delle officine e delle scuole, con la riserva che le parole «minimo raccomandato» siano inserite al posto delle parole «minimo prescritto» che si trovano in cima alle tavole delle intensità luminose date per l'illuminazione delle officine e delle scuole.

— Che, di più, siano avviate delle pratiche allo scopo di attirare l'attenzione dei differenti paesi, con lettere circolari, sulla necessità dell'adozione di regole, regolamenti e raccomandazioni relative all'illuminazione, tanto dal punto di vista igienico che da quello della sicurezza nelle officine e nelle scuole, e che l'ufficio in collaborazione col Comitato di redazione, sia incaricato di procedere alle modificazioni richieste e di fare una traduzione ufficiale in francese del testo di M. Mark.

10) La C. I. E. propone che i Comitati nazionali si occupino immediatamente dello studio della questione dei proiettori d'automobili. Esa prega i Comitati nazionali di comunicare immediatamente i loro lavori e le loro comunicazioni.

11) La C. I. E. esprime il voto: che, se una Conferenza internazionale viene convocata da un Governo allo scopo di regolare la circolazione e l'illuminazione delle automobili, la C. I. E. sia invitata a partecipare ai lavori concernenti l'illuminazione.

Nell'ultima seduta (25 luglio), venne deciso di diminuire lievemente la quota da corrispondere dai Comitati nazionali al Comitato Centrale della C. I. E. per il triennio 1924-25.

L'Italia dovrà pagare annualmente Ls. 68.5.

Alla presidenza della Commissione venne riconfermato il Dottor E. P. Hyde (S. U. d'America).

Vice-presidenti: K. Edgumbe (Inghilterra); F. Rouland (Francia); G. Semenza (Italia).

Segretario onorario e tesoriere: C. C. Paterson (Inghilterra). La prossima sessione avrà luogo negli Stati Uniti d'America, nell'anno 1927.

M. BÖHM.

Per il cambio di indirizzo inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.

LA MOSTRA DELL'ILLUMINAZIONE ALLA XXIX RIUNIONE DELL'A. E. I. □ □ □

La mostra organizzata dall'Associazione Elettrotecnica in occasione del Congresso di Spezia nello scorso settembre, se anche non poté assumere, per circostanze di spazio e di tempo, proporzioni grandiose, riuscì tuttavia una notevole ed interessante affermazione dei progressi compiuti dalla tecnica e dall'industria nel campo della illuminazione.

La mostra, per quanto limitata a questo campo, raccoglieva tuttavia anche materiale elettrico di vario genere impiegato negli impianti di illuminazione, o affine per caratteristiche tecniche o costruttive al materiale di illuminazione.

Una ricca varietà di lampade d'ogni genere e per ogni uso dava una larga idea della molteplicità dei tipi studiati e degli sforzi compiuti dall'industria per rispondere alle più svariate esigenze della vita moderna.

Sulla facciata del Palazzo di notava una dicitura luminosa a tubi Neon della *Soffleria Monti* (Milano, via Appiani, 3).

La *Soc. An. Italiana Philips* (Milano, via Pantano, 7) esponeva una serie di recenti tipi interessanti di lampadine.

Per realizzare una sorgente luminosa praticamente puntiforme, quale è richiesta specialmente negli apparecchi di proiezioni e simili o in certe ricerche fisiche, venne studiata una lampada ad arco di tungsteno. In esso, utilizzando il fenomeno della scarica luminescente in gas rarefatto, vengono portate all'incandescenza due palline di tungsteno di 1 mm. di diametro.

Pure basate sui fenomeni della scarica in gas rarefatti sono le lampadine a luminescenza catodica «Neon» utilizzate specialmente per veilleuses, e usabili anche con tensioni molto ridotte. Le lampade «solari» sono invece costruite con vetro speciale che assorbe gran parte delle radiazioni a maggior lunghezza d'onda, troppo abbondanti nelle comuni luci artificiali.

Tipi speciali a filamento disposto secondo una corona cilindrica o conica sono destinati a riflettori d'ogni tipo ed anche a fari costieri.

Varie altre qualità di lampade venivano esposte dalla Philips, fra le quali alcune, destinate alla reclame luminosa, nelle quali si ottiene l'intermittenza automatica utilizzando le deformazioni per effetto termico di un filo speciale compreso nello zoccolo della lampada stessa.

La Philips esponeva poi una serie di tubi a vuoto di cui diremo in seguito.

Assai abbondante era anche la mostra di lampade della *Società Anonima Osram* (Milano, via Stradella, 3), la quale, oltre ai modelli comuni monowatt e con filamento in gas, esponeva parecchi tipi studiati per usi speciali.

Anche questa Ditta presenta lampade per proiezioni, di cui quelle chiamate «Osram a punto luminoso» assomigliano a quelle ad arco di tungsteno sopra citate e possono essere usate sia con corrente continua che alternata. Pure per proiezioni vengono costruite lampade a filamento, di tipo tubolare e di dimensioni molto ridotte.

Per uso di luminarie e simili, la Osram presenta lampade a bassa tensione adatte per l'inserzione in serie, provocando una caduta non superiore a 14-16 volt per lampada.

Diversi tipi si distinguono per le dimensioni estremamente ridotte come quelle per fanaleria d'automobili, per spie in centralini telefonici, ecc., sempre a bassa tensione. Specialissime forme a spatola a lancetta, ecc., assumono le piccolissime lampade a filamento nel vuoto e a bassa tensione, destinate ad usi medici e atte ad essere innestate in apparecchi chirurgici.

Consumo molto ridotto presentano le lampade Osram Glim che si adattano particolarmente dove occorra una luce blanda, o per comporre reclame luminose. Sono costruite con elettrodi a spirale e riempite di gas neon.

Oltre alle lampade, e a tipi di resistenze metalliche per impianti di illuminazione, la Ditta Osram costruisce anche dei riflettori tipo Wiskatt che presentano diverse caratteristiche proprie. La superficie riflettente è ottenuta mediante uno strato d'argento sovrapposto ad una calotta di cemento imbevuto di olio di lino; possono così venire sopportate senza danno temperature elevate e sono meno a temere gli urti. La curvatura della superficie riflettente è studiata in modo da poter ottenere con piccoli spostamenti della lampada grandi variazioni nel campo di irradiazione. Il tipo piatto permette di spostare la zona di massima illuminazione fra 20 e 45 gradi dall'asse della lampada; il tipo più concavo permette uno spostamento fra 10° e 75°.

Lo studio della distribuzione più opportuna della luce in modo da ottenere una illuminazione di tipo uniforme evitando i fenomeni di abbagliamento, va acquistando, come è noto, sempre maggiore sviluppo. Notevoli progressi furono compiuti in questo campo dalla *Società Holophane* (Agenti per l'Italia: Chinelli e C., Milano, via San Giovanni sul Muro, 25), la quale, oltre alla mostra interna, aveva anche installato a Spezia un impianto sperimentale stradale nelle adiacenze del Palazzo degli Studi.

I rifrattori Holophane per illuminazione pubblica sono composti di due campane a parete esterna liscia e contenute l'una entro l'altra; la parete esterna della campana interna porta dei prismi orizzontali

destinati a deviare la luce della lampada sotto un angolo di 70° rispetto alla verticale. La parete interna dell'altra campana porta invece dei prismi verticali che diffondono lateralmente la luce. Si realizza così una illuminazione stradale di tipo uniforme, ottenendo la scomparsa delle ombre e assorbendo pochissima luce.

Tipi speciali di rifrattori per l'illuminazione di vie strette, sono costruiti in modo da originare due fasci luminosi che vengono diretti lungo l'asse della via. Tipi a quattro fasci luminosi si adattano invece bene ai crocicchi di strade illuminando particolarmente le carreggiate pur concedendo una certa illuminazione anche alle facciate delle case.

Per l'illuminazione interna la Holophane presentava dei riflettori destinati a raggiungere lo stesso scopo dei comuni globi opalini, ma evitando il forte assorbimento di luce di questi. I vantaggi di questi riflettori erano riconoscibili in una speciale cabina di dimostrazione illuminata parzialmente da una lampada a riflettore opalino comune e in parte da una lampada a riflettore Holophane. Questi riflettori vengono costruiti in tre tipi diversi: estensivo, per illuminazione uniforme sul piano utile; concentrante, per dirigere in maggiore quantità la luce sotto un angolo di 30°; intensivo, per dare una illuminazione uniforme sotto un angolo di 80°.

Colla combinazione di un riflettore superiore e di una coppa inferiore a prismi si ottengono dei diffusori molto adatti per uffici, negozi, ecc.

Una grande varietà di globi opalini di diverse forme e grandezza erano esposti dalla *Officina Iccelli Uccelli* (Livorno, via Ricasoli, 6), la quale presentava anche due tipi speciali, l'uno per illuminazione di piazzali industriali e simili, e l'altro per servizio stradale. Si tratta di una armatura contenente due lampade, anziché una sola di doppio candelaggio; fra le due lampade è interposto un riflettore supplementare verticale e piano che proietta in direzioni opposte i raggi luminosi che su di esso arrivano dalle due lampade. Si realizza così una distribuzione più estesa ed uniforme della luce sulla zona da illuminare.

Le armature metalliche degli apparecchi Uccelli sono costruite generalmente in ottone, e sempre smaltate a fuoco con un procedimento speciale che garantisce grande resistenza alle intemperie; tale smaltatura può, del resto, essere facilmente rinnovata quando occorra.

La *Società Edison per la fabbricazione delle lampade*, Ing. C. Clerici (Milano, via Broggi, 4), esponeva diversi tipi di circuiti per illuminazione di ambienti industriali. Alcuni di essi erano del tipo normale usato nelle officine. Un circuito a due lampade da 1000 W metteva in evidenza la difficoltà di ottenere una buona ed uniforme illuminazione concentrando eccessivamente le sorgenti luminose; l'effetto era paragonabile con quello di un circuito a dieci lampade da 200 W con riflettore parabolico a superficie interna di alluminio. Altri circuiti, presso a poco della stessa potenza, avevano lo scopo di dimostrare l'importanza e l'utilità di studiare opportunamente i tipi di riflettori secondo le diverse condizioni di esercizio. Un circuito a lampade di tipo solare metteva in evidenza l'opportunità dell'impiego di queste nelle industrie dove si richiede una esatta discriminazione dei colori.

Gli effetti di illuminazione dei diversi circuiti erano misurabili in lux mediante diversi luxmetri portatili distribuiti per la sala.

La *Compagnia Generale di Elettricità* (Milano, via Borgognone, n. 40), in collaborazione colla Ditta Ingg. Bourelly e Zurhaleg (Milano, piazza Durini, 7), avevano installato un impianto sperimentale di illuminazione stradale con distribuzione in serie. E' noto come il sistema sia largamente diffuso specialmente in America dove si ebbero meno preoccupazioni che da noi per le elevate tensioni necessarie con esso; d'altra parte il metodo presenta benefici notevoli di economia d'impianto e di esercizio, specialmente per la maggior durata e la migliore utilizzazione dei filamenti delle lampadine, e vantaggi di centralizzazione di funzionamento e di controllo degli apparecchi alimentatori.

Si sono potuti eliminare gli inconvenienti dovuti alle elevate tensioni, mediante l'inserzione di speciali trasformatori-serie di cui il secondario alimenta le lampade. Si possono così realizzare impianti in serie a distribuzione diretta e a bassa tensione, senza dover ricorrere ad una troppo grande suddivisione della potenza negli apparecchi alimentatori, e mantenendo le perdite dovute alle successive trasformazioni nei limiti del 4-5 per cento.

L'impianto sperimentale della Spezia era alimentato dal secondario di un trasformatore a corrente costante, a raffreddamento in olio, da 10 kW col primario collegato a una linea a 8000 V, 42 periodi. Il secondario, sul quale il trasformatore regolatore automatico manteneva una corrente costante di 6,6 A, alimentava direttamente 10 lampade da 10.000 lumen (circa 1000 candele medie orizzontali). Per il tramite di due trasformatori serie da 2 kW ciascuno, lo stesso secondario alimentava 13 lampade da 2500 lumen e 5 proiettori per l'illuminazione longitudinale della strada lungo la marina.

Il trasformatore regolatore ha un rendimento di 95 per cento a pieno carico e di 91 per cento a mezzo carico, e mantiene costante la corrente entro i limiti dell'1 per cento per qualunque numero di lampade inserite. Le lampade da 10.000 lumen erano provviste ciascuna di un trasformatore di corrente di rapporto 6,6/20 A e consumavano 518 W ciascuna, ed erano provviste di riflettore prismatico che realizza un buon diagramma fotometrico di distribuzione.

Un proiettore grande modello era esposto dalle *Officine Galileo* (Firenze, via Carlo Bini, 24).

La *Società Ing. Mario Gismondi e C.* (Milano, via Bagutta, 24), metteva in mostra i dispositivi Zoiss per illuminazione interna, da poco entrati nell'uso e già favorevolmente apprezzati. Come è noto,

caratteristica degli impianti Zois è quella di ridurre al minimo lo sviluppo della rete interna a tensione relativamente elevata, essendo tutte le derivazioni per i comandi alimentate a tensioni di soli 4-12 V. Con una grande semplicità di linee e con risparmio di rame si può montare un gran numero di comandi diversi. Si ottiene con questi impianti una grande elasticità di funzionamento e la più ampia adattabilità a diversi servizi.

In mezzo alla gravità della mostra tecnica, metteva una gaia nota d'eleganza l'esposizione di abat-jour della *Ditta Castrovillari* (Spezia, via Genova), la quale presentava tipi finissimi dipinti con procedimento speciale sulla seta.

Un caso affatto particolare di impianti di illuminazione è quello per i treni ferroviari. Le Ferrovie dello Stato espongono gli impianti tipo *Brown Boveri* adottati sulle nostre vetture. Essi seguono il concetto di provvedere ogni vagone di un impianto autonomo, capace di funzionare egualmente bene in tutte le condizioni di servizio della vettura. Gli impianti constano essenzialmente di una dinamo, di una batteria di accumulatori, di un apparecchio regolatore e della rete di distribuzione.

La dinamo, di costruzione semplice e di tipo ermeticamente chiuso, viene sospesa liberamente al telaio della vettura oppure ad uno dei carrelli; essa è munita di un dispositivo per l'inserzione delle spazzole quando cambia la direzione del movimento. La batteria di accumulatori è destinata a provvedere all'illuminazione sufficiente per 7-10 ore di luce. Possono essere anche adottate le più moderne batterie ferro-nichel; mancano però ancora dati sufficienti per giudicare della durata di esse nelle applicazioni ferroviarie.

Parte essenziale dell'impianto è il regolatore, destinato principalmente a regolare la tensione della dinamo in dipendenza delle variazioni di velocità del treno, permettendo in ogni momento sia l'alimentazione del circuito luce, sia la carica della batteria. Esso è costituito essenzialmente da un solenoide a nucleo mobile, il quale solleva più o meno un nastro metallico flessibile foggato ad arco, che deformandosi, mette in circuito un diverso numero di tasti di una resistenza disposti su un arco di curva.

Quando il treno si avvia la dinamo comincia ad eccitarsi; tosto che la sua tensione è divenuta eguale a quella della batteria avviene automaticamente la messa in parallelo. Il regolatore mantiene praticamente costante la tensione della dinamo cosicchè la carica della batteria si va effettuando a tensione costante ed intensità decrescente; quando la carica è completata, interviene un relais che provoca un aumento del campo magnetico del solenoide; questo inserisce nuove resistenze nel circuito di eccitazione in modo che la tensione ai morsetti della dinamo rimanga eguale a quella della batteria.

Durante le fermate, l'illuminazione viene effettuata dalla batteria; all'avviamento, poichè la messa in parallelo della dinamo avviene quando la sua tensione è eguale a quella della batteria, non si produce alcuna alterazione di luce. Se la velocità del treno aumenta, la dinamo fornisce corrente per l'illuminazione e contemporaneamente ricarica la batteria. La tensione ai morsetti è mantenuta, dal regolatore, costantemente eguale a quella della batteria carica (2,3 V per elemento).

Le variazioni massime della tensione di alimentazione delle lampade, sono comprese entro limiti del 3 per cento fra i casi estremi di marcia con batteria completamente carica e di marcia con batteria completamente scarica.

Questo sistema di illuminazione, oltre ai requisiti di robustezza di costruzione e di sicurezza del servizio permette di impiegare le vetture munite di esso, indifferente sia nella formazione di treni espressi sia di treni lenti.

La mostra di Spezia non si limitava al materiale più propriamente illuminante ma comprendeva anche il macchinario generatore per piccoli impianti e il materiale per le installazioni delle linee.

La *Ditta A. Cerpelli* (Spezia), presentava due gruppi turbodinamo di sua costruzione adottati per illuminazione a bordo di diversi piroscafi. Uno di essi, della potenza di 5 kW, era costituito da turbina a vapore di 4000 giri funzionante con vapore a 8-9 kg/cm² all'ammissione e contropressione assoluta di scarico di 1,2 kg/cm². Un regolatore di marcia assicura variazioni di velocità non superiori all'1 per cento e un regolatore chiude l'ammissione in caso di accidentale aumento oltre il 10 per cento della velocità normale. La dinamo da 5 kW a 120 V è rigidamente accoppiata.

Il secondo gruppo era da 30 kW con turbina a 3000 giri, pressione d'ammissione 13 kg/cm², contropressione assoluta allo scarico 0,25 kg/cm²; consumo di vapore 13,2 kg per cavallo effettivo ora; regolatore di marcia e di sicurezza. Dinamo a 110 V rigidamente accoppiata.

Oltre a questo materiale la *Ditta Cerpelli* esponeva anche campioni delle altre lavorazioni nelle quali si è specializzata e specialmente per impianti di pompatura di liquidi o aeriformi per servizi di terraferma o di bordo.

Vi era: un gruppo elettrocentrifugo «Iri» da 0,5 HP per portata di 60 litri al minuto primo e prevalenze di m 22 (a 2400 giri) o m 29 (a 2800 giri); una elettropompa «Ebe», costituita da una pompa a stantuffo accoppiata per mezzo di riduttore a ruota elicoidale, a motore elettrico verticale da 0,35 HP; portata 30 litri al minuto con prevalenza di 35 m; ed altro materiale.

La *Ditta Ing. G. Picker* (Milano, Foro Bonaparte, 21), presentava, fra l'altro, un interessante tipo di regolatore di tensione montato a servizio di una dinamo Ganz. Il dispositivo è assai efficace, come dimostravano i diagrammi tracciati da appositi apparecchi registratori; le variazioni di tensione si mantenevano entro i limiti dell'1 per cento

per l'attacco o il distacco istantaneo del pieno carico. Il regolatore è essenzialmente costituito da due martelletti mantenuti in vibrazione da un eccentrico montato sull'asse principale; i due martelletti vibranti mettono periodicamente in corto circuito il reostato di campo della dinamo. Il corto circuito dura per un tempo più o meno lungo in dipendenza della distanza media dei due martelletti, la quale è regolata da un solenoide in derivazione sui morsetti della dinamo.

Sullo stesso principio vengono costruiti anche regolatori per corrente alternata adatti per grossi alternatori.

La stessa *Ditta Picker*, quale rappresentante della *Société Générale Condensateurs Electriques* di Friburgo, esponeva anche materiale di protezione per cabine elettriche. Un impianto modello completo per cabina comprendeva: tre condensatori in cellon ad elementi costituiti da rotoli di nastro di cellon (cellulosa trattata in modo speciale) metallizzato sulle due facce; tre valvole Gilles, ciascuna a due colonne in parallelo, costituite da uno spinterometro a intervalli in serie regolabili messi in presenza di una armatura di condensatore collegato a terra che aumenta la capacità verso terra di ogni elettrodo rendendo la scarica dolce e graduabile.

Erano anche esposti dei limitatori di oscillazioni basati sugli stessi principi delle valvole Gilles.

Una ricca mostra di materiale vario di installazione e protezione era esposta dalle *Officine Elettromeccaniche Ca-Bo-Stor* (Spezia, via Cavour, 42). Vi erano diversi tipi di interruttori a bassa tensione, di separatori ad alta, di resistenze a liquido, valvole, ecc. Un piccolo quadro per impianti luce, inserisce automaticamente la batteria di accumulatori quando venga a mancare la corrente d'alimentazione normale, e contemporaneamente aziona un campanello di allarme; al ritorno della corrente normale la batteria viene automaticamente staccata.

La *Ca-Bo-Stor*, costruisce materiale vario per radiotrasmissioni, parte del quale è brevettato ad esclusivo uso della R. Marina.

Specializzata in materiale minuto di installazione si presentava la *Ditta Ing. Francioni e C.* (Milano, via Solari, 25). La *Ditta* ha studiato una quantità di cassette metalliche con morsetti di derivazione, con valvole o con altri apparecchi, per facilitare l'installazione degli impianti ed aumentarne il grado di sicurezza di funzionamento e di manutenzione. Cassette speciali per contatori vengono costruite pronte con tutti gli organi di collegamento e conformate in modo da prevenire ogni manomissione a scopo di frode. Il materiale costruito ed esposto dalla *Ditta* è quanto mai vario e adatto a tutti gli usi.

Ad ovviare gli inconvenienti talora derivanti negli impianti quando manchi improvvisamente la luce e non si abbiano immediatamente pronti mezzi sussidiari, la *Ditta Ing. Gaetano Malaguti* (Milano, via Melzo, 13), ha costruito un apposito apparecchio automatico, il quale al mancare della corrente d'illuminazione inserisce immediatamente una lampada ausiliaria su una speciale batteria di accumulatori contenuta nell'apparecchio. Al ritorno della corrente di linea, la lampada ausiliaria si spegne automaticamente ed entra in funzione (se la corrente è alternata) uno speciale raddrizzatore di corrente a gas neon, mediante il quale si ricaricano gli accumulatori. Trattandosi di un apparecchio di sicurezza sul quale si deve poter fare sempre assoluto affidamento, esso è costruito in modo da segnalare automaticamente qualsiasi guasto avvenga nel suo interno.

La *Società Anonima Ing. V. Tedeschi e C.* (Torino, via Monte Bianco, 1), presentava alcuni modelli di installazioni in cavi unipolari o bipolari per alta e bassa tensione per circuiti di distribuzione per illuminazione. Fra l'altro, era esposto un circuito con cavi unipolari in carta impregnata per 4000 V di esercizio, alimentanti una serie di trasformatori di corrente per lampade di grande potenza. Il circuito campione era in parte, realizzato con cavo armato con nastri o fili di ferro posato direttamente sul terreno e coperto con mattoni; in parte con cavo sotto piombo rivestito di tessuti imbevuti, direttamente posato sul terreno e coperto da tegoloni in cemento, e in parte con cavo sottopiombo semplice, posato in cunicolo in cotto. Il circuito a cavi unipolari era completato degli accessori relativi.

Un circuito modello analogo era costruito con cavo bipolare per 4000 V. L'installazione mostrava anche i diversi modi di effettuare le colonne montanti.

Tipi speciali di pali metallici di linea, a traliccio, stirati, in un sol pezzo, erano esposti dalla *Società Anonima Espansione Ferro Bates* di Savona. Questi pali hanno la caratteristica di non possedere né giunti chiodati, né sovrapposizioni, raggiungendo così grande leggerezza e solidità. Pali flessibili sono ottenuti collo stiramento di uno speciale laminato a doppio T ad ali larghe; pali semirigidi a sezione rettangolare derivano da due ferri a U stirati, e saldati elettricamente. Altri tipi a sezione quadrata sono ottenuti con ferri U stirati e saldati, o con piatti larghi cogli orli ripiegati e saldati elettricamente in più punti.

Ai pali metallici della *Ferro Bates* facevano riscontro quelli in cemento armato della *Ditta S. C. A. C.* (Riva sul Garda) di cui già l'*Elettrotecnica* ebbe ad occuparsi in modo particolare (1). La *Ditta* illustrava la sua produzione con disegni, fotografie ed opuscoli, destinati a dimostrare la diffusione già presa negli impianti elettrici da questo geniale tipo di pali. Essi furono adottati anche negli impianti di illuminazione in diverse città, come a Livorno, a Verona, a Rovereto, ecc.

Nel materiale di carattere scientifico merita di essere ricordato un grande apparecchio per proiezione diascopica ed epidiascopica della

(1) Vedi *Elettrotecnica*, Anno IX, N. 29, pag. 686.

Filotecnica dell'Ing. Salmoiraghi (Milano). L'apparecchio ha il corpo inclinabile in modo che il fascio di luce, generato da una lampada a incandescenza speciale di grande intensità o a bassa tensione, può essere diretto a colpire l'oggetto posto in un piatto nella parte inferiore dell'apparecchio. Esso è provvisto di un obiettivo anastigmatico per la proiezione di corpi opachi, e di un altro per la proiezione di corpi trasparenti. Sull'apparecchio può anche essere applicato il dispositivo per la proiezione microscopica.

Il Servizio Tecnologico Municipale di Torino oltre ad un campionario di materiale vario per illuminazione e ad una serie di fotografie e diagrammi illustranti le condizioni della illuminazione pubblica in quella città, esponeva un gruppo di apparecchi fotometrici, alcuni dei quali costruiti nello stesso laboratorio municipale.

Fra questi vi era una sfera di Ulbricht di 75 cm. di diametro in lamiera di zinco a spicchi saldati e rivestita di solfato di bario; un fotometro di Weber trasportabile; un fotometro pure trasportabile di Trotter, specialmente adatto per misure di illuminazione; e un apparecchio speciale per la misura della intensità orizzontale delle lampadine ad incandescenza.

Il reparto di Radiotelegrafia dell'Arsenale della R. Marina esprimeva esemplari di materiale per radiotrasmissioni, costruttivamente affini al materiale d'illuminazione a incandescenza.

I triodi tipo I.E.R.T., costruiti nel Laboratorio Valvole Joniche della R. Marina, per ricezione con filamenti di tungsteno ordinario, funzionano sotto una tensione anodica di 40-80 V e il loro filamento è reso incandescente da una corrente di 0.72 A alla tensione di 3.8 V. In essi il vuoto, ottenuto con pompe molecolari, viene ulteriormente spinto facendo bruciare una lastrina di magnesio nell'interno del bulbo; si ottiene così un vuoto più spinto che non col vecchio sistema dell'aria liquida.

Di più recente costruzione da parte della R. Marina, sono i triodi a filamenti di tungsteno al torio che permettono di ottenere la stessa emissione elettronica funzionando a una temperatura inferiore di quelli a tungsteno ordinario.

Erano esposti anche apparecchi trasmettenti e ricevitori completi costruiti dall'Officina Radiotelegrafica dell'Arsenale di Spezia.

Un tipo recente a onde corte (150 m) consta di un solo triodo alimentato con tensione anodica alternativa che permette di ottenere onde interrotte, per le quali si richiede un apparecchio ricevente più semplice. Un altro trasmettitore per onde da 100 m consta di due triodi alimentati con tensione anodica continua ottenuta mediante un rettificatore a diodi trifase che può essere alimentato a frequenza industriale.

Fra gli apparecchi riceventi vi erano un tipo per onde continue e persistenti per lunghezze d'onde da 600 a 20.000 m; altri per radiotelegrafia e radio telefonia per onde di diversa lunghezza, anche per onde corte fino a 100 m.

Un ricco assortimento di valvole ioniche presentava anche la Ditta Philips già citata; meritevoli di attenzione particolare i tipi «Miniwatt» a consumo ridotto e grande durata. Vi era poi un nuovo tipo di raddrizzatore di corrente a tubo elettronico con resistenza che regola automaticamente la corrente raddrizzata a 1,3 A circa.

Per la tecnica dei Raggi X la Philips ha studiato un tipo di tubo «Philips Metalix» costruito in modo da proteggere efficacemente l'operatore. Il catodo è costituito da un filamento di tungsteno scaldato al rosso da una batteria d'accumulatori da pochi V; l'anticatodo è costituito da una placca di tungsteno. I raggi X sono costretti a seguire la direzione dell'asse del tubo da apposite pareti di piombo, senza poter quindi colpire l'operatore.

Nel loro complesso le sale del Palazzo degli Studi con gli impianti sperimentali esterni costituivano una mostra varia ed interessante che richiamò l'attenta considerazione degli intervenuti al Congresso.

RENATO SAN NICOLÒ.

:: SUNTI E SOMMARI ::

ELETTROFISICA.

N. CARRARA — Sulla riflessione totale dei raggi X. (N. Cimento - Nuova Serie - Anno I, N. 1, gennaio-aprile 1924, pag. 107).

L'A., seguendo un metodo sperimentale analogo a quello già usato dal Compton (1), cerca di provare l'esistenza della rifrazione dei raggi X per via della riflessione totale. L'A. adopera un potente tubo Röntgen, con l'anticatodo di tungsteno, ed utilizza la radiazione radente alla faccia dell'anticatodo, la quale, dopo aver attraversato opportuni schermi limitatori, colpisce uno specchio di vetro argentato, sostenuto dal centro zenitale di un piccolo teodolite. Così è possibile ottenere, al disotto di un certo angolo critico di incidenza, la riflessione totale, ed è possibile studiarne gli spettri con una camera di ionizzazione, come faceva il Compton, ovvero usando lastre fotografiche, come fa l'A. Sulla lastra fotografica si ottengono due righe (vedi fig. 1); una contrassegnata, nelle fotografie riportate, con la lettera *b*, corrispondente a raggi che oltrepassano lo specchio senza incontrarlo e quindi senza subire deviazioni; l'altra, *a*, corrisponde ai raggi che incontrano lo specchio e si riflettono. Eseguendo

diverse fotografie con angoli di incidenza complementari $6', 50''$; $10', 30''$; $14', 15''$; si osserva, che l'intensità riflessa, in confronto alla trasmessa va diminuendo, e ciò è dovuto a riflessione totale di porzioni decrescenti di radiazioni, cioè di quelle per cui non è sorpassato l'angolo limite.

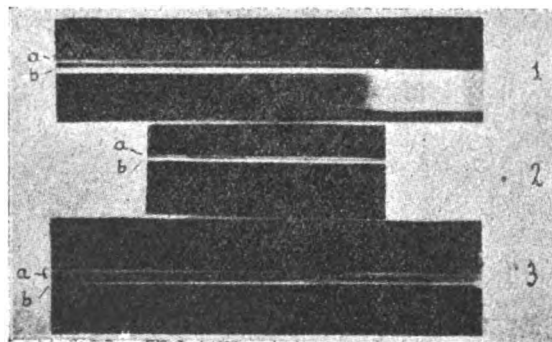


Fig. 1.

L'A. tenta poi l'esperienza per la misura diretta, con i comuni reticoli di diffrazione, della lunghezza d'onda dei raggi X. Però adoperando come specchio sia un reticolo replica di Rowland, con 14.478 righe per pollice, sia un reticolo di Rutherford metallico, con 8640 righe per pollice, sia finalmente un reticolo speciale fabbricato dalla Joluss Hopkins University (che ha il pregio di concentrare la massima parte dell'intensità incidente in un solo spettro che è del primo ordine e risulta dieci volte più intenso dell'altro spettro di primo ordine) non ha mai ottenuto, nelle fotografie, alcuna impronta di raggi diffratti.

L'A. spera tuttavia poter trovare o preparare appositamente un reticolo che permetta la riuscita dell'esperienza.

b. na.

* *

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

E. PUGNO-VANONI — Uso del tubo di Braun per prove sui dielettrici a varie tensioni e temperature. (Rend. R. Istituto Lombardo, Vol. LVI, Fasc. XIII-XV, 5 luglio 1923).

Al fine di evitare le difficoltà che si incontrano usando campi elettrostatici ad alta tensione per deviare il pennello di raggi catodici nel tubo di Braun, difficoltà notate in precedenti esperienze (vedi *Elettrotecnica*, vol. 11, n. 25, 5 settembre 1924, pag. 614), l'A. utilizza in queste ricerche la deviazione magnetica del fascio catodico, e varia la fase dei campi magnetici in modo da ridurre al minimo l'area del ciclo, rinunciando così alla misura delle perdite, ma rendendo più visibili le alterazioni che possono intervenire nel dielettrico.

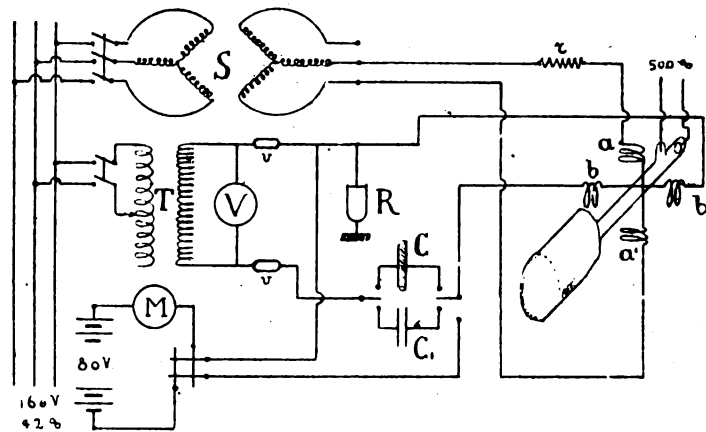


Fig. 1.

Sul fascio catodico vien fatto agire un primo campo magnetico (*a*, *a'*, fig. 1), alimentato, attraverso ad uno sfasatore *S*, da una tensione alternativa sinusoidale: si ottiene così sullo schermo del tubo una retta, che in opportuna scala può rappresentare la tensione applicata al dielettrico contenuto in *C*. Normalmente ad *a*, *a'* agisce un secondo campo *b*, *b'*, alimentato attraverso al condensatore *C*, contenente il materiale in esame, da un trasformatore elevatore regolabile *T*, che riceve al primario la stessa tensione alimentante lo sfasatore. Questo secondo campo imprime al fascio catodico spostamenti ortogonali rispetto a quelli prodotti da *a*, *a'*, e dipendenti dalla polarizzazione che subisce il dielettrico.

L'azione contemporanea dei due campi dà una figura sullo schermo, la quale, sino a che la corrente attraversante il condensatore è proporzionale alla tensione applicata, può essere ridotta ad una retta manovrando lo sfasatore; quando però la proporzionalità diretta cessa, la manovra dello sfasatore porta ad ottenere una curva che, secondo l'A., può servire a individuare il comportamento del dielettrico.

(1) Phyl. Mag. 1923.

Speciali dispositivi di verifica vengono usati per evitare l'introdursi di errori a causa del ferro del trasformatore e dello sfasatore, e per stabilire le scale della figura.

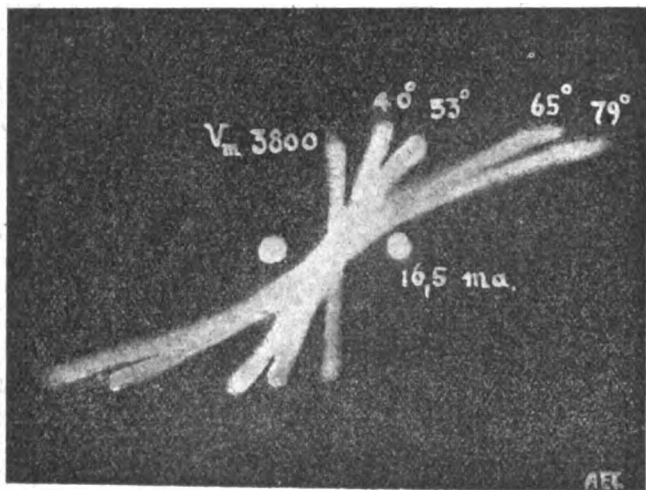


Fig. 2.

Una serie di fotografie mostra poi i diversi comportamenti di condensatori di carta impregnata d'olio, col crescere della temperatura (fig. 2) e della tensione (fig. 3 e 4), rendendo evidenti i fenomeni che si producono nelle varie circostanze, quali un rapido cedimento del dielettrico al di là di certi limiti. Buoni condensatori in mica bianca

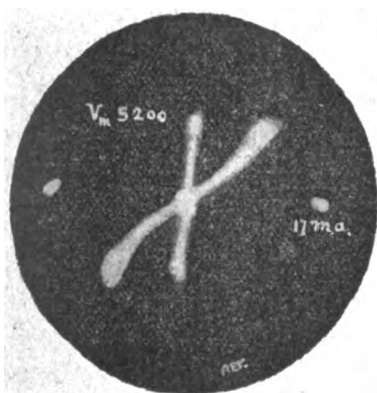


Fig. 3.

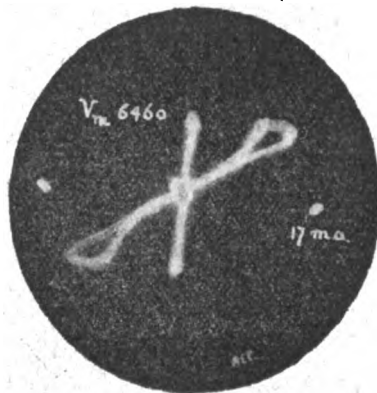


Fig. 4.

permisero in tutto il campo sperimentato di ottenere sempre diagrammi rettilinei sullo schermo.

L'A. spera di potere, con qualche opportuna modifica semplificativa, ottenere un metodo rapido di verifica delle condizioni d'isolamento delle macchine elettriche e dei cavi.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

E. BELLINI — Un nuovo radiogoniometro unilaterale. (Onde Electrique, Vol. III, N. 29, maggio 1924, pag. 233).

L'aereo a telaio è un aereo «bilaterale», cioè un aereo che trasmette e riceve con la medesima intensità in due direzioni differenti fra loro di 180°. Esso permette di determinare la direzione di una stazione trasmittente, ma non permette di determinarne il senso. Per esempio esso indicherà che una stazione si trova nella direzione N-S, ma non è atto ad indicare se essa si trovi al Nord o al Sud.

La conoscenza del senso di una stazione è in alcuni casi di grande importanza, specialmente per la navigazione. Un radiogoniometro «unilaterale» permette di determinare il senso di una stazione trasmittente.

Dopo un rapido cenno dei tentativi fatti da Marconi e Blondel per realizzare un sistema unilaterale, l'A. ricorda il sistema Bellini-Tosi consistente nella sovrapposizione dell'azione di un'antenna verticale a quella di un aereo a telaio. Invece di un'antenna verticale separata si può adoperare il quadro medesimo come antenna verticale. La curva ideale di questo sistema è la cardioide. Per ottenerla è necessario che le azioni dei due aerei oltre ad essere uguali e in fase durante lo stato di regime, lo siano anche durante gli stati transitori, al principio e alla fine di ogni segnale. Occorre perciò che gli smorzamenti dell'aereo verticale e di quello a telaio siano uguali.

L'A. ricorda in seguito l'effetto di antenna verticale degli aerei a telaio, effetto assai nocivo all'esattezza della radiogoniometria e i metodi di Mesny e di de Bellescize per rendere innocuo o sopprimere questo effetto.

L'azione verticale tende a far funzionare un aereo a telaio come aereo unilaterale. Ma l'unilateralità così ottenuta è insufficiente per gli scopi pratici. L'A. dimostra la ragione di questa insufficienza e fonda il suo nuovo apparecchio sull'utilizzazione razionale della debole corrente verticale, per la quale l'aereo a telaio funzionante come antenna verticale non è sintonizzato.

Il principio del nuovo apparecchio è rappresentato in fig. 1. Il centro del telaio è collegato alla terra attraverso un reostato. Quando la resistenza di questo reostato è nulla, l'azione verticale è soppressa, il telaio è bilaterale e serve per la determinazione della direzione. Quando la resistenza del reostato aumenta, l'azione verticale aumenta fino a raggiungere il valore massimo per un certo valore del reo-

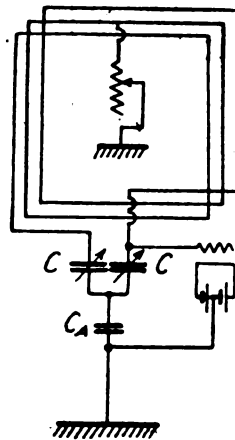


Fig. 1.

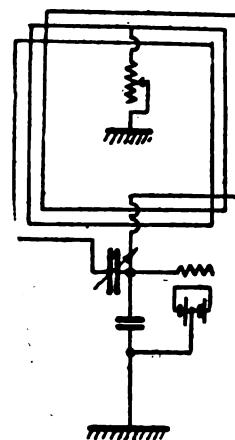


Fig. 2.

stato, oltre il quale valore l'aumento di resistenza non ha più alcun effetto. Quando dunque il reostato ha un certo valore, le correnti «verticali» passano in proporzioni uguali attraverso i due condensatori d'accordo CC e in totalità attraverso il condensatore fisso C_A, la cui capacità è sufficientemente piccola perchè la d.d.p. fra le sue armature generata dalla debole corrente verticale sia massima. L'amplificatore, collegato come lo mostra la figura, è sottoposto alla d.d.p. risultante dall'azione direttiva e da quella verticale. Ruotando il telaio in un senso o nell'altro si determina in quale senso l'intensità di ricezione è massima. Il senso dell'intensità massima deve coincidere col senso della stazione trasmittente. In caso contrario, o si sposta l'indice dell'apparecchio di 180° o si invertono le connessioni del telaio con i condensatori CC. Il reostato viene regolato fino ad ottenere la massima differenza fra le intensità in un senso e nell'altro. Questo reostato, di qualche migliaia d'ohm, serve anche a stabilire la comunicazione fra la prima griglia e la batteria d'accensione. La figura mostra che è il punto centrale di questa batteria che viene messo a terra.

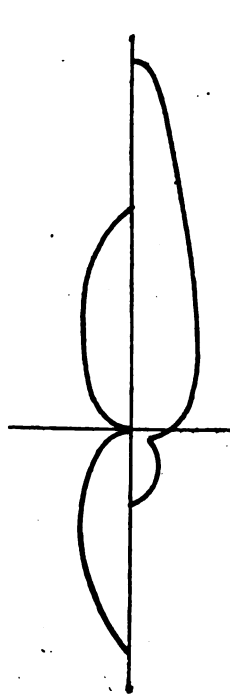


Fig. 3.

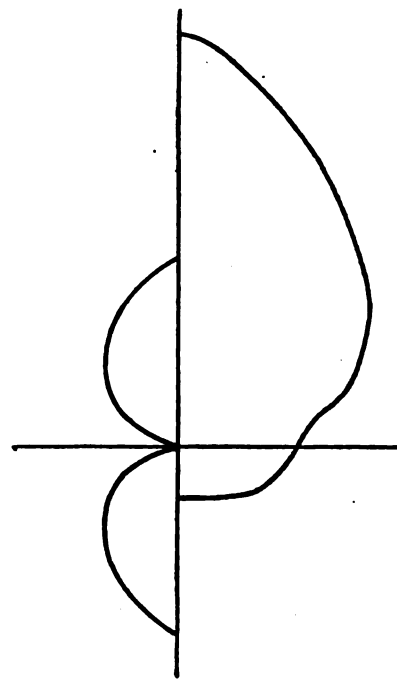


Fig. 4.

Per evitare l'uso dispendioso di due condensatori variabili uguali collegati meccanicamente, altri schemi, indicati nel lavoro originale, possono essere adottati. Uno di questi è rappresentato dalla fig. 2. Le figure 3 e 4 mostrano i diagrammi bilaterali e unilaterali ottenuti per due lunghezze d'onda differenti con il nuovo apparecchio e con

lo schema della fig. 2. Questi diagrammi sono stati ottenuti col metodo del telefono shuntato. La portata del nuovo apparecchio è tale che esso ha permesso di ricevere di giorno nei dintorni di Parigi la stazione di S. Cataldo di Bari. Il telaio è formato da dieci spire di m. 0,70 di lato. Questo apparecchio è costruito in Francia dalla Società Française Radioélectrique ed è già largamente adottato nella marina mercantile.

*

M. MALGOUZOU — Per ricevere le onde molto corte. (L'Onde Électrique, Vol. 3°, N. 27, marzo 1924, pag. 129).

Poichè la radiotelegrafia militare francese sta effettuando importanti esperienze sulle onde di circa 9 m di lunghezza, l'A. dà alcuni suggerimenti per la costruzione di apparati atti a ricevere tali onde.

Per la captazione dei segnali egli consiglia il complesso misto rappresentato nella fig. 1, che presenta spiccatissime proprietà direttive e con il quale egli ha ottenuto ottimi risultati.

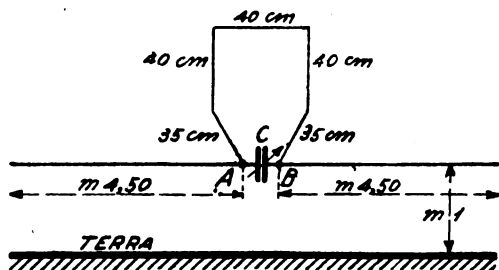


Fig. 1.

Allorchè il telaio è sintonizzato esso costituisce una fortissima impedenza inserita fra le due semi antenne, di modo che nei punti A e B si hanno due nodi di intensità; perchè allora il sistema sia accordato occorre che i tratti orizzontali siano lunghi un numero intero di semionde. Non volendo ricorrere a delicati sistemi di reazione conviene che tale lunghezza sia di una sola semionda per non perdere per resistenza ciò che si guadagna nella captazione. L'accordo del sistema può effettuarsi in questo modo: sintonizzato il telaio, p. es., su 9 metri, lo si accosta, sconsesso dalle semi antenne, ad una eterodina oscillante anch'essa su 9 metri, fino a che l'apparecchio di controllo non accusi una sensibile sottrazione di energia. Connettendo allora i due tratti orizzontali, se essi sono di giusta lunghezza, l'indicazione dell'apparecchio deve diminuire ancora.

Il condensatore C è costituito da due lamine di 30 cm² a 1 mm di distanza. Per le due semi antenne è consigliabile l'uso di tubo metallico, sufficientemente rigido ed elettricamente poco resistente.

La ricezione può anche essere fatta, meno vantaggiosamente però, per mezzo di un telaio o di una antenna non sintonizzata; risulta allora però pressochè indispensabile l'utilizzazione dei fenomeni di reazione.

Il raddrizzamento può essere fatto con cristallo; tuttavia è più conveniente l'uso di un triodo per il quale, nel caso particolare, non occorre neanche il condensatore shunt sulla resistenza di griglia.

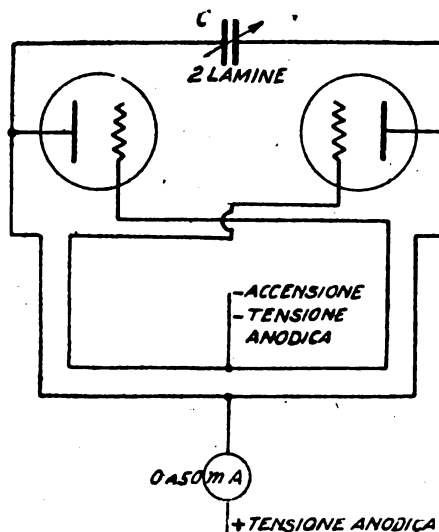


Fig. 2.

Una eterodina per onde dell'ordine di 10 m può essere costruita secondo lo schema della fig. 2 nel modo rappresentato in fig. 3; le due spire potranno essere fatte con piattina di rame, per es. di 1 cm x 1 mm, ed essere disposte affiancate secondo i bordi minori (figura 4).

Come apparecchio di controllo potrà inserirsi un milliamperometro nel circuito anodico (0 ÷ 50 mA) oppure nel circuito di griglia (0 ÷ 15 mA). Il condensatore C sarà uguale a quello del telaio. Esso serve a far variare la lunghezza dell'onda generata, scopo che può conseguirsi anche (ma in maniera meno comoda) variando l'accoppiamento fra le spire oppure modificandone la lunghezza.

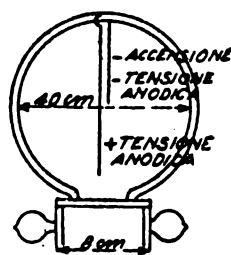


Fig. 3.

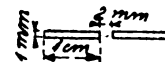


Fig. 4.

Per la taratura si fa uso dei fili di Lecher. Si dispongono due conduttori paralleli orizzontali, e si connettono ai capi di una semicirconferenza verticale, come è indicato nella fig. 5.

Accoppiando induttivamente le spire dell'eterodina con la semicirconferenza e misurando la distanza fra due posizioni successive di un ponte mobile sui conduttori in corrispondenza delle quali l'apparecchio di controllo accusa una notevole sottrazione di energia, si

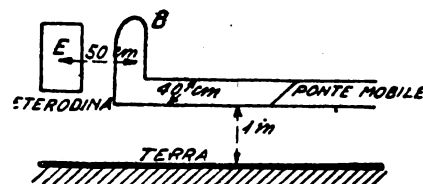


Fig. 5.

ottiene la semilunghezza dell'onda di emissione. Si potrebbe così graduare il condensatore dell'eterodina in lunghezza d'onda, ma ciò non è conveniente dato che su questa grandezza influiscono sensibilmente il grado di accensione dei triodi ed il valore della tensione anodica. Sarà perciò più conveniente tarare un ondometro il quale potrà essere costituito da un anello circolare avente 15 cm di diametro nel quale sia intercalato un condensatore variabile ad aria di superficie



Fig. 6.

doppia di quelli già descritti (quattro lamine invece di due) (fig. 6). La taratura sarà eseguita confrontando l'ondometro con l'eterodina oscillante su onda preventivamente misurata con i fili di Lecher.

Un ottimo complesso raddrizzatore a reazione è costituito dalla eterodina sopra descritta nella quale un telefono è intercalato nella connessione tra il centro della spira che fa capo alle placche ed il polo positivo della batteria anodica, ed una resistenza, variabile da

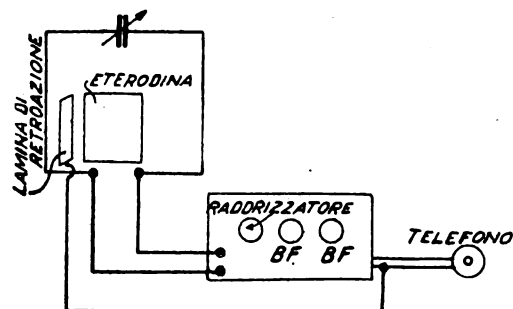


Fig. 7.

2000 ÷ 100 000, è inserita fra il centro della spira che fa capo alle griglie ed il polo negativo dei filamenti. La reazione può comandarsi variando l'accensione oppure l'accoppiamento fra le spire delle griglie e degli anodi o, meglio, mediante un circuito di assorbimento il quale può essere costituito dall'ondometro.

Il complesso ricevente può costituirsi scegliendo ed aggruppando opportunamente, a seconda della distanza della stazione trasmittente, i vari elementi descritti. Per le piccole e medie distanze potrà usar-

si un raddrizzatore a cristallo connesso ad un amplificatore b. f. a due stadi; sarà però allora necessario l'impiego di un sistema collettore accordato. Potranno usarsi le stesse batterie per l'eterodina e l'amplificatore; la loro posizione non sarà però, in generale, indifferente. Usando un triodo per il raddrizzamento, se si conatterà elettricamente una piastra metallica di circa 20×20 cm con l'anodo della seconda valvola dell'amplificatore e la si porrà in vicinanza dell'eterodina, si troverà in generale una posizione, ben definita, nella quale la intensità della ricezione è fortemente aumentata (fig. 7). Ciò perchè in tal modo si sarà creata una retroazione per capacità che avrà trasformato il complesso eterodina amplificatore in sistema a reazione. Si intuisce che risultati ancora migliori si otterranno impiegando il complesso raddrizzatore a reazione a due triodi più sopra descritto. A distanze anche relativamente grandi potrà essere soppresso il sistema collettore bastando per la captazione le spire delle griglie e degli anodi; per distanze piccole non sarà neppure necessario l'amplificatore b. f. e si potrà ricevere intercalando (preferibilmente con l'intermediario di un trasformatore) un telefono nella connessione fra il centro della spira delle placche e il polo positivo della batteria anodica.

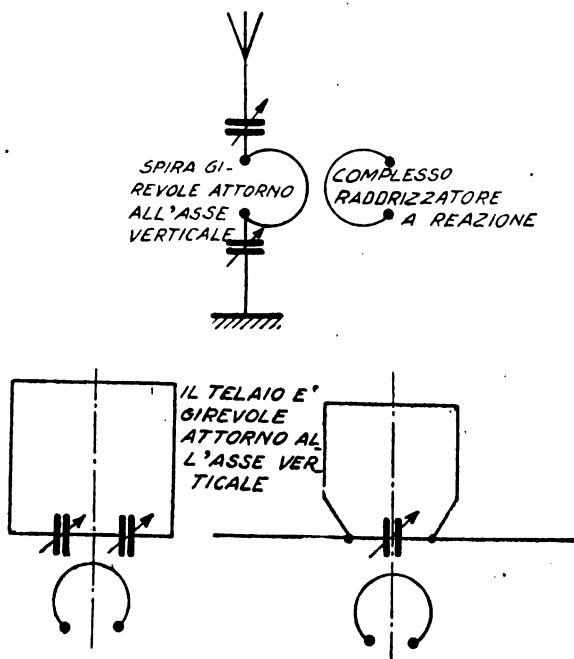


Fig. 8

Per la ricezione alle grandi distanze è necessario l'impiego di un sistema collettore. Il suo accoppiamento col complesso raddrizzatore a reazione potrà essere ottenuto tanto per induzione (fig. 8), quanto per capacità (fig. 9), per derivazione o per mezzo di triodi

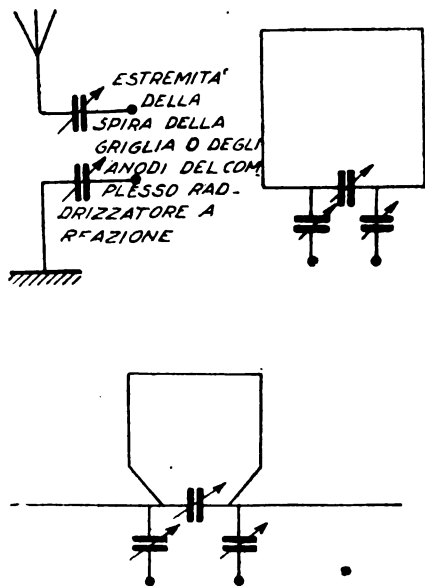


Fig. 9.

(fig. 10). In questi tre ultimi casi si può operare tanto sulle griglie quanto sulle placche. E' condizione essenziale rispettare la simmetria; è importantissimo ridurre al minimo le connessioni.

Nell'accoppiamento con triodi le due valvole dovranno essere

montate in opposizione nel modo più volte descritto e, poichè interessa che non si inneschino oscillazioni parassite, è preferibile che il circuito delle placche sia aperiodico e che fra esso e quello delle

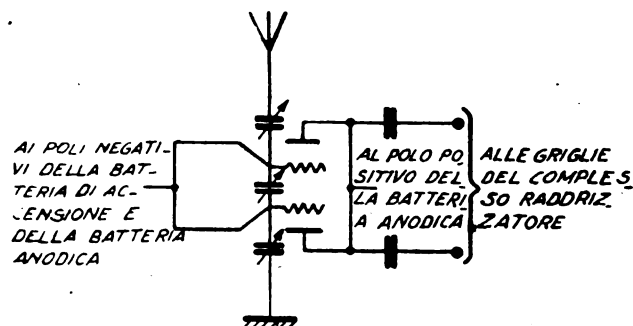


Fig. 10.

griglie l'accoppiamento sia positivo. Questo ultimo tipo di accoppiamento, che dà luogo ad una amplificazione a. f., è il più efficace. U. Ru.

:: :: CRONACA :: ::

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Un nuovo tipo di contatore a tariffa multipla. — Sono noti da tempo i vantaggi di una tariffa multipla nella vendita dell'energia elettrica, tariffa che favorendo il consumo nelle ore di maggiore disponibilità permetterebbe di rendere più uniforme il diagramma di carico delle Centrali e di realizzare quindi una utilizzazione più completa degli impianti.

Difficoltà varie di ordine costruttivo, e da noi anche di ordine fiscale, si sono fino ad ora opposte alla diffusione di un tale tipo di tarifficazione che in molti paesi dell'estero, come ad esempio nella Svizzera, è largamente usato. Si sono studiati molti tipi di contatori cosidetti a tariffa multipla, capaci cioè di tenere conto automaticamente del diverso valore dell'energia consumata in diverse ore della giornata e nelle diverse epoche dell'anno.

Generalmente tale principio è realizzato dal contatore registrando non la potenza integrale consumata dall'utente, ma una quota parte di essa proporzionale alla riduzione di tariffa vigente nell'ora del consumo; la potenza fittizia registrata in tal modo dal contatore viene poi fatturata tutta alla tariffa massima.

Su questo schema è basato anche un tipo recentissimo di contatore a tariffa multipla costruito nella Svizzera.

Il contatore registra integralmente, nel modo solito, l'energia consumata dall'utente durante le ore nelle quali vige la tariffa massima. Nelle altre ore, vengono automaticamente prodotte delle interruzioni periodiche nel circuito di tensione del contatore; tali interruzioni si susseguono a intervalli brevi onde la registrazione segua bene l'andamento del consumo, e sono di durata diversa a seconda della riduzione di tariffa di cui si deve tener conto. E' evidente che in tal modo la registrazione del contatore diventa proporzionale alla tariffa vigente. Le interruzioni sono prodotte da un sistema d'orologeria centrale che comanda più contatori. Ciascuno di questi poi porta anche un quadrante registratore comune che permette di misurare l'effettivo consumo integrale.

La figura 1 rappresenta appunto tale contatore a due quadranti, di cui la figura 2 fa vedere schematicamente il meccanismo. L'interruzione nella registrazione del contatore è ottenuta mediante l'elettromagnete B, il quale, quando è eccitato, richiama la testa A di una leva ad angolo impernata in O. La leva comanda all'altro estremo, mediante un supportino con zaffiro, l'alberetto D che a mezzo di ruota dentata trasmette il movimento all'albero E del disco del contatore. Quando A si solleva, l'alberetto D cade e cessa l'ingranamento.

Le connessioni elettriche si effettuano come nei soliti contatori. Il filo di tensione, che proviene dal meccanismo d'orologeria cen-

trale, si salda al contatore con un serrafile speciale. L'elettromagnete deve essere derivato sulla tensione più bassa che si abbia a disposizione nel contatore; ad esempio fra fase e neutro come è indicato in figura 3. In serie con l'elettromagnete è disposta una resistenza addizionale; per tensioni superiori ai 350 V essa viene montata esternamente al contatore; in questo ultimo caso si può anche, più opportunamente, fare uso di un piccolo trasformatore.

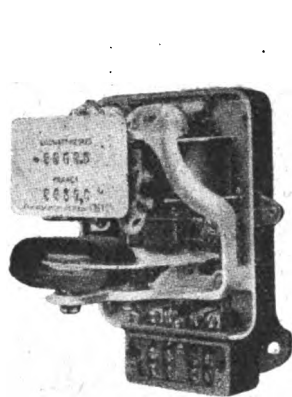


Fig. 1.

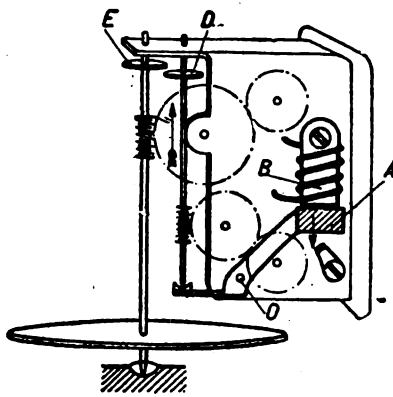


Fig. 2.

Il contatore è graduato in modo da indicare direttamente il prodotto degli kWh consumati, pel prezzo di tariffa; si legge cioè direttamente la somma che l'utente deve pagare. Come si è detto, vi è anche un quadrante normale per la registrazione del consumo integrale.

L'apparecchio centrale, fig. 4, che comanda le interruzioni è costituito da un dispositivo d'orologeria perfezionato e costruito in

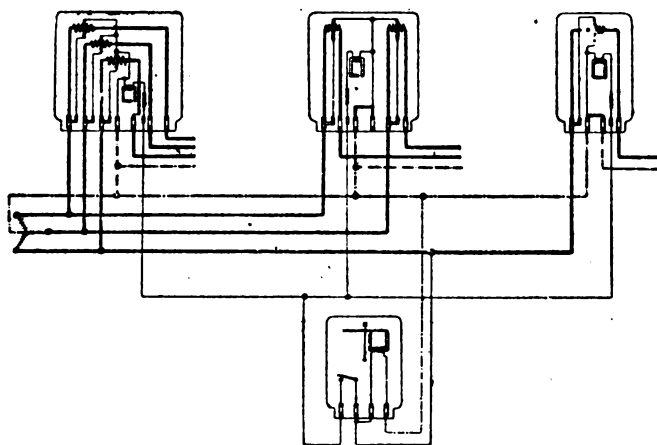


Fig. 3. — Schema di connessione dei contatori e dell'orologio.

modo da dare ogni garanzia di regolarità. La carica avviene elettricamente mediante un motorino a campo rotante a bassissimo consumo; uno speciale dispositivo di arresto e di sicurezza permette di trasportare l'apparecchio senza pericolo alcuno pel pendolo. Vi è anche un dispositivo a molla, pure a carica automatica, il quale costituisce una riserva che assicura il funzionamento per due giorni anche nel caso di una improvvisa interruzione della corrente.

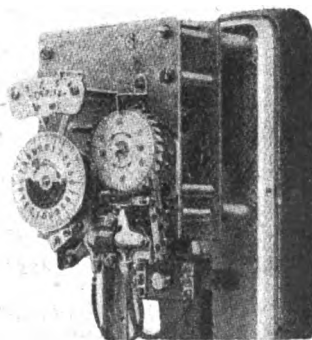


Fig. 4. — Apparecchio centrale a orologeria.

L'interruttore propriamente detto è costituito da un tubo a vuoto contenente del mercurio, nel quale penetrano due elettrodi di platino. Il tubo è mobile per mezzo di leve a bilancere comandate da una ruota a rocchetto e da viti manovrabili mediante le quali può essere regolato con esattezza il tasso di tariffa. L'interruttore a mercurio provoca ogni due minuti una interruzione proporzionale alla tariffa in vigore. La durata di applicazione delle diverse tariffe è comandata da una vite a galletto poggianti su un disco a gradini che fa un giro al giorno, ed è situato dietro il quadrante delle ore il quale porta un indice fisso. Il disco a gradini è facilmente ricambiabile, per adattare

secondo le stagioni le ore di applicazione delle diverse tariffe. A tale scopo la scatola dell'orologio, che è a chiusura ermetica, è provvista di una finestra, con dispositivo di piombatura, per mezzo della quale si può effettuare il cambio del disco a gradini secondo le stagioni, senza procedere a lavori di smontaggio.

L'orologio centrale può comandare fino a 15 contatori; esso è collegato ai contatori mediante un apposito conduttore di comando che fa capo ad un morsetto speciale.

Il dispositivo che abbiamo descritto è stato applicato presso tutti gli utenti in oltre 16 centri di consumo della Svizzera.

GIUSEPPE ROSTAIN.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Gli impianti radio dell'yacht « Elettra ». Nei *Proc. I. Radio Eng.* (febbraio 1924, vol. 12, n. 1, pag. 9), E. A. Payne, dopo riportati alcuni dati costruttivi dell'yacht « Elettra », di proprietà del sen. Marconi, dà notizie sull'impianto elettrico e più specialmente su quello radiotelegrafico. L'illuminazione è fatta mediante batteria di accumulatori di 36 elementi con una capacità di 500 amp-ore. Tale batteria può essere usata anche per la radio quando la dinamo non è in moto. A bordo è sistemato un ricevitore di segnali sottomarini (due microfoni collocati a destra e a sinistra della nave: quello che dà suono più intenso è meglio orientato sulla direzione del segnale). Vi è inoltre una girobussola con ripetitrici in vari punti della nave.

Gli impianti radio sono i seguenti:

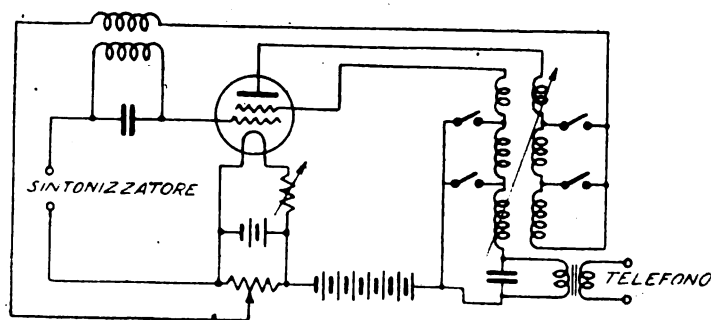
a) Trasmettitore radiotelegrafico a valvola. — E' alimentato da un motore-alternatore mosso dalla batteria di accumulatori. L'accensione del filamento si fa riducendo, mediante trasformatori, la tensione alternata; l'alta tensione anodica si ottiene invece innalzando la medesima tensione a 12 500 V e raddrizzandola poi mediante due diodi: si ha così una tensione quasi assolutamente costante di circa 8000 V. Essa alimenta un ordinario trasmettitore a tre triodi colle placche in parallelo. La manipolazione si fa interrompendo il circuito di griglia; si possono ottenere lunghezze d'onda comprese fra 200 e 3000 metri.

b) Telefonia. — Lo stesso apparato può servire per comunicazioni radiotelefoniche. La modulazione avviene mediante due triodi in parallelo le cui placche sono connesse, attraverso una forte induttanza con ferro, al polo positivo dell'alta tensione continua, e le cui griglie sono collegate alla placca di un triodo amplificatore controllato, nel circuito di griglia, dal microfono.

c) Apparato trasmettente a scintilla. — E' azionato da un motore alternatore; l'energia è fornita dalla batteria. Potenza dell'alternatore KW 1,5; frequenza 500 periodi; tensione 200 V che viene alzata da un trasformatore. Un commutatore a tre posizioni permette, variando l'induttanza primaria e quella d'arco, di realizzare le tre lunghezze d'onda di 450, 600, 800 metri. Lo spinterometro è del tipo Wien.

d) Piccolo apparato di riserva a scintilla. — L'energia è presa da una batteria di 12 elementi che alimenta un motore alternatore. La potenza dell'alternatore è di 0,25 kW e la frequenza di 800 periodi; la tensione a mezzo trasformatore è elevata a 2000 V. Anche in esso lo spinterometro è del tipo Wien.

Completano l'impianto radiotelegrafico propriamente detto un sintonizzatore per la ricezione composto di due circuiti accoppiati, che possono essere sintonizzati per lunghezze d'onda comprese fra 200 e 25.000 metri, di un detector amplificatore e di un generatore di oscillazioni locali per la ricezione di onde continue. Il detector amplificatore è costituito da una sola valvola a quattro elettrodi che serve per la amplificazione ad alta frequenza, per il raddrizzamento e per l'amplificazione a bassa frequenza. Lo schema del circuito è riprodotto in figura.



L'« Elettra » è inoltre munita di impianto radiogoniometrico con i due aerei triangolari disposti uno per chiglia e l'altro per il traverso: il goniometro propriamente detto è del solito tipo della Marconi.

L'amplificatore detector per il radiogoniometro è a sei valvole di cui le prime quattro amplificatrici ad alta frequenza, la quinta raddrizzatrice e l'ultima amplificatrice a bassa frequenza. L'apparato radiogoniometrico può essere anche usato per la ricezione radiotelegrafica ordinaria.

C. C.

I Soci vitalizi o perpetui sono i più benemeriti dell'Associazione.

:: Note Politiche, Economiche e Finanziarie ::

Movimento delle Società Elettriche

nel mese di Novembre

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Società Anonima Medese di Elettricità — Meda.
Aumenta il capitale sociale portandolo da L. 1.000.000 a L. 2 milioni e mezzo, mediante emissione di 2500 azioni da L. 100.

Soc. An. Perfect Insulation Co. - S. A. Isolanti — Milano.
In assemblea straordinaria è stato deliberato l'aumento del capitale sociale da L. 160.000 a L. 500.000.

Società Anonima Radio Italia — Roma.
E' stato deliberato di aumentare il capitale sociale portandolo da 5 a 7 milioni mediante emissione di 4000 nuove azioni da L. 500 ciascuna.

Soc. Italiana per la Radioaudizione Circolare - SIRAC — Milano.
Venne stabilito di emettere 14.000 nuove azioni da L. 100 portando il capitale sociale da L. 100.000 a L. 1.500.000.

Società Sabina di Elettricità — Roma.
Aumenta il capitale da L. 50.000 a L. 2.000.000.

Società Anonima Radiofono — Roma.
Venne deliberato l'aumento del capitale sociale da L. 100.000 a L. 6.000.000 mediante emissione di 11.800 azioni da L. 500.

Società Elettrochimica del Toce — Villadossola.
Venne deliberato di procedere alla riduzione del capitale sociale a L. 10.000, aumentandolo successivamente fino a L. 1.000.000 colla emissione di 9900 azioni da L. 100.

Società Anonima Apparecchi Radiofonici — Milano.
E' stato deliberato l'aumento del capitale da L. 50.000 a L. 1 milione.

Società Idroelettrica dell'Alto Savio — Roma.
Venne deliberato l'aumento del capitale da L. 4.000.000 a L. 8 milioni mediante emissione di 8000 azioni da L. 500.

Società Anonima Radioaraldo — Roma.
E' stato deciso di emettere 6000 nuove azioni da L. 100 portando il capitale sociale da L. 1.000.000 a L. 1.600.000.

Società Anonima Centrale di Elettricità — Torino.
Il capitale è stato elevato da L. 20.000.000 a L. 40.000.000 e potrà essere ulteriormente elevato a L. 60.000.000.

Società Elettrotermica Italiana — Torino.
Riduce il proprio capitale da L. 2.500.000 a L. 1.250.000 portando le azioni da L. 100 a L. 50.

COSTITUZIONI E SCIoglimenti di Società.

Società An. Eltia - La Telefonia Automatica — Milano.
Venne costituita con capitale di Lire 300.000 in 600 azioni da L. 500 per l'industria e il commercio di materiale telefonico.

Società Elettrica Lomellina — Novara.
Si è costituita con capitale di L. 650.000 diviso in 1300 azioni da L. 500.

Società Ligure-Piemontese di Elettricità — Torino.
Si è costituita questa Società per la costruzione e l'esercizio di impianti idroelettrici. Il capitale è di L. 1.000.000 diviso in 10.000 azioni da L. 100.

Broadcasting - Società Italiana Radiofoni — Milano.
Si è costituita con capitale di L. 100.000 in 200 azioni da L. 500, per l'industria e il commercio di apparecchi radiotelefonici.

Soc. Anon. Fabbricazione Apparecchi Radiotelefonici - SAFAR - Carenzi e C. — Milano.
Con capitale di L. 50.000 diviso in 500 azioni da L. 100, si è costituita questa Anonima, che è una trasformazione della precedente Società in accomandita dello stesso nome.

Società Italiana Metallurgica Elettrolitica SIME — Milano.
Si è costituita con capitale di L. 50.000 distribuito in 100 azioni da L. 500.

Soc. An. Valguarnerese Industrie Elettriche — Valguarnera.
Si è costituita questa Anonima con capitale di L. 300.000 in 600 azioni da L. 500 (aumentabili a L. 500.000) per la produzione e distribuzione di energia elettrica.

Società Idroelettrica della Maiella — Bologna.
Si è costituita con capitale di L. 200.000.

Società Anonima ALE - Acqua, Luce Elettrica — Castrogiovanni.
Si è costituita con capitale di L. 540.000 in 54 azioni da L. 10.000 per l'acquedotto e l'illuminazione di Castrogiovanni.

Società Anonima Idroelettrica Valcuviana — Cittiglio.
Si è costituita con capitale di L. 500.000 in 100 azioni da L. 5000.

Società Anonima Radio — Roma.
Si è costituita con capitale di L. 100.000 per la costruzione e il commercio di apparecchi per radiotrasmissioni.

Unione Radiofonica Italiana - URI — Roma.
Si è costituita per l'esercizio di servizi radiotelefonici e radiotelegrafici per l'Italia e Colonie ed eventualmente all'estero. Capitale di L. 1.400.000 in 2800 azioni da L. 500.

Soc. An. Fabbrica Italiana Apparecchi Radiotelefonici — Torino.
Si è costituita con capitale di L. 60.000 per la costruzione e il commercio di apparecchi radiotelefonici.

Soc. Polesana Impianti Macchinari Elettrici — Rovigo.

Si è costituita con capitale di L. 20.000 in azioni di L. 1000, elevabili a L. 1.000.000.

Soc. An. Officine Elettrotecniche Paratore Face — Palermo.

Si è costituita con capitale di L. 180.000 in 1800 azioni da L. 100, elevabile a L. 500.000.

Società Telefonica Tirrena — Livorno.

Si è costituita questa anonima per l'industria telefonica, telegrafica e radio. Capitale L. 100.000 in 200 azioni da L. 500, aumentabili a L. 10.000.000 entro il 1925.

Società Forze Idrauliche Alto Cadore — Roma.

Si è costituita con capitale di L. 100.000 in 1000 azioni da L. 100.

Soc. An. Costruzione Lampade Elettriche ad Intensità Luminosa variabile — Roma.

Si è deliberato lo scioglimento anticipato di questa Società e la sua messa in liquidazione.

Società Radiotelegrafica Italiana — Milano.

E' stato deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua messa in liquidazione.

* *

L'esito inaspettato delle elezioni inglesi ha avuto larghe ripercussioni nell'ambiente politico non solo in Inghilterra ma anche in tutta l'Europa. La vittoria del partito conservatore fu così completa da portare come naturale conseguenza un indirizzo del tutto diverso dal precedente nella attività politica inglese.

Come era facile prevedere, il Gabinetto Mac Donald dovette rassegnare le proprie dimissioni trovandosi in grandissima minoranza. A succedere al leader labourista fu chiamato Baldwin il quale compose il proprio Gabinetto coi migliori nomi del partito conservatore. In complesso il nuovo Ministero inglese presenta una fisionomia che non si discosta molto da quella del 1923, precedentemente all'esperimento labourista.

Notiamo con compiacenza come Baldwin abbia colto la prima occasione di un suo discorso per dichiarare, fra l'altro che intende far approvare al più presto possibile la Convenzione per la cessione del Giuba, allo scopo di rendere sempre più strette ed amichevoli le relazioni coll'Italia.

Un primo clamoroso esempio del mutamento di rotta verificatosi nella politica estera inglese, si ebbe nelle relazioni colla Russia. Il Gabinetto Baldwin appena preso possesso del potere, inviava ai Soviet due note diplomatiche. In una di esse il Governo di Londra dichiarava di trovarsi nella impossibilità di raccomandare al Parlamento la ratifica dei trattati che il precedente Governo di Mac Donald aveva concluso colla Russia. La seconda nota di intonazione assai più aspra e ammonitrice si rifà alla famosa lettera Zinovieff pubblicata in Inghilterra alla vigilia delle elezioni politiche. Baldwin dichiara di possedere prove irrefutabili dell'autenticità della lettera, che ritiene esempio dei metodi sleali del Governo di Mosca e tale da non permettere la continuazione dei rapporti diplomatici.

Da parte russa si insiste nel dichiarare apocrita la lettera incriminata e si invoca su di essa un arbitrato al quale Baldwin non intende accedere. Il Governo dei Soviet pur prendendo atto con rincrescimento del rifiuto opposto alla ratifica dei trattati stipulati con Mac Donald, non sembra disposto a tagliare i ponti e si indugia nella ricerca di accorgimenti per nuove trattative; ma è probabile che dopo l'esempio delle ultime elezioni non sia facile trovare in Inghilterra un altro ministro disposto ad occuparsi di trattati anglo-russi!

La crisi inglese ha avuto una ripercussione indiretta anche sulla convocazione della prossima Conferenza di Roma sul disarmo. Essa venne infatti rinviata appunto su richiesta del Governo inglese il quale ha dichiarato di non avere davanti a sé il tempo necessario per studiare sufficientemente la questione.

In Francia la riscossa dei conservatori d'oltre Manica, ha segnato la ripresa di attività delle opposizioni al Ministero democratico di Herriot. La lotta si avvia a diventare vivace e ampia.

Molteplici sono le cause di irritazione delle destre contro il Governo, non esclusa la rinnovata politica di ostilità religiosa. Herriot ha sentito la minaccia e si avvia a pararla con una rinnovata attività di polemica oratoria. Non sarebbe tuttavia da meravigliarsi se il malcontento diffuso, salendo provocasse, come in Inghilterra, un rovesciamento più o meno rapido della situazione.

Si parla intanto molto di prossimi incontri fra i primi Ministri inglesi, francesi e italiani; questi incontri avverrebbero prima della convocazione della Conferenza di Roma la cui data non è ancora stabilita.

Appena salito al potere il Governo di Baldwin ha dovuto affrontare una situazione gravissima creatasi improvvisamente in Egitto. La propaganda rivoluzionaria spiegata nel Sudan dai nazionalisti egiziani si esplicò in delitti politici di cui rimase vittima il generale inglese, governatore del Sudan. Il Governo di Londra intervenne con grande energia, richiedendo scuse e indennità ed esigendo lo sgombero immediato di tutte le truppe e autorità egiziane dal Sudan. Per quanto gli Egiziani abbiano, sebbene a malincuore subito le condizioni imposte da Londra, la situazione rimane sempre torbida e pericolosa come ne sono indice anche gli ammutinamenti di truppe sudanesi, sporadicamente verificatisi.

La situazione nell'Egitto e gli eventuali suoi sviluppi interessano nel più alto grado così la Francia come l'Italia le quali vi hanno colonie numerose e fiorentissime. Per noi è particolarmente preoccupante la possibile ripercussione della propaganda nazionalista del Cairo

sugli arabi delle nostre colonie mediterranee. E' certo che anche di questo si parlerà nei prossimi colloqui diplomatici.

Crisi di Governo si è avuta anche in Austria. Il progressivo malcontento delle classi operaie e degli impiegati contro l'accorta ma severa politica di economie del Gabinetto Seipel, sboccò dopo parecchie agitazioni minori in uno sciopero generale dei ferrovieri. La situazione si aggravò in seguito al rinnovato contrasto colle Provincie circa la distribuzione del gettito delle imposte fra Governo centrale e Provincie. Si tratta sostanzialmente ancora di una ripresa di quel movimento ostile della periferia contro il centro, che è conseguenza naturale della sproporzione ormai esistente fra l'immensa capitale e il piccolo Stato.

Monsignor Seipel che da anni reggeva sapientemente le sorti della nuova Repubblica austriaca, preferì lasciare il potere, piuttosto che compromettere l'avviato risanamento del Paese.

La sua eredità fu raccolta dal deputato cristiano-sociale, Ramek il quale costituì il suo Gabinetto in parte coi Ministri già in carica con Monsignor Seipel. Il nuovo Gabinetto viene in generale accolto con indifferenza e si ritiene che esso non potrà se non continuare l'opera del precedente Governo.

La crisi jugoslava si fa sempre più complessa e pericolosa. Dopo le dimissioni di Davidovic, venne nuovamente chiamato al potere Pasic; il nuovo Ministero ha però un compito di semplice tradizione in quanto che la Scupcina venne per Decreto del re disciolta. Le nuove elezioni sono indette per febbraio. Si annuncia intanto la formazione di un nuovo partito di contadini croati dissidenti dalla propaganda rivoluzionaria e separatista di Radic. Il nuovo gruppo ha lanciato un proclama elettorale propugnando l'ordine e la legalità e il mantenimento dell'unione colla Serbia sotto l'attuale dinastia. Non è possibile dire per ora quale portata possa avere la nuova iniziativa, per la pacificazione del Paese.

La propaganda elettorale continua in Germania senza dar luogo ad episodi notevoli. L'attività spiegata dai membri del Governo è grandissima ed intesa a valorizzare di fronte alla opinione pubblica l'opera di pacificazione svolta nei rapporti colla Francia, e l'utilità dell'accettazione del piano Dawes. In Baviera invece, perfino il Presidente della Dieta di Monaco, parla pubblicamente di ritorno alla monarchia, di revisione del Trattato di Versailles, di rigetto delle leggi Dawes. Il conflitto fra le due concezioni rimane profondo e insuperabile.

Nella Spagna la situazione è sempre incerta e pericolosa. Episodi di rivolta armata si manifestano qua e là, mentre il malcontento è sempre largamente diffuso. Il generale De Rivera parla di prossimo ritorno al governo parlamentare, ma da più parti si avanza il dubbio che egli possa essere in grado di effettuare realmente tale passaggio. Il dittatore si trova attualmente al Marocco dove dirige personalmente le operazioni di sgombero delle posizioni avanzate. I movimenti delle truppe si compiono sotto la pressione degli insorti e costano agli spagnoli perdite rilevanti; tuttavia se il piano di ripiegamento e di concentrazione potrà riuscire, è probabile che il Paese, stanco, ne sarà grato al generale De Rivera.

Anche in Turchia si è avuto un mutamento di Governo. Il nuovo Presidente del parlamento di Angora, esponendo il programma del suo Governo ha assicurato il rispetto dei Trattati, ed ha dichiarato che curerà il rapido sviluppo economico del Paese favorendo l'interessamento del capitale straniero. Il mondo islamitico richiama più che mai l'attenzione delle potenze; da parte francese si prende lo spunto dai movimenti egiziani per propugnare una intesa franco-britannica nella quale dovrebbe trovare posto anche l'Italia.

Nell'Arabia continua la guerriglia fra il Re e i ribelli Wahabiti.

Gli elettori nord-americani hanno riletto alla Presidenza degli Stati Uniti, l'attuale presidente Coolidge. Con ciò cadono i timori e le speranze che da più parti in Europa si erano formulati nella evenienza di una modificazione nell'indirizzo della politica estera americana. Per altri quattro anni non ci sono verisimilmente da attendersi mutamenti notevoli né nei riguardi dei debiti, né circa le alte tariffe doganali, né verso un maggiore interessamento degli Stati Uniti nelle questioni Europee.

In Brasile la situazione non deve essere ancora stabilita se il Governo Centrale ha dovuto estendere a tutta la Confederazione lo stato d'assedio.

In Cina continua la fantasmagoria di generali, di eserciti e di governatori, fra il vigile interessamento delle Nazioni.

*

Ferve il lavoro degli esperti finanziari incaricati della preparazione della Conferenza dei Ministri delle Finanze alleati, che dovrà riunirsi fra breve. L'Italia è rappresentata nel Comitato degli esperti dal comm. Corsi, delegato aggiunto alla Commissione delle Riparazioni e dal comm. Rossini, direttore generale del Tesoro. Gli esperti sono riusciti a superare parecchie difficoltà di principio e si spera che possano presentare il loro rapporto in breve tempo.

Gli Americani hanno fatto sapere in forma ufficiale che intendono di partecipare anch'essi in misura che ritengono equa alla ripartizione delle riparazioni. Gli esperti avrebbero già ammessa tale partecipazione. Trattative sono in corso con gli Stati Uniti per la partecipazione alla Conferenza dei Ministri delle Finanze. Ma su questo punto gli Americani ritornano astensionisti, pel solito timore di veder portata in discussione, sia pure incidentalmente la questione

dei debiti alleati. Nulla ancora è definito ad ogni modo circa tale partecipazione.

Circa la distribuzione delle somme disponibili attualmente sul conto riparazioni, pare esista una somma complessiva di 500 milioni di marchi oro da distribuire fra alleati e associati. Le prime indiscrezioni lasciano ritenere in prima approssimazione, che di tale somma spetterebbe all'Italia circa un decimo, ossia un valore di circa 250 milioni di lire; naturalmente tale cifra è passibile di cambiamento nel corso delle discussioni.

Frattanto a Berlino ha cominciato a funzionare il cosiddetto Comitato di Trasferimenti, costituito in seguito al piano Dawes e presieduto dall'Agente generale per i pagamenti delle riparazioni. Il Comitato ha preso le prime misure per assicurare la priorità del servizio degli interessi e dell'ammortamento del prestito internazionale in confronto a qualsiasi altro pagamento in conto di riparazioni. I fiduciari saranno messi in grado di effettuare senza interruzione rimborsi alle diverse Banche che attendono al servizio interessi nelle diverse valute.

In una riunione della Commissione delle Riparazioni, l'Agente generale dei pagamenti ha esposto le difficoltà incontrate nello stabilire i prezzi delle forniture in conto riparazione e nella ripartizione delle somme che si vanno incassando in esecuzione del piano Dawes. La prossima Conferenza dei Ministri delle Finanze dovrà definire anche queste questioni.

In ogni modo si afferma e si diffonde sempre più la convinzione che il piano Dawes avrà seria ed efficace applicazione, con indubbio beneficio di tutta la situazione finanziaria dell'Europa.

L'Agente generale per i pagamenti ha pubblicato lo stato delle entrate e delle spese per i mesi di settembre e dell'ottobre dell'anno in corso. Risulta che le entrate sono ammontate a 169.717.577 marchi oro, dei quali più di 143 milioni sono stati assorbiti dagli Stati aventi diritto a riparazioni. Può essere utile ricordare che fra i creditori della Germania si trovano: la Francia per 60.800.000 marchi oro, l'Inghilterra per 37.500.000 marchi oro, il Belgio per 15.800.000, l'Italia per 13.300.000 e la Serbia per 3.300.000 marchi oro.

L'economia germanica è in graduale risollevarsi. Venne recentemente approvato il bilancio supplementare per il 1924 col quale le entrate e spese salgono a 6.000 milioni di marchi. Nel bilancio ordinario le entrate salgono a 5300 milioni contro 5005 milioni di spese. Nel bilancio straordinario si hanno entrate per 664.500.000 marchi; nelle spese figura la somma di 466.550.000 per l'esecuzione del Trattato di Versailles. Va aggiunta ancora la rata annuale del piano Dawes, per la quale è previsto un prestito di 348 milioni; si ritiene però che l'eccedenza delle entrate sulle spese permetterà di ridurre tale cifra.

Il ritorno alla situazione normale nella Ruhr e nella Renania coll'abolizione del cordone doganale che divideva in due parti il corpo della Repubblica Tedesca, ha portato un notevole miglioramento che si va gradatamente ripercuotendo sulla situazione industriale. In Germania regna tuttavia viva irritazione contro l'imposta del 26 per cento sulle merci tedesche istituita in Inghilterra e in Francia, perchè si asserisce che ciò ostacola la esportazione, unico mezzo mediante il quale la Germania potrà procurarsi l'oro pel pagamento delle riparazioni.

Il Governo tedesco ha abbassato le tariffe ferroviarie e va riducendo i gravami fiscali per favorire l'industria. Le banche concedono agevolazioni per crediti; il saggio di sconto è stato abbassato dal 10 % all'8 %. Con tutto ciò l'industria soffre ancora notevolmente come indica l'andamento della bilancia commerciale. Infatti nel primo semestre di quest'anno le importazioni ammontarono a 4481 milioni di marchi; nel luglio esse furono di 556,4 milioni, nell'agosto di 448,2, nel settembre 623,5 milioni, nell'ottobre 855 milioni. Le esportazioni furono di 2827 milioni di marchi; nel luglio salirono a 573,4 milioni, nell'agosto a 589,4 milioni, nel settembre a 563 milioni e nell'ottobre a 611,8 milioni. Come si vede permane un grave sbilanciamento negli scambi commerciali coll'estero.

La Germania cerca in ogni modo di estendere e riannodare le sue relazioni commerciali. Sono in corso le discussioni pel Trattato di commercio russo-germanico, mentre continuano le trattative colla Francia e si preparano attivamente quelle per il rinnovo del Trattato italo-germanico. L'accordo commerciale coll'Inghilterra è ormai quasi ultimato.

Abbiamo accennato alla crisi politica avvenuta in Austria rischiandone le ragioni economiche. Si ritiene tuttavia che la crisi, ormai superata, non porterà detrimento alla ricostruzione austriaca già bene avviata. Un sintomo notevole sta nel fatto che la Banca Nazionale Austriaca ha diminuito dal 15 al 13 % l'aggio di sconto, ciò che ha potuto fare in seguito alla notevole diminuzione del portafoglio di sconto e all'aumento delle riserve ed in base ad un più ottimistico apprezzamento della posizione economica generale.

Anche nell'Ungheria le cose sembrano mettersi al meglio. Il Commissario generale della Società delle Nazioni ha pubblicato notizie ufficiali sulla situazione del Paese. Risulta da esse che nell'ottobre scorso le entrate dello Stato hanno raggiunto la cifra di 696 milioni di corone carta, pari a circa 41 milioni di corone oro, superando le uscite per quasi 2 milioni di corone oro. Il deficit che nei quattro ultimi mesi era salito a 39,5 milioni è disceso a 21,9 milioni di corone oro. Anche i fondi effettivi del Tesoro sono in aumento, tanto che la circolazione fiduciaria è attualmente coperta pel 52,75 %.

Continuano le buone notizie dalla Romania. Il bilancio preventivo presentato alla Camera dei Deputati prevede le entrate in 31.750

milioni di lei, e le spese in 28.5440 milioni di lei. Il bilancio 1925 stanziava 7600 milioni per il servizio del debito pubblico, ciò che permetterà di assicurare il pagamento delle obbligazioni di Stato ai portatori stranieri. L'azienda ferroviaria ha raggiunto il pareggio. Da parte ufficiale si invoca l'interessamento del capitale straniero per investimenti produttivi di carattere tecnico od industriale.

Da parte russa fioccano le notizie di prosperità. Dopo le floride considerazioni sul bilancio, di cui abbiamo fatto parola altra volta, ora è la volta della bilancia commerciale. Secondo statistiche del Commissario per il commercio, nell'anno in corso si verificherà una eccedenza delle esportazioni sulle importazioni, per un valore di 100 milioni di rubli. Per quanto si sia verificata una notevole contrazione nelle esportazioni dei cereali, pure, nell'anno in corso, le esportazioni saranno complessivamente dal 10 % al 15 % superiori a quelle verificatesi nel 1923. Si parla poi di prossime riprese di contatto fra gli Enti agrari della Russia, specialmente quelli di carattere tecnico e scientifico, e gli Istituti agrari europei.

Il travaglio economico della Francia non è ultimato. Dopo i recenti prestiti americani, essa ha dovuto ricorrere nuovamente all'intervento del capitale straniero stipulando cogli Stati Uniti un nuovo prestito per 100 milioni di dollari, per la durata di 25 anni. Il prestito avrà l'interesse annuo del 7 % e nei chiarimenti ufficiali è destinato a mettere a disposizione dello Stato per un lungo periodo, una massa di manovra che gli permetterà di difendere efficacemente la moneta nazionale. Oltre a ciò, il Governo francese ha anche dovuto fare appello nuovamente al risparmio nazionale. Le efficaci misure fiscali adottate nelle ultime ore dal Gabinetto Poincaré danno però i loro frutti. Le entrate dello Stato sono infatti in aumento: le entrate normali permanenti nell'ottobre scorso furono di quasi 730 milioni di franchi superiori a quelle dell'ottobre 1923; nei primi dieci mesi dell'anno in corso le entrate statali superarono complessivamente di oltre 4463 milioni di franchi le entrate del corrispondente periodo dell'anno precedente.

Un allarme si è avuto nel mondo finanziario francese e italiano in seguito a nuovi accenni di rigorismo anglo-americano circa il pagamento dei debiti. Notizie diffuse da fonte inglese affermano che il Cancelliere dello Scacchiere, Wiston Churchill, sarebbe recisamente contrario alla cancellazione dei debiti; secondo la sua opinione, Francia e Italia sarebbero in grado di poter pagare i loro debiti di guerra e dovrebbero perciò essere chiamate a risponderne. Anche in America la riconferma al potere di Coolidge significa il mantenimento della linea di condotta fin qui seguita nella questione dei debiti; non ci sarebbe cioè da parlare di cancellazione o attenuazione.

Tuttavia voci anche autorevoli si levano a propugnare una più equa e realistica considerazione delle cose. Molta impressione ha prodotto anche in America un discorso del delegato americano presso la Commissione delle Riparazioni, il quale ha sostanzialmente dichiarato che dopo avere tanto insistito perchè la Francia si mostrasse generosa verso la Germania, nemica e vinta, non è possibile che l'America pretenda di essere rigida creditrice verso la Francia e l'Italia amiche e vittoriose.

E' certo in ogni modo che la questione dei debiti occuperà per molto tempo ancora i finanzieri e i politici di Europa e d'America.

*

Alla vigilia della Conferenza fra i Ministri alleati per la ripartizione dei versamenti tedeschi, viene opportuna una pubblicazione ufficiosa sui versamenti fino ad oggi effettivamente percepiti dall'Italia in conto riparazioni. Secondo i conti di origine tedesca, la Germania avrebbe effettuato all'Italia, fino al principio dell'anno in corso, versamenti per un ammontare complessivo di quasi 300 milioni di marchi oro, pari a circa 1500 milioni di lire italiane. Tale somma sarebbe ripartita nei diversi anni come segue: 118 milioni di marchi oro sarebbero stati versati nel 1921; 124 milioni di marchi oro nel 1922; 37 milioni nel 1923.

Il maggior valore è rappresentato certamente dalle forniture di carbone, che raggiungono un totale di circa 7,5 milioni di tonnellate per un importo di circa 200 milioni di marchi oro. Valori pure notevoli sono rappresentati dal legname, per circa 20 milioni di marchi oro, i colori per 12 milioni, le navi per 9 milioni, materie prime diverse per circa 7 milioni, il materiale ferroviario per 6 milioni di marchi oro. Altre merci svariatissime furono in diversa quantità consegnate in conto riparazioni.

Durante il settembre e l'ottobre, ossia durante i due primi mesi di funzionamento del piano Dawes, l'Italia ha ricevuto merci dalla Germania in conto riparazioni per un ammontare complessivo di 13.300.000 marchi oro, pari cioè a circa 65 milioni di lire italiane. Cominciano cioè ad effettuarsi i versamenti mensili previsti per il primo anno del piano Dawes, durante il quale la Germania deve ogni anno versare oltre 83 milioni di marchi oro ogni mese. Nei primi due mesi tale cifra fu anche superata.

Colla Russia è stato recentemente stipulato un importantissimo contratto per fornitura di combustibile liquido. Attraverso la Delegazione Commerciale Russa, è intervenuto un concordato fra il Sindacato Russo della Nafta e la Società Italiana Utenti Nafta, secondo il quale la Russia si impegna a fornire un quantitativo di nafta variante fra le 25.000 e le 120.000 tonnellate, quantitativo che soddisfa la maggior parte del fabbisogno delle nostre industrie.

La nostra bilancia commerciale continua a risollevarsi. Nei primi nove mesi dell'anno in corso le importazioni raggiunsero 13.773.700 lire mentre le esportazioni ascesero a 17.787.100 lire. Lo sbilancio

commerciale nei primi nove mesi dell'anno fu dunque complessivamente di 4.013 milioni circa contro a 5356 milioni del corrispondente periodo dell'anno precedente; si ebbe cioè nei primi nove mesi un alleggerimento di circa 1343 milioni nello sbilancio.

Le importazioni nei primi nove mesi di quest'anno superarono di circa 111 milioni quelle dei primi nove mesi del 1923, e ciò specialmente in seguito ad aumenti nella introduzione di materie prime per le industrie. Nello stesso periodo di tempo, le esportazioni furono di circa 2454 milioni superiori a quelle dello stesso periodo del precedente anno; l'aumento è dovuto in parte a prodotti manufatti e in parte a prodotti agricoli.

Nel mese di settembre dell'anno corrente le nostre esportazioni toccarono il valore di 234.400.000 lire, somma non mai raggiunta precedentemente.

L'attività esportatrice italiana solleva già qualche preoccupazione in alcune altre Nazioni. In Inghilterra ad esempio si sono sentite voci di allarme per la invadenza dell'industria italiana in Egitto. Le nostre importazioni in quel Paese così favorevolmente situato dal punto di vista geografico rispetto all'Italia, hanno fatto rapidi progressi, tanto da superare quelle francesi. L'Italia è ora al secondo posto nella graduatoria dei Paesi importatori in Egitto, dopo l'Inghilterra; dall'anno scorso a quest'anno le nostre merci sono passate dal 7 % al 9,50 % delle importazioni totali. E l'incremento dei nostri prodotti è anche superiore a quello dei prodotti della stessa Inghilterra.

Permangono e si confermano le notizie del buon andamento del risparmio nazionale. I depositi a risparmio presso le Casse ordinarie avevano raggiunto, alla fine dello scorso settembre, i 10.700 milioni; mentre erano di 9700 milioni alla fine del dicembre 1923. Si ebbe cioè in soli nove mesi un aumento di un miliardo di lire, corrispondente ad un accrescimento mensile di oltre 110 milioni di lire al mese. Riportandosi ai dati del 31 dicembre 1913, quando i depositi a risparmio nelle Casse ordinarie erano di 2600 milioni di lire, si vede che ormai lo svilimento della moneta è stato compensato, e che si tratta ora di un reale aumento di ricchezza del nostro popolo.

Anche i depositi alle Casse postali continuano ad aumentare. Durante il solo mese di ottobre tali depositi sono cresciuti di otto milioni e mezzo, mentre nello stesso mese dello scorso anno essi erano diminuiti di 23 milioni di lire. Alla fine di ottobre il valore complessivo dei depositi era salito a 9.590 milioni di lire, con un aumento di 600 milioni nei primi dieci mesi dell'anno, ossia di 60 milioni al mese; nello scorso anno l'aumento nei dieci mesi era stato di soli nove milioni e mezzo. Anche qui si può dimostrare che siamo dinanzi a un vero fenomeno di aumento di ricchezza. Infatti al 31 dicembre 1913 si avevano 2021 milioni di depositi, contro 9590 di oggi; l'aumento è dunque stato del 364 %, superiore quindi a quello dell'oro che si può ritenere di circa 342 % in confronto all'ante guerra.

Il conto del Tesoro al 31 ottobre, pubblicato dalla Gazzetta Ufficiale porta i seguenti risultati sulla situazione del bilancio alla stessa data: Gli incassi per entrate di bilancio hanno superato di circa 2023 milioni le spese per esigenze di bilancio. Si ebbe corrispondentemente una diminuzione nei debiti di Tesoreria, di 3382 milioni; d'altra parte si ebbe una diminuzione di 1267 milioni nel fondo di cassa (per la regolazione di certificati doganali) e una diminuzione di 102 milioni nei crediti di Tesoreria.

La diminuzione del debito pubblico interno verificatasi nei primi quattro mesi del corrente esercizio, fu di 828 milioni. Diminuiro di 1858 milioni i Buoni del Tesoro ordinari, di 309 milioni quelli triennali e quinquennali, di 206 milioni la circolazione cartacea, di 7 milioni i debiti prebellici. Viceversa aumentarono di 138 milioni le Obbligazioni delle Venezia, di 1187 le Obbligazioni 4,75 % e di 227 milioni i debiti colla Cassa Depositi e Prestiti.

La situazione di bilancio al 31 ottobre scorso presenta in confronto alle previsioni, maggiori entrate per 275 milioni e maggiori impegni di spesa per 18 milioni. Il disavanzo di bilancio risultava di 208 milioni, mentre era di 420 milioni alla stessa data del precedente esercizio.

Il movimento delle Società per Azioni, secondo i dati pubblicati dalla Associazione Bancaria Italiana, mantiene la sua marcia ascendente. Nel mese di ottobre, si sono costituite 102 Società con un capitale complessivo di L. 34.445.100 e hanno aumentato il loro capitale altre 61 Società per un importo complessivo di L. 285.789.000.

Tenendo conto di revoche di fallimenti avvenute, si sono avuti complessivamente nel mese di ottobre, investimenti per L. 320.344.100. Nello stesso mese si ebbero trenta Società che entrarono in liquidazione, rappresentanti un capitale di L. 22.310.000, mentre altre ventidue Società diminuirono complessivamente il loro capitale di Lire 94.011.318. Si ebbero quindi nel solo mese di ottobre maggiori investimenti netti per L. 204.022.782.

Sintomo non disprezzabile di un progressivo benessere anche nelle classi finanziariamente meno favorite della nostra popolazione, si riscontra nel movimento dei pegni e dei depositi presso i Monti di Pietà. Mentre nel primo semestre dello scorso anno il valore dei pegni effettuati aveva presentato un continuo aumento di parecchi milioni al mese, quest'anno si è andata manifestando invece una graduale riduzione, sensibile e sistematica; alla fine di agosto il valore dei pegni esistenti presso i Monti di Pietà era di 220 milioni. D'altra parte presso gli stessi Monti di Pietà sono invece in notevole aumento i depositi, i quali in soli due mesi, dal giugno all'agosto, sono saliti da 749 milioni di lire a 776 milioni, mentre erano di soli 660 milioni alla fine di agosto dello scorso anno.

In contrasto con queste confortanti constatazioni, sta il progressivo aumento del costo della vita, a frenare il quale non sono efficaci

le misure del Governo nè l'interessamento degli Enti locali. L'aumento dei prezzi non si limita solo alle derrate alimentari ma guadagna progressivamente anche le materie industriali. Si tratta, del resto di un fenomeno generale, comune anche alla maggior parte delle altre Nazioni. Così in Francia il numero indice sale nel solo mese di settembre di 9 punti sia per le derrate alimentari che per le materie prime e i prodotti di industria. In Germania già da parecchi mesi i prezzi continuano a salire, e non soltanto per le materie alimentari ma anche per le altre merci; l'aumento è più sentito per le merci nazionali che per quelle estere. Lo stesso andamento del diagramma si nota in Danimarca, nella Finlandia, nella Spagna, nella Svizzera. Il settembre ha portato a notevolissimi aumenti anche sui prezzi inglesi; l'indice dei prezzi all'ingrosso è passato da 180,4 in agosto a 184,4 in settembre; soltanto nei prodotti minerali si nota una diminuzione. Gli Stati Uniti di America, ad onta della loro prosperità economica, non si sottraggono al fenomeno del rincaro; l'indice di 143 del giugno scorso, è salito a 145,2 in luglio, a 147,7 in agosto, a 148,9 in settembre, per superare il 152 nella prima settimana d'ottobre; qui il rialzo dell'indice è però nella più gran parte dovuto alle derrate alimentari ed in modo particolare al forte rincaro dei grani e delle farine.

*

Colla riapertura della Camera, non si è risolta la situazione politica. Le opposizioni si sono infatti mantenute fuori dal Parlamento, il quale funziona colla sola presenza della maggioranza.

La Camera ha discusso ed approvato il bilancio del Ministero degli Esteri e successivamente quello del Ministero degli Interni e del Ministero dell'Economia Nazionale. A proposito di quest'ultimo si ebbe una notevole esposizione del Ministro on. Nava il quale tenne a valorizzare le questioni relative all'agricoltura; il Ministro ricordò l'opera svolta dall'Italia per la conclusione dei Trattati di Commercio colle altre Nazioni, dopo la guerra, ed insistette per la necessità di una migliore organizzazione delle nostre esportazioni. I problemi dell'agricoltura hanno richiamato l'attenzione della Camera; da più parti si invoca il ripristino del Ministero dell'Agricoltura.

Il Consiglio dei Ministri, frequentemente riunitosi ha preso molte deliberazioni di indole varia, fra le quali ricordiamo quelle a riflesso economico.

Per completare la sistemazione del porto di Genova, vennero stanziati 40 milioni destinati alla costruzione di un nuovo bacino di carenaggio. Mutui importanti vennero consentiti per la sistemazione dei Comuni dell'Istria. Dodici milioni furono stanziati per la completa sistemazione edilizia dell'Università di Padova.

Per poter tracciare ed eseguire un piano organico di lavori pubblici, il Consiglio ha deciso di consolidare in quindici miliardi, da ripartirsi in dodici esercizi, la somma destinata all'esecuzione di tali lavori. Sarà studiato dai Ministri competenti un piano completo di utilizzazione di tale somma.

Ad esecuzione dell'offerta fatta dall'Italia alla Società delle Nazioni per la istituzione in Roma di un Istituto per l'unificazione del Diritto Privato, è stato con R. Decreto autorizzato lo stanziamento straordinario di un milione di lire per le spese di impianto di tale Istituto.

Incertezze e discussioni regnano circa il nuovo ordinamento dell'esercito studiato dal Ministro generale Di Giorgio. Il progetto è stato approvato dal Consiglio dei Ministri ma ha riscosso d'altra parte, anche in ambienti specialmente competenti, critiche severe. Il problema di una efficace sistemazione dell'esercito è evidentemente assai difficile dovendosi conciliare le esigenze della moderna tecnica militare e le necessità della difesa nazionale, colla delicata situazione del bilancio che non permette nuovi carichi gravosi.

Gli Uffici della Camera si sono occupati della famosa Convenzione Sinclair per i petroli. La discussione in merito è stata assai vivace e i voti degli Uffici furono discordi. La questione verrà nuovamente discussa alla Camera e darà luogo certamente ancora ad ampio dibattito. Un altro Decreto Legge sul quale gli Uffici furono di discorde parere, per quanto in maggioranza si siano pronunciati sfavorevolmente, è quello sulle Case da giuoco; anche qui è prevedibile una vivace discussione alla Camera.

Un provvedimento politico di importanza economica non trascurabile, è la decisione del nostro Governo, di rinunciare al diritto di confisca sulle proprietà private germaniche collocate nel nostro Paese. Nel mentre la misura ha una portata politica notevole come indice di un andamento amichevole nei rapporti fra le due Nazioni, essa potrà avere anche un utile riflesso sulle trattative pel nuovo Trattato di Commercio. Inoltre tale provvedimento facilita la possibilità di introduzione di capitale tedesco in Italia, e favorisce le trattative commerciali, abolendo una pericolosa eventualità che rendeva spesso riluttanti i capitalisti e industriali della Germania.

L'on. Mussolini ha ricevuto in lungo colloquio il nuovo ambasciatore d'Inghilterra; un comunicato ufficioso dà rilievo al fatto, accennando ad assicurazioni recate circa il protocollo di arbitrato e di disarmo e circa la ripartizione interalleata dei versamenti tedeschi.

Continua a Venezia la Conferenza italo-iugoslava in una atmosfera di cordialità. Molte questioni sono state felicemente risolte ma alcune difficoltà restano ancora da superare specialmente intorno al traffico ferroviario. Si riparla come di cosa prossima, della visita dei Sovrani Jugoslavi a Roma e di un colloquio fra i ministri Nincic e Pasic e l'on. Mussolini.

Un accordo per facilitare il traffico ferroviario fra l'Italia e la Repubblica Ceco-Slovacca, è stato concluso e firmato a Roma dal Mi-

nistro ceco-slovacco e dall'on. Mussolini. Pure colla Ceco-Slovacchia venne conclusa una Convenzione doganale che viene a modificare, in parte, e a completare il recente trattato di Commercio portando una mitigazione sui dazi degli articoli che maggiormente interessano i due Paesi.

La Commissione per la ripartizione del parco ferroviario austriaco ha ultimato finalmente i suoi lavori per i quali era stata formata nel 1918. In seguito alle decisioni prese le consegne del materiale rotabile saranno ultimate nel giugno del prossimo anno.

*

Il progressivo miglioramento del nostro organismo finanziario ed economico, del quale abbiamo notato i sintomi confortanti, si rispecchia naturalmente nel contegno del mercato borsistico. La tendenza di fermezza che abbiamo constatato nelle altre Note mensili, e che si manifesta specialmente negli inevitabili momenti di incertezza e di debolezza generale, si è nel mese scorso riaffermata con una notevole ripresa di tutto il listino. L'abbondanza di capitale è tuttora grande, ad onta dei continui investimenti in nuovi titoli come è dimostrato dall'andamento del mercato delle azioni. La quota italiana del prestito germanico, è stata in pochi giorni coperta cinquanta volte. Un solo momento di inquietudine nel nostro mercato borsistico si ebbe nella prima settimana del mese, nella quale si sentì il riflesso degli incidenti politici e l'incertezza del periodo precedente alla riapertura della Camera.

Sempre buono l'andamento del Consolidato il quale ha potuto un'altra volta toccare la pari per ridiscendere poi lievemente a 99. Meno ferme la Rendita la quale si è forse risentita dei recenti provvedimenti governativi a suo riguardo.

In buona vista i titoli bancari. La Commerciale ha effettuato l'aumento di capitale da 400 a 500 milioni, riservato in opzione. L'aumento era stato già in precedenza scontato dagli operatori e non ha perciò influito sull'andamento del titolo, il quale dopo l'aumento ha facilmente riguadagnato il diritto d'opzione trattato a una media di 115. Le Credito progrediscono metodicamente guadagnando quasi 20 punti nel mese. Sempre molto mosse le Banche d'Italia con sbalzi notevoli che fanno loro guadagnare oltre 100 punti.

Come il solito, animato e brillante il contegno dei tessili il quale ha prontamente e vigorosamente reagito ad una passeggera debolezza iniziale. Le Cantoni sembrano stabilizzate sul 4200 ma altri titoli progrediscono notevolmente. Così le Lane Rossi da 4750 si spingono a 6200; le Rossari e Varzi da 995 giungono a 1350, ecc.

Meno trattato e più calmo il comparto dei valori minerari e metallurgici nel quale però si notano pure alcune posizioni migliorate. Sempre favorite le Fiat che progrediscono metodicamente ed instancabilmente.

Insolitamente animati i titoli ferroviari e di navigazione, generalmente favoriti e in progresso. Particolarmente i titoli di navigazione risentono del mercato favorevole dei noli.

Complessivamente in progresso anche i valori alimentari e i sacchariferi. Lo stesso può dirsi dei titoli d'esportazione.

L'andamento dei titoli elettrici risulta dal solito specchietto dal quale si rileva il brillante andamento della quota.

RENATO SAN NICOLÒ.

Variazioni dei Titoli Elettrici nel novembre 1924.

| | Valore nominale | I decade | II decade | III decade |
|--|-----------------|----------|-----------|------------|
| Edison | 300 | 737 | 745 | 770 |
| Conti | 250 | 481 | 481 | 552 |
| Vizzola | 500 | 1360 | 1340 | 1447 |
| Bresciana | 100 | 268 | 285 | 302 |
| Adamello | 200 | 272 | 270 | 280 |
| Unione Esercizi Elettrici | 50 | 124 | 124 | 132 |
| Elettrica Alta Italia | 250 | 373,50 | 382 | 395 |
| Officine Elettr. Genovesi | 250 | 383,50 | 421 | 456 |
| Adriatica | 100 | 218 | 216 | 217 |
| Negri | 100 | 184 | 183 | 195 |
| Ligure Toscana | 200 | 337 | 339 | 350 |
| Generale Elettr. della Sicilia | 100 | 139 | 138 | 146 |
| Elettrica Brioschi | 250 | 385 | 300 | 415 |
| Emiliana Esercizi Elettrici | 35 | 53 | 54 | 62 |
| Idroelettrica Trezzo | 250 | 473 | 470 | 470 |
| Elettrica Valdarno | 100 | 142 | 143 | 146 |
| Tecnomasio | 250 | 145 | 148 | 150 |
| Tirso | 100 | 324 | 318 | 320 |
| Terni | 400 | 685 | 675 | 706 |
| Elettriche Meridionali | 250 | 352 | 340 | 371 |

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

F. LUBBERGER. — *Die Fernsprechanlagen mit Wählerbetrieb*. R. Oldenbourg - Monaco e Berlino - 2ª edizione, 1924. — Un volume formato cm. 25×17, testo cm. 18×11,5, di 200 pagine (numero medio di parole per pagina 450), con 120 figure in un fascicolo di carta speciale. — Prezzo Mr. 7,50.

Più che un vero trattato completo di telefonia automatica, per il quale sarebbe occorso un volume di mole ben maggiore, si tratta di una organica rassegna e critica delle principali soluzioni ricevute sino ad oggi dai numerosi problemi che la telefonia automatica presenta; rassegna nella quale non è dimenticata la importanza che si deve dare al fattore economico per giudicare del valore delle singole soluzioni.

Il tecnico specialista vi troverà, in forma concisa ma resa sufficientemente chiara dall'aiuto di buone figure schematiche, notizie interessanti sul modo di funzionare degli organi caratteristici dei principali sistemi di telefonia automatica che oggi si contendono il primato; dei quali sistemi, poi, viene diffusamente descritto, in una speciale appendice, quello della Ditta Siemens & Halske, alla quale l'A. appartiene.

*

ANGELO GIACHETTI. — *Le applicazioni della energia elettrica all'agricoltura*. — Conferenza tenuta dall'Autore agli agricoltori del Siracusano. (1)

Ricordato che il problema dell'applicazione dell'elettricità all'agricoltura è sul tappeto ormai da un quarto di secolo, il conferenziere espone come la prima società industriale avente per scopo queste applicazioni è l'A.P.E., costituitasi a Bologna nel 1919 e che ora ha raggiunto un notevole sviluppo (2).

Dimostra i vantaggi della lavorazione elettrica della terra e cita a sostegno della sua tesi alcuni punti delle relazioni presentate al Congresso dell'A.E.I. dello scorso anno dall'Ing. Civita, dal Prof. Revessi e dall'Ing. Vismara. Traccia un roseo quadro di quello che dovrebbero essere le terre del Mezzogiorno e della Sicilia se vi fosse maggior disponibilità d'acqua; afferma che il problema dell'irrigazione è strettamente connesso con quello dell'elettrificazione. Esamina le cause del ritardo al rifornimento della Sicilia nega sia dovuto a mancanza di spirito industriale dei suoi abitanti e li incita a fare, specialmente nel campo elettroagricolo, per riportare l'isola all'opulenza dei suoi tempi aurei.

*

G. D. MAYER. — *L'Elettricità nell'agricoltura*. — Un volume di pagine 105 con 50 figure (formato 23×16 cm., numero medio di parole per pagina, 340). — U. Hoepli - Milano, 1924 — Prezzo Lire 16. — Pubblicazione dell'Istituto Sperimentale di Meccanica Agraria.

Il Prof. Mayer, della R. Scuola Superiore di Agricoltura di Portici, riassume innanzitutto in questo suo volume i compiti riservati all'elettricità nello sviluppo dell'agricoltura e fa un quadro di ciò che si può sognare di raggiungere un giorno, pur mettendo in rilievo quali difficoltà debbano ancora essere superate, prima che una più completa elettrificazione possa aver luogo con successo. Tratta poi separatamente in tre capitoli delle «Azioni dell'elettricità sulla vegetazione», dell'«Uso dell'energia elettrica nelle lavorazioni agricole», e dell'«Elettricità nelle industrie agricole».

In appendice è dato cenno delle disposizioni legislative italiane in materia ed è riportato il voto formulato dalla nostra Associazione nel Congresso di Venezia (1923). Chiude il volume una buona raccolta bibliografica.

Come è detto nella presentazione, l'A. si è volutamente trattenuto dallo scendere al minuto esame delle particolarità tecniche, poiché ha avuto principalmente di mira di far conoscere a larghe sfere i risultati positivi raggiunti, le vie battute con successo e quelle invece vanamente tentate. Lo scritto può tuttavia riuscire non privo di interesse anche per quei tecnici, che non si siano già occupati in modo specifico dell'importante argomento.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

La Redazione si riserva di dare eventualmente più ampie notizie, in altra rubrica, dei lavori qui elencati.

Ing. CARLO BONOMI. — *Concessioni di derivazioni d'acqua per produzione di forza motrice accordate dal 1917 a tutto il 1923 e potenza relativa*. — (Estratto dagli Annali delle utilizzazioni delle Acque). — Anno 1924 - vol. I, fasc. 2ª, 1924 — Roma, Tipografia del Senato.

(1) Estratto dal periodico mensile «Il buon fattore» N. 7-8 Luglio-Agosto 1924 — Società Tipogr. di Siracusa.

(2) *Elettrotecnica*, 1923, pag. 355.

MARC STRULOVICI. — *Moteurs électriques - traction électrique*. — Un volume in tela; formato 11×16 cm., di pag. 580, con 384 illustrazioni. — Numero medio di parole per pagina, 300 circa. — Paris, 1924 - Librairie I. B. Baillié et fils - rue Hautefeuille, 19.

FRITZ SUCHTING. — *Aufgaben aus der Maschinen Kunde und Elektrotechnik*. — Un volume di pag. 235; formato 13,5×20,5 con 88 illustrazioni. — Berlin, 1924. — I. Springer. — Prezzo: 1,60 doll.

Elektro-Adressbuches Österreichs. — Un volume, formato 14,5×22 cm. di pag. 317. — Tip. I. I. Kaundl. — Wien, XIII/7 Ober St. Veit. — Prezzo ö. K 100.000, franco di porto.

Ing. ETTORE MORELLI. — *Costruzioni elettromeccaniche; Calcolo, disegno e fabbricazione delle macchine elettriche, accessori ed applicazioni*. — Vol. III, Sez. 1ª - Applicazioni elettromeccaniche (puntata 16ª); Un volume formato 16,5×25 cm.; pagg. dalla 465 alla 670. — Numero medio di parole per ogni pagina di testo, 250. — Prezzo L. 18.

Annuali delle utilizzazioni delle acque. — Vol. I, anno 1924, fasc. 2ª. Roma; Tip. del Senato, di Giovanni Bardi. — Un volume formato 17,5×25,5 cm., di pag. 196 con molte incisioni e tavole

Dott. I. N. ANGELESCO. — *L'accroissement de la production et son influence sur les variations du change en Roumanie*. — Un volume, formato 13×19,5 cm. di pag. 6. — Bucarest, 1924. — Imprimerie Branisteano, Pas Immobiliars, senza indicazione di prezzo.

Annual Report of the Director of the Bureau of Standards to the Secretary of Commerce for the fiscal year — June 30, 1923. Washington - Government printing Office.

FREDERICK E. FOWLE. — *Smithsonian physical tables*, 1921. — Pubbl. a cura della Smithsonian Institution.

LA GRECA Ing. CARMELO. — *Teoria generale della commutazione*. — Un volume di pag. 124 con 59 figure intercalate nel testo. — Numero medio di parole per ogni pagina 200 circa. — Ed. Raffaele Pironi; Napoli, via Università, 19 - 1924. — Senza indicazione di prezzo.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

Domenica, 30 novembre, i soci di questa Sezione in numero di oltre 250, si recarono a visitare la sottostazione di Brughiero della Società Interregionale Cisalpina e la stazione radiotelefonica delle Acciaierie e Ferriere Lombarde a Sesto San Giovanni.

L'impianto di Brughiero costituisce il primo esempio in Italia di sottostazione all'aperto a 135.000 volt e presenta la caratteristica interessante di un cavo a 135.000 volt installato per ora in via di esperimento.

L'Ing. Gasparoni, direttore della Società, fece ai convenuti una chiara esposizione della genesi e degli scopi dell'impianto, illustrandone le parti e completando il quadro di insieme coll'esposizione del programma che la sua Società ha in corso di sviluppo.

All'Ing. Gasparoni seguì l'Ing. Emanuelli che diede interessanti delucidazioni sulla costruzione del cavo a 135.000 volt, nella quale si sono superate particolari difficoltà dovute al valore elevatissimo della tensione affrontata per la prima volta in questo genere di costruzioni, così che, non senza legittimo orgoglio i presenti poterono constatare come la nostra tecnica sia, in questo campo, alla testa dell'industria mondiale.

Chiuse la visita un graditissimo rinfresco predisposto dall'ospite con larga signorilità.

Al ritorno la comitiva fece una sosta alla sottostazione di Sesto delle Acciaierie e Ferriere Lombarde per visitare la stazione radiotelefonica ad onde convogliate che vi funziona da circa due anni a servizio della linea ad alta tensione proveniente dalla centrale del Boffetto.

Il collega Perego, costruttore dell'impianto, ne illustrò le caratteristiche e fece assistere a qualche esperimento pratico di comuni-

*

La sera di venerdì, 5 dicembre, il collega Ing. Civita offrì a questa Sezione la visione cinematografica degli impianti elettrici italiani, che tanto fervore di consensi e di ammirazione aveva suscitato nelle sue precedenti esposizioni.

L'aspettativa dei presenti che gremivano in modo insolito la sala, non andò infatti delusa e lo svolgimento della bella ed interessante pellicola fu accompagnato da calde manifestazioni di ammirazione all'indirizzo dell'Ing. Domenico Civita e del figlio, Ing. Gustavo, che con fine senso artistico e con giusto criterio di equilibrio seppero raccogliere in una piacevole visione il quadro completo dei nostri principali impianti e di alcune applicazioni dell'energia elettrica.

Al termine della proiezione, un caldo applauso disse agli autori, la soddisfazione e la gratitudine dei presenti.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 23-72

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

L'Annuario dell'A. E. I.

Mentre scriviamo si è iniziata la spedizione del nuovo *Annuario dell'A. E. I.* per il 1925, e molti soci lo avranno probabilmente ricevuto prima di leggere queste note. Si tratta, come già dicemmo, di un bel volume di circa 750 pagine a cui anche la tipografia Stucchi Ceretti e C. ha dedicato tutte le sue cure, con la consueta sollecitudine, il quale contiene, in una prima parte l'elenco dei soci e tutte le notizie concernenti l'Associazione, ed in una seconda, l'elenco delle leggi interessanti l'elettrotecnica, pubblicate nel 1924, ed il testo completo delle Norme finora entrate in vigore: Macchine, impianti, olii, ed isolatori. Per uno di quei miracoli che sono possibili solo ai Sodalizi organici e potenti, come la nostra A. E. I., il volume, di un valore librario senza dubbio notevole, può essere inviato *gratis* a tutti i soci. Ad essi, o almeno alla maggior parte di essi, si chiede solo un piccolo contributo di diligenza: quello di recarsi a ritirare il volume alla sede della rispettiva Sezione. Non si preoccupino quei colleghi che vivono lontani dalla sede della loro sezione! Ad essi il volume perverrà direttamente. Ma poichè la spedizione individuale, per posta, a tutti i soci, avrebbe importato una spesa di quasi 20 mila lire, la Segreteria generale si è accordata con le Presidenze delle singole Sezioni per la distribuzione locale dell'*Annuario*. Alla loro volta le Sezioni hanno incaricato della distribuzione un socio volenteroso in tutti quei centri della loro giurisdizione in cui trovasi raccolto un certo numero di soci; cosicchè in complesso il volume perverrà facilmente e prontamente a tutti. E il nostro benemerito Segretario generale, Ing. Comboni, il quale, alla testa dell'Ufficio Centrale, tanto ha fatto per la buona riuscita dell'iniziativa, attenderà con desiderio — com'egli stesso avverte nella presentazione dell'*Annuario* — tutte le osservazioni, le critiche ed i suggerimenti dei soci che valgano a migliorare la nuova pubblicazione negli anni venturi, in modo da renderla sempre più utile, sempre più diffusa ed apprezzata.

Dighe di sbarramento.

Proponendosi di dare sintetica notizia agli stranieri convenuti alla World Power Conference, dell'importanza assunta nel nostro Paese dalla costruzione dei grandi sbarramenti di ritenuta e dalla tecnica relativa, l'Ing. L. MANGIAGALLI, ha fatto, come già altri suoi colleghi relatori a Londra, opera utilissima ed interessantissima anche per noi italiani. La sua relazione — che pubblichiamo più avanti — è infatti corredata dai nitidi, per quanto piccoli, disegni di oltre quaranta dighe costruite o in costruzione o in progetto nel nostro Paese e viene così a costituire una specie di monografia grafica di questo importantissimo ramo delle costruzioni idrauliche. Ad essa ricorreranno senza dubbio con utilità e con interesse gli studiosi dell'argomento.

Relais differenziali sintonizzati.

Nei più svariati campi dell'elettrotecnica si presenta molte volte il problema di rendere un certo apparecchio insensibile ad una corrente alternata di determinata frequenza, o, viceversa, di ottenere determinate manovre in conseguenza di date variazioni di frequenza. L'Ing. FIACCHETTI ci parla oggi di uno

speciale relais differenziale che si presta molto bene a risolvere simili problemi.

Si tratta, in sostanza, di un relais ampermetrico differenziale nel quale le due correnti messe in contrasto sono quelle ottenute nei due rami di un arco doppio comprendenti opportune combinazioni di resistenze, induttanze e capacità. Si può in tal modo ottenere che, per uno e per un solo valore della frequenza, le due correnti nel relais risultino uguali ed opposte rendendo inattivo l'apparecchio.

Fra le varie interessanti applicazioni illustrate dall'autore, v'è anche quella del comando degli interruttori delle lampade pubbliche là dove queste sono alimentate in derivazione dalla rete comune: problema di cui l'*Elettrotecnica* si è ancora recentemente occupata.

Fattore di potenza e fattore di squilibrio.

Concludiamo oggi la pubblicazione dell'ampia monografia sui circuiti trifasi non equilibrati, dovuta all'Ing. E. BOTTANI. In quest'ultima parte l'autore tratta dell'espressione della potenza, reale e reattiva, e dei vari elementi necessari a caratterizzare e definire completamente un carico trifase comunque asimmetrico e squilibrato. Egli tocca così di quel fattore di squilibrio, che può essere in simili casi altrettanto ed anche più importante del fattore di potenza, e dalla cui considerazione ebbe la prima origine tutto il lavoro.

Proprio in questi ultimi tempi hanno continuato ad apparire sulle maggiori riviste elettrotecniche straniere importanti studi sugli stessi argomenti trattati nella forma più generale dal Bottani: segno evidente che in ogni paese si sente il bisogno di mettere « a punto » l'opinione tecnica su questioni che sono probabilmente destinate ad entrare quanto prima nel campo della pratica corrente. Basta accennare che la definizione del grado di asimmetria è già stata introdotta ufficialmente da qualche tempo nelle Norme tedesche, appunto in seguito a casi di contestazione sull'entità della disimmetria ammissibile in forniture di energia designate genericamente come trifasi.

Naturalmente la monografia che abbiamo pubblicata non esaurisce l'argomento: con essa l'autore ha voluto solo stabilire in modo preciso i termini della questione e porre a disposizione di chi già non li possedeva i mezzi di calcolo necessari per la sua trattazione. Ma ora che l'argomento è stato per la prima volta esplicitamente considerato nella stampa tecnica italiana, vogliamo credere che non mancheranno nuovi contributi, sia sulla portata pratica, quantitativa, del problema, in vista di eventuali prescrizioni o di speciali tarifficazioni, sia sulla nuova tecnica delle misure destinate a permettere la determinazione sperimentale diretta di quelle grandezze caratteristiche, necessarie per definire razionalmente un sistema trifase qualsiasi.

LA REDAZIONE.

L'elenco dei Soci vitalizi o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.

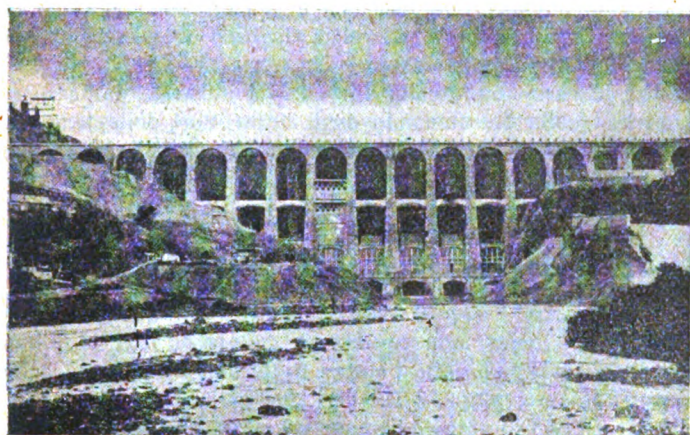
□ SVILUPPO RECENTE NELLA COSTRUZIONE DELLE DIGHE ITALIANE □ □

LUIGI MANGIAGALLI

(Comunicazione alla *World Power Conference* - Londra, luglio 1924)

Il continuo sviluppo delle applicazioni dell'elettricità, la necessità economica per ogni nazione di estendere le reti d'irrigazione, di provvedere alle grandi bonifiche, alle sistemazioni montane e alle distribuzioni d'acqua in genere; l'impoverimento progressivo dei bacini carboniferi, hanno richiesto e richiedono una utilizzazione sempre più razionale e intensiva delle energie idrauliche disponibili, e di conseguenza hanno determinato ovunque, in questi ultimi anni, un intenso sviluppo nella costruzione dei serbatoi artificiali di accumulazione e regolazione.

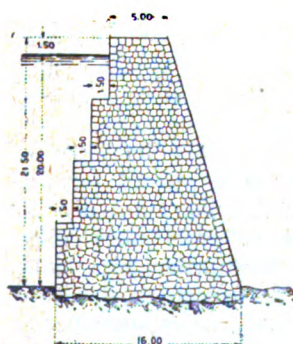
La possibilità e lo sviluppo di questi laghi artificiali, sono strettamente connessi alla possibilità e convenienza delle dighe



Diga del Tirso.

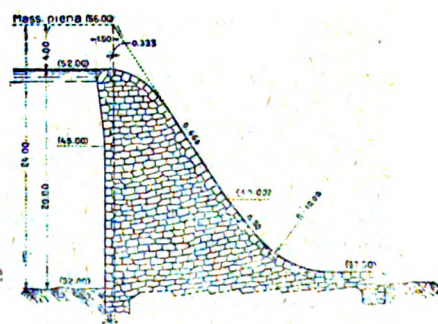
con cui essi vengono creati. L'arte di costruire queste dighe, ha dovuto quindi continuamente svilupparsi con cammino parallelo, e così gli sbarramenti di ogni genere e di tutte le forme si sono moltiplicati in ogni paese durante questi ultimi venti anni. Dalle irrazionali e grossolane forme delle antiche traverse di Spagna e di Algeria, l'evoluzione continua della tecnica costruttiva e di calcolo, ha condotto agli esili ed armonici profili triangolari per le dighe piene a gravità, alle sottilissime dighe ad arco della Nuova Galles, alle razionali e leggere strutture in cemento armato a volte multiple su contrafforti.

CORRONGIUS



TIRSO

(a Busacca)



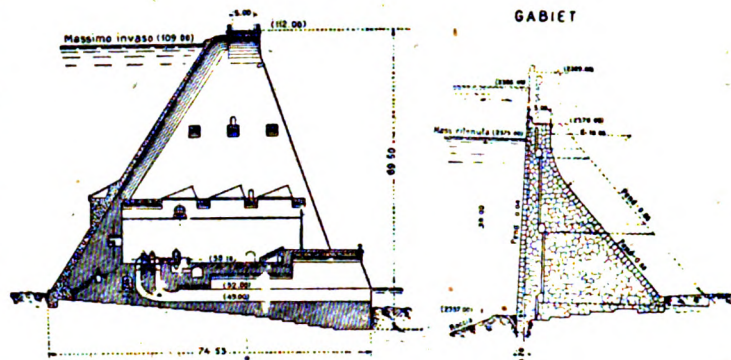
Lo sviluppo intenso dei serbatoi in Italia data da poco più di un decennio.

Prima esso trovò ostacolo nella generale diffidenza, se non nel timore, verso le alte strutture di sbarramento, e nella facilità stessa con cui, in rapporto alle necessità del momento, poterono svilupparsi le prime derivazioni idroelettriche; in seguito fu favorito dalla maturata comprensione, negli organi tecnici dirigenti, della loro importanza tecnica ed economica, dal continuo sviluppo industriale e agricolo della nazione, dai

provvedimenti legislativi di favore, dalla situazione in cui l'Italia venne a trovarsi nel periodo di guerra per la mancanza di carbone.

Dalle prime e modeste costruzioni di Corrongius e dei laghi Gorzente per provvedere di acqua potabile le città di Cagliari e di Genova, si può oggi calcolare di oltre cento il numero degli sbarramenti esistenti e in costruzione, con un complesso di un miliardo di acqua accumulata.

TIRSO



E' la Sardegna, dove fu costruito nel 1866 il primo serbatoio di Corrongius di 1 milione di m³, con una diga di metri 21.50 di altezza, che ha oggi (ultimata e in esercizio da più di un anno) la più alta e importante diga del mondo ad archi multipli sul Tirso, di metri 69 di altezza, col più grande serbatoio artificiale che esista di 460 milioni di m³ e di km. 26 di lunghezza; mentre nella stessa isola è attualmente in costruzione lo sbarramento sul Coghinas di m. 52 di altezza che formerà un serbatoio di 260 milioni di m³ d'acqua. E così dighe importanti sono state costruite sulle Alpi ad altissima quota,



Diga Lago Cabiet.

come quella del lago Gabiet a m. 2360 di altezza presso ai ghiacciai del Monte Rosa, mentre la loro applicazione si è già estesa alle colonie con le prime due dighe di Belesa e Ad Nefas costruite in Eritrea.

L'attività italiana in questo campo costruttivo è purtroppo

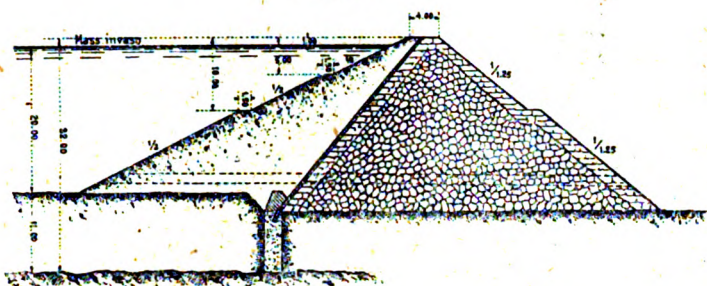
ben poco nota negli altri paesi per deficienza di pubblicazioni e di statistiche; ma indubbiamente l'Italia può oggi considerarsi, e per importanza di serbatoi e per tipi di sbarramento, fra i paesi più progrediti del gruppo europeo.

Quasi tutti i serbatoi sono stati costruiti per la più completa e razionale utilizzazione degli impianti idroelettrici; ma si hanno già esempi caratteristici in cui la loro costruzione è stata

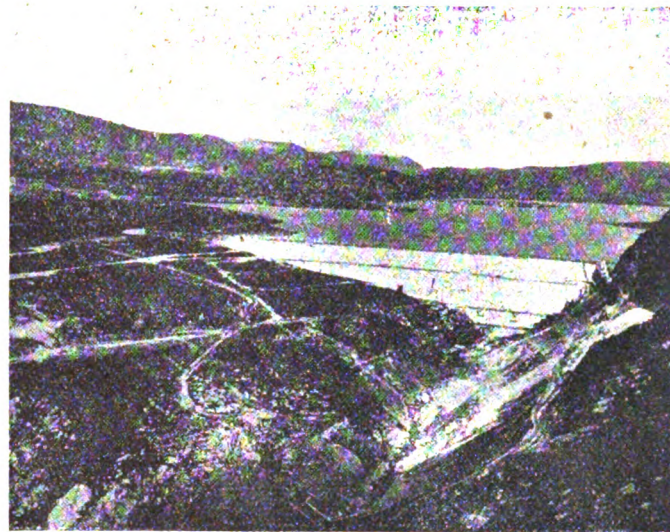
rennazione topografica, geologica, economica e costruttiva che particolarmente si verificano nel nostro paese dove uno sbarramento è possibile, hanno portato all'applicazione di tutti i tipi conosciuti.

Si può invece parlare di tendenza, cioè di preferenza generale verso strutture di dighe a masse ridotte, a più armonica linea resistente, e ciò richiedono del resto le stesse condizioni di impostazione che generalmente si riscontrano nelle nostre possibili strette di sbarramento.

BELESA



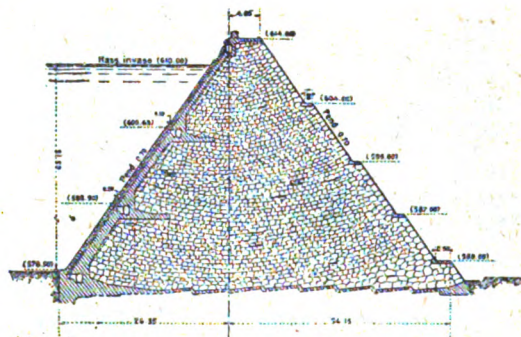
determinata da un triplice interesse economico, di forza motrice, di irrigazione, di regolazione delle piene. Fra questi citiamo il serbatoio del Tirso in Sardegna col quale si provvede ad una produzione di 90 milioni di kWh, alla irrigazione di 20,000 ettari, alla eliminazione delle costose arginature lungo il corso inferiore del fiume: e il serbatoio dell'Hone in Sicilia col quale si provvede ad una produzione di 20 milioni di kWh, e alla irrigazione della conca d'oro di Palermo (2,000 ettari). Con



Diga sul Torrente Hone.

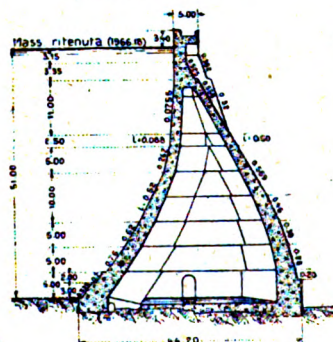
Le dighe italiane per un complesso di ragioni possono infatti svilupparsi con prevalenza in regioni montuose dove le località di sbarramento si presentano strette, irregolari e spesso contorte, e dove il più delle volte l'ampiezza dei profili conduce ad un inutile dispendio economico.

HÔNE

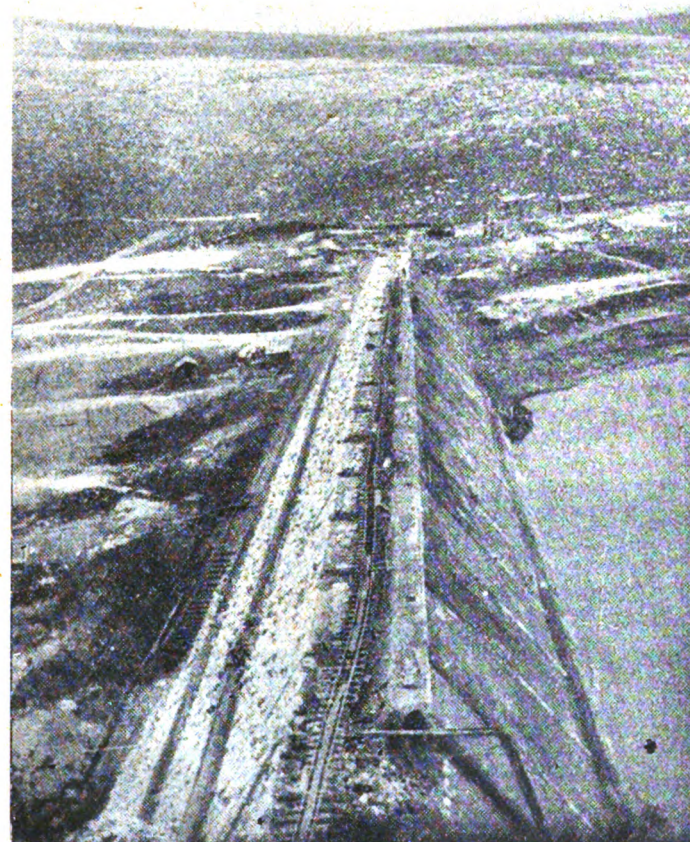
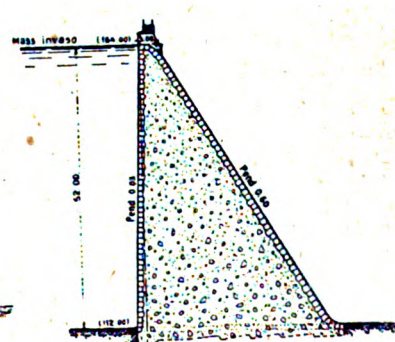


Condizione di fatto questa che ha avuto riflesso principalmente nelle applicazioni dei tipi in pietra a secco, rendendo poco adattabile e conveniente il tipo americano di diga a scogliera; e che in molti casi pregiudica l'adattabilità e la convenienza costruttiva anche delle dighe a volte multiple.

ROCHEMOLLES



COGHINAS



Diga di Hone.

quest'ultimo serbatoio anzi le acque del fiume Hone, che hanno sbocco naturale sul versante meridionale africano della Sicilia, sono state deviate al versante Tirreno per rendere possibile quest'irrigazione.

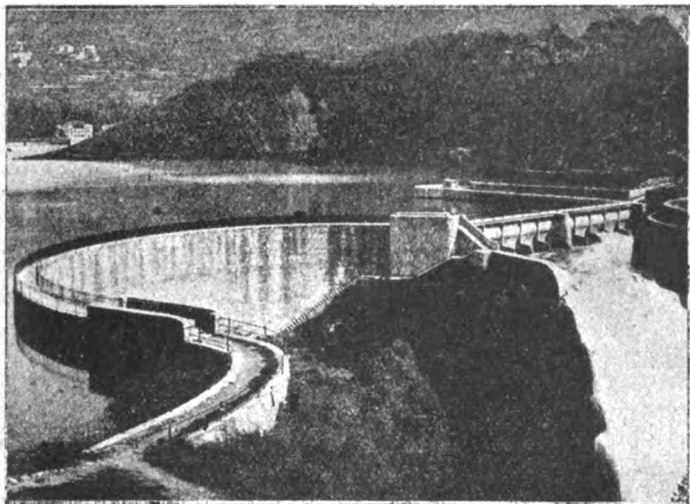
*

In Italia non si ha una tecnica particolare degli sbarramenti.

Come la tecnica moderna ha trasformato il primitivo profilo della classica diga a gravità, e ha dovuto in parte evolvere e in parte creare altri tipi di diga, così le condizioni di sensibile diffe-

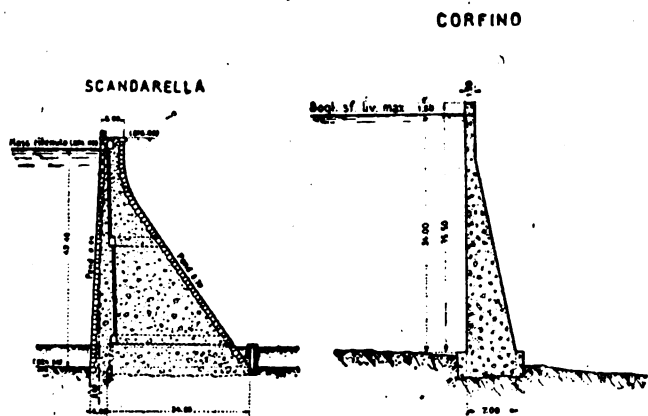
Tutti i tipi, come dicevamo, hanno avuto larga applicazione in Italia, fatta eccezione per le dighe in terra, e se la prevalenza delle costruzioni compiute o in esecuzione è per le classiche

dighe a gravità, che indubbiamente trovano più facile adattamento, sta di fatto che, in questi ultimi tempi dopo le numerose applicazioni americane, e dopo la costruzione della grandiosa diga del Tirso, si è determinato un notevole orientamento tecnico per l'applicazione dei leggeri tipi a volte multiple.



Diga del Corfino.

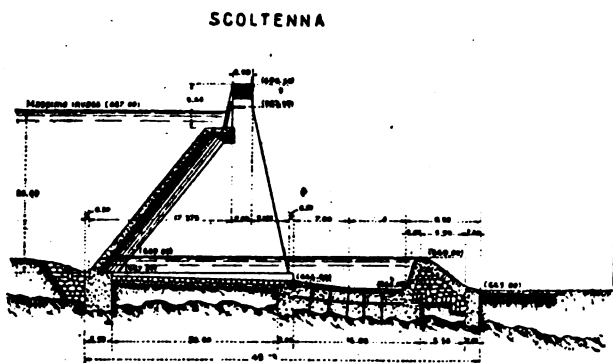
Il fatto che solo in questi ultimi anni i serbatoi e gli sbarramenti hanno preso notevole sviluppo, giustifica come le dighe italiane sieno state in maggioranza progettate e costruite a profilo moderno, e secondo le più recenti norme in materia, frutto della preziosa e larga esperienza americana; e come non si ri-



scontri da noi quel campionario di profili che è stato caratteristico per le costruzioni sviluppatesi nel lungo periodo di incertezza e di continua evoluzione della tecnica che ha preceduto la costruzione delle prime moderne dighe francesi.

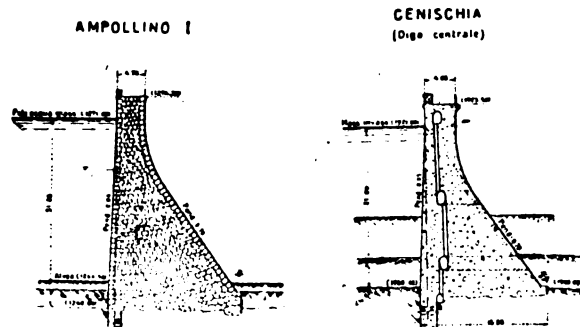
*

• Nel campo degli sbarramenti del classico tipo di muratura piena a gravità, è subito da rilevarsi l'adozione quasi generale

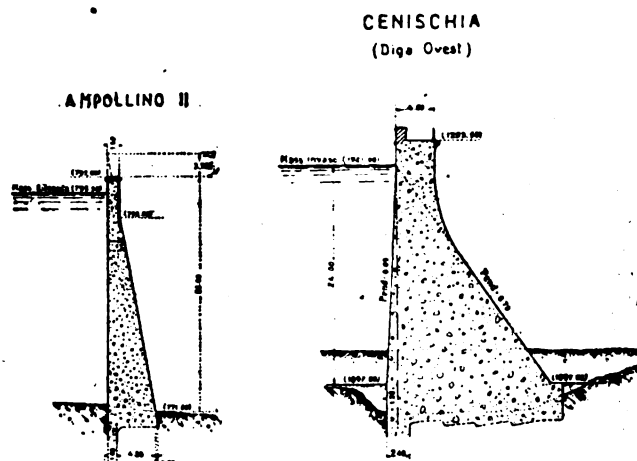


nelle dighe italiane del profilo semplice triangolare a sezione minima, e della disposizione planimetrica ad arco accentuato quanto più è possibile, senza che di ciò si tenga conto nelle condizioni di resistenza del profilo.

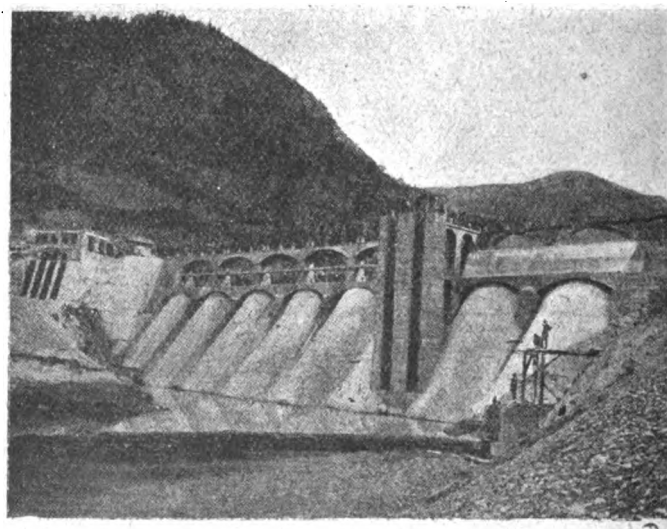
La disposizione planimetrica arcuata anche per le dighe a gravità (e che pure è tema quasi obbligato d'impostazione con le caratteristiche topografiche delle nostre strette), è nella nostra tecnica considerato come il più razionale ed efficace accorgimento per quegli ulteriori margini di sicurezza di stabilità che si vogliono raggiungere nei riguardi delle dilatazioni, per le eventuali sottopressioni, per le spinte dei ghiacci in sommità, ecc.



La calcolazione dei profili è fatta in base alla teoria dei solidi elastici omogenei, considerando il tronco di muro di cui si studia l'equilibrio come un solido monolitico a sezione variabile incastrato al piede, e verificando ai paramenti le tensioni principali normali e tangenziali, come per primo ebbe a indicare il Lévy.



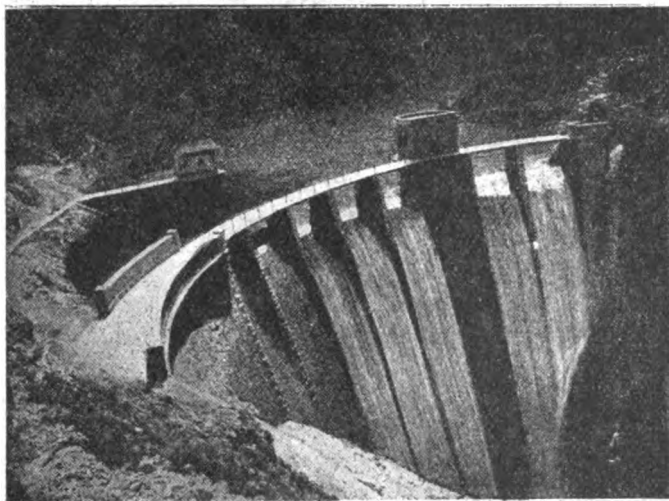
In rapporto alla considerazione delle sottopressioni, la calcolazione in base all'ipotesi di un carico triangolare sottostante alla diga, e ipoteticamente variabile da zero nell'estremo lembo a valle, al valore di ritenuta, o a frazione di esso, nell'estremo lembo a monte, non persuade in genere i nostri tecnici che, la



Diga di Riolunato sul Torrente Scoltenna.

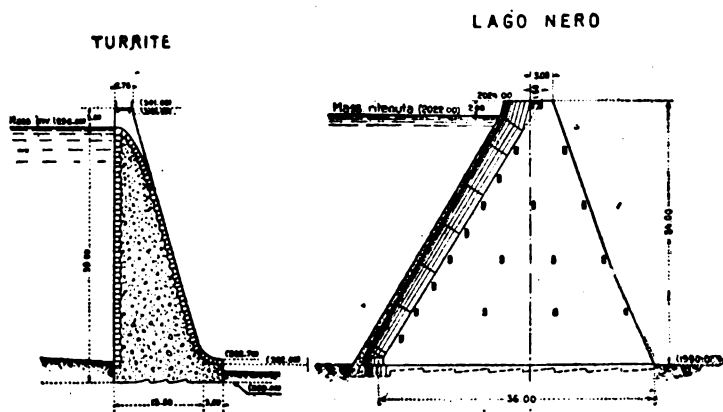
considerano più che altro un artificio di calcolo, e quindi non si hanno ancora in Italia esempi di dighe progettate e costruite secondo la prescrizione Lévy di pressione in ogni punto del paramento a monte superiore o almeno eguale alla pressione di acqua corrispondente.

A parte l'ipotesi non persuasiva, perchè molto vaga, della distribuzione lineare e triangolare della sottoppressione, e del suo massimo valore unitario, la considerazione di una lama di acqua sottostante la base della diga è un puro artificio di calcolo per arrivare con un più ampio profilo, ad un più elevato coefficiente di stabilità.



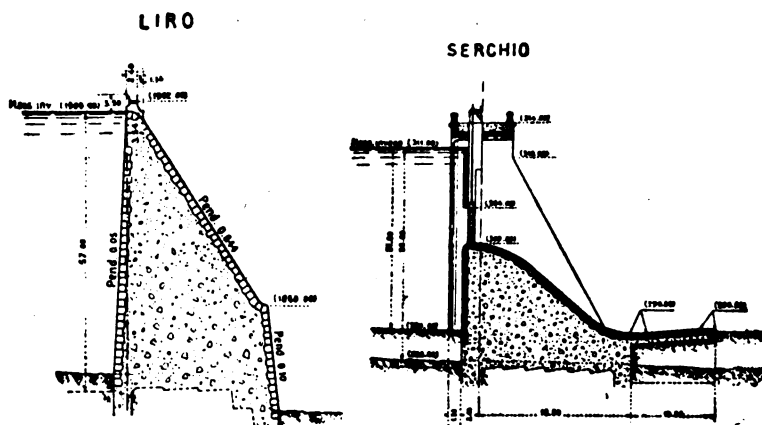
Diga della Turrone.

Ma l'aumento del profilo, se consente questo maggiore coefficiente, lascia pur sempre indefiniti il carattere e l'entità reali della sottoppressione che può verificarsi, e, se non si vuol giungere all'assurdo di supporre una sottoppressione costante e corrispondente alla massima unitaria, resta pur sempre, per l'in-



determinatezza dell'ipotesi, l'incertezza e in dati casi la deficienza del coefficiente di stabilità.

Ciò nonostante le recenti norme tecniche governative italiane, prescrivono che per le dighe di altezza superiore ai 25 metri si tenga conto convenzionalmente della possibilità di una

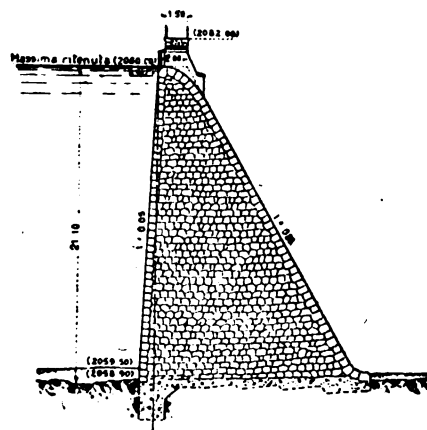


sottoppressione variabile a seconda dei casi, ma solo allo scopo di assicurare alla sezione della diga un più largo margine di stabilità.

All'eventualità della sottoppressione che pure occorre considerare in particolari casi, e soprattutto con dighe rettilinee o

non sufficientemente arcuate, è indubbiamente preferibile di provvedere con disposizioni tecniche che tendano ad evitare il prodursi delle sottopressioni, e cioè coi sistemi di drenaggio poco a tergo del paramento a monte, e anche in fondazione quando occorra.

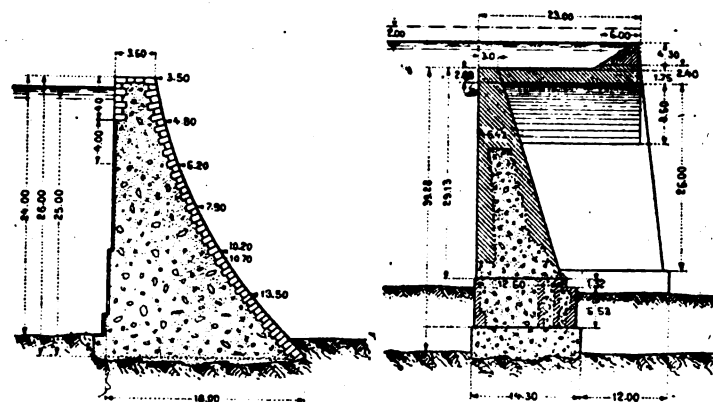
TRUZZO



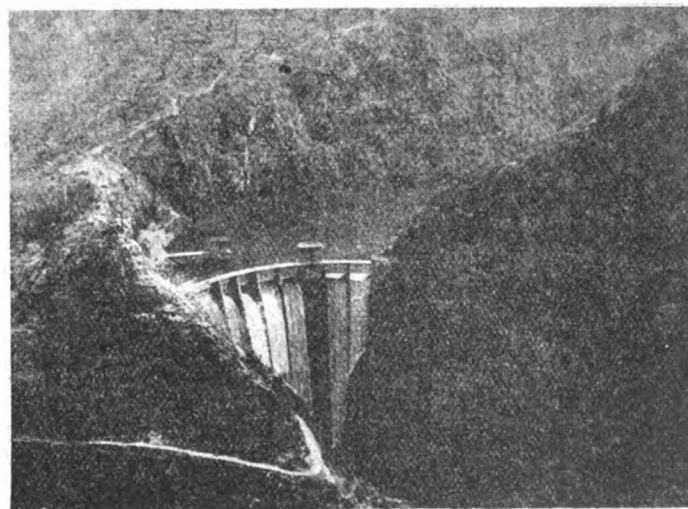
Sistema questo che ha avuto e ha larga applicazione nelle dighe americane. In Italia abbiamo tre esempi importanti di dighe con dispositivo drenante, la diga del lago del Moncenisio di m. 21 di altezza a 2,000 m. di altitudine, rettilinea e prov-

CISMON I

LETE



veduta di giunti di dilatazione a distanza di m. 15; la diga del Lago Gabiet di m. 50 di altezza, a 2,400 m. di altitudine sotto il ghiacciaio del Monte Rosa, in curva ma di m. 210 di raggio e senza giunti di dilatazione; la diga del serbatoio di Scandarella



Diga della Turrone.

nelle Marche di m. 50 di altezza a 700 m. di altitudine, disposta in curva ma di m. 150 di raggio e senza giunti di dilatazione.

In queste dighe la serie verticale dei drenaggi è compresa fra gallerie orizzontali accessibili che ai loro estremi fanno capo a gallerie inclinate che seguono dal fondo fino al ciglio tutta la imposta della diga. I tubi di drenaggio sono di circa cm. 30 ÷ 40 di diametro con interasse da 2 a 3 m. e sono stati ottenuti con

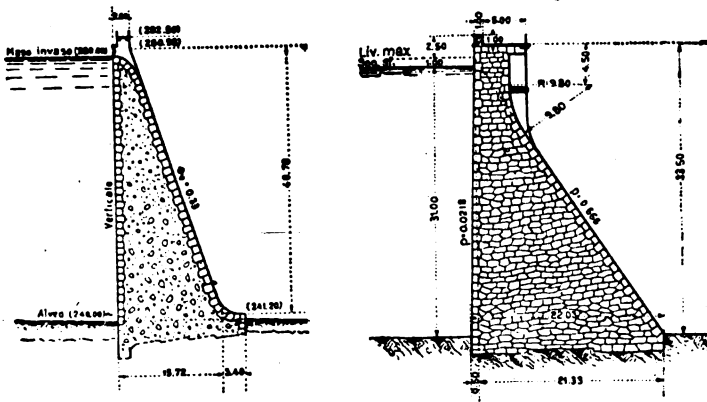
applicazione del profilo di diga studiato molti anni fa dal nostro Ing. Figari e ben noto ai tecnici.

*

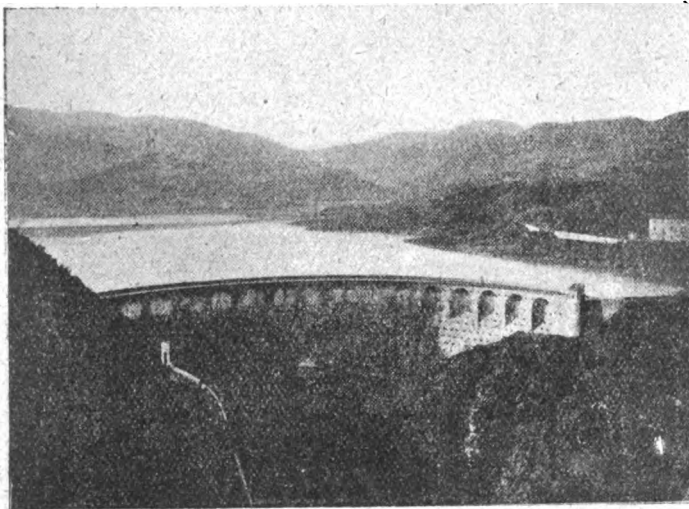
Nel campo degli sbarramenti di muratura piena o calcestruzzo, ma resistenti solo come volta per la loro forte disposizione arcuata, abbiamo applicazioni meno numerose per la

VALLA

BRASIMONE I.



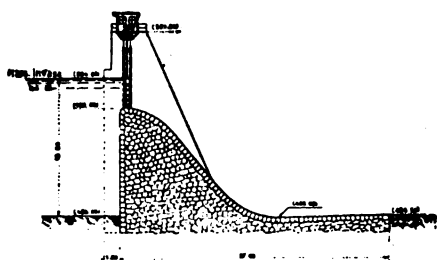
blocchetti quadrati di calcestruzzo poroso preparati in cantiere, e montati a sovrapposizione e a spigoli sfalsati per l'efficace ammorzamento nella massa della diga. Se la parete drenante è di dimostrata efficacia per eventuali filtrazioni del paramento a monte, è pur sempre possibile che con rocce molto fessurate, le filtrazioni possano aggirare il drenaggio di fondo. Si rende



Diga di Brasimone.

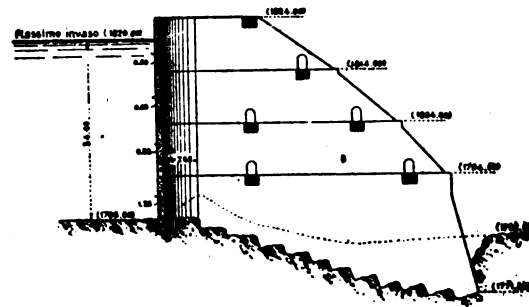
allora necessario di costruire i drenaggi orizzontali lungo tutta la base della diga, ma in ogni caso il sistema drenante va integrato coll'esecuzione di un profondo taglio di guardia incassato nella roccia sana lungo tutto il piede del paramento a monte, e in determinati casi anche con iniezioni profonde lungo tutta la linea esterna di paramento.

BRASIMONE II.



Anche per le dighe a gravità va rilevata la tendenza di ridurre il volume del profilo normale con tipi derivati a vani interni. E' attualmente in costruzione per conto delle Ferrovie di Stato un'importante diga a gravità sul T. Rochemolle presso Bardonecchia a circa 2,000 m. di altitudine, e che è la prima

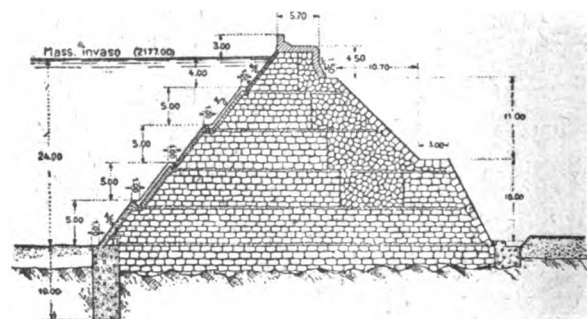
VENINA



minor facilità di trovare le adatte impostazioni. Le dighe esistenti o in costruzione sono tuttavia tipiche; caratteristica fra le prime è quella del Corfino in Toscana a profilo esilissimo, di m. 40 di altezza con spessore in sommità di m. 1.5, alla base di m. 7, con raggio di estradosso di m. 23,5 che fu eseguita in gettata continua di calcestruzzo in 72 giorni, e che fu completamente investita dall'ultimo violento terremoto di Garfagnana che distrusse ogni edificio all'intorno senza che la minima crinatura si determinasse nella struttura della diga.

Sono egualmente caratteristiche la diga di Turrice (funzionante da alcuni anni) con m. 40 di altezza e m. 34 di raggio di estradosso, e la diga di Valla (costruzione) con m. 43 di al-

LAGO VANNINO

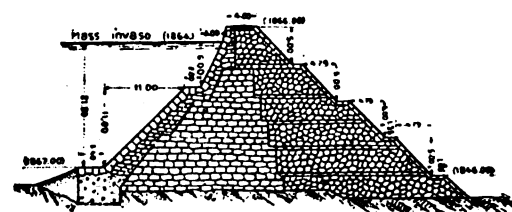


tezza e m. 52 di raggio di estradosso, che sono a libera tracimazione dal ciglio per lo scarico delle piene, e la diga di Cismon, la prima importante costruita in Italia e che è a libera tracimazione con ben 2 metri di lama d'acqua.

Fra quelle in costruzione è da notarsi la diga della Chiussella di m. 40 di altezza, la prima del tipo a raggio variabile studiata dall'Iorgensen.

Nelle calcolazioni delle dighe a volta costruite, in costruzione, o in progetto, si è seguito e si segue il concetto di fissare le dimensioni generali immaginando la struttura divisa con piani normali alle generatrici, in anelli di volta dei quali

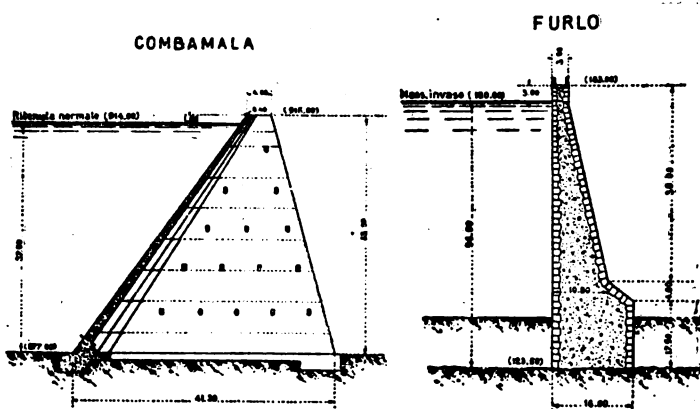
DEVERO



si studia l'equilibrio statico, e limitando la calcolazione nella ipotesi di arco elastico deformabile agli anelli superiori fino a quella profondità a cui si può presumere ancora attendibile l'applicazione delle formole di elasticità.

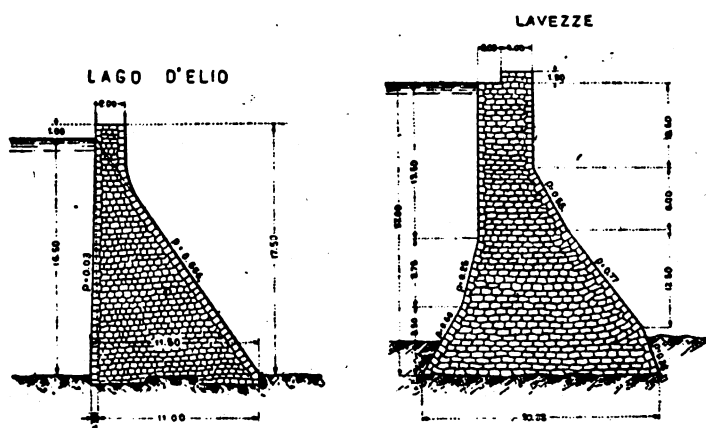
I metodi di calcolo tendenti a scomporre la diga a volta

in una serie di elementi verticali (mensole) e di anelli orizzontali che debbono avere nei punti corrispondenti lo stesso spostamento elastico, pur essendo stati considerati, discussi e applicati a qualche caso in progetto, non trovano da noi fautori convinti, e le stesse recenti norme governative per le dighe, stabilite da una commissione di specialisti in materia, prescrivono senz'altro il primo sistema di calcolazione come quello che in realtà, nella molta incertezza dell'effettivo comportamento della struttura, meglio avvicina i due punti di vista teorico e pratico. Con ciò la tecnica italiana viene a confermare l'opinione dell'illustre Wade, l'autore delle magnifiche dighe della Nuova Galles, che fin da allora ebbe la precisa visione come i nuovi metodi di calcolo mentre complicano enormemente le varie calcolazioni non riducono l'incertezza dei risultati dovuta all'assoluto teorismo delle nuove ipotesi.



In effetto, come autorevolmente ha osservato il nostro Guidi, il vero comportamento resistente della diga a volta unica è quello di lastra curva, di spessore variabile, col lembo superiore libero e il restante perimetro incastrato, cementata dal peso proprio e dalla pressione idrostatica, e questo comportamento come lastra porta di conseguenza una non del tutto uniforme distribuzione della pressione idrostatica contro l'estradosso degli anelli di volta.

Il calcolo basato sulla determinazione degli spostamenti elastici, mentre richiederebbe logicamente una simmetria di diga che in pratica non si verifica, non tiene conto dell'effettivo comportamento come lastra che fa sensibilmente risentire il

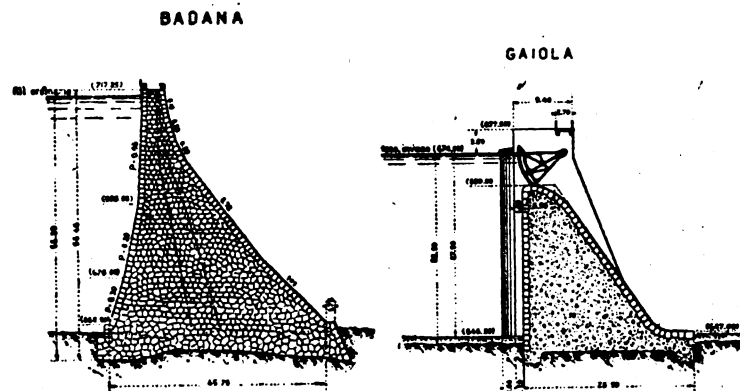


suo effetto sulla deformazione elastica in modo da rendere illusori i risultati dei calcoli che si basano su tale deformazione nell'ipotesi di pressione idrostatica uniforme.

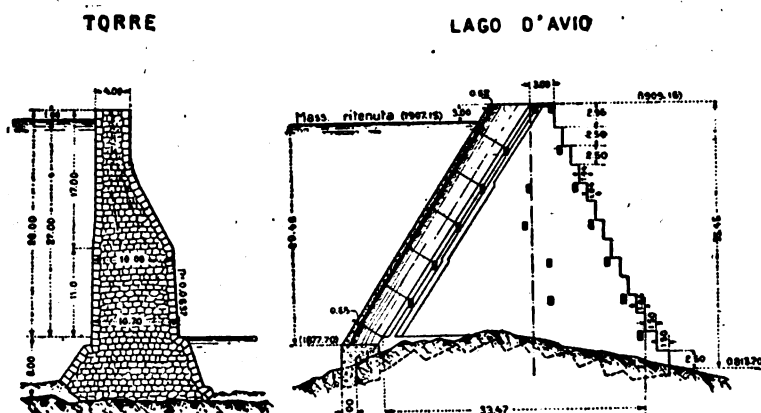
*

Nel campo degli sbarramenti a struttura leggera, e cioè a contrafforti con pareti di ritenuta a lastroni oppure a volte, abbiamo in Italia per ora tre esempi. La prima diga a contrafforti costruita fu quella a lastroni di Comba Mala su di un affluente del T. Maira, di m 39 di altezza e del tipo americano Ambursen; seguì poi la prima diga a volte multiple di Scoltena di m. 20, e poco dopo la più grande diga esistente di questo tipo, cioè quella del Tirso di m 69 di altezza. Le dighe con pareti a lastroni, nonostante l'interessante esempio di Comba Mala non hanno avuto ulteriore seguito, perchè in realtà esse rappresentano oggi un tipo ormai superato da quello a volte multiple.

Il tipo a lastroni se costruttivamente è più semplice, pratico e rapido, ha il suo punto debole nel limite troppo ristretto di interasse dei contrafforti, e nel costo di armatura dei lastroni; e questo ristretto limite di interasse con le nostre strette di sbarramento a fianchi ripidi e irregolari, avvicinando eccessivamente fra loro le fondazioni degli speroni, viene sovente ad annullare ogni termine vantaggioso di questo tipo di diga.

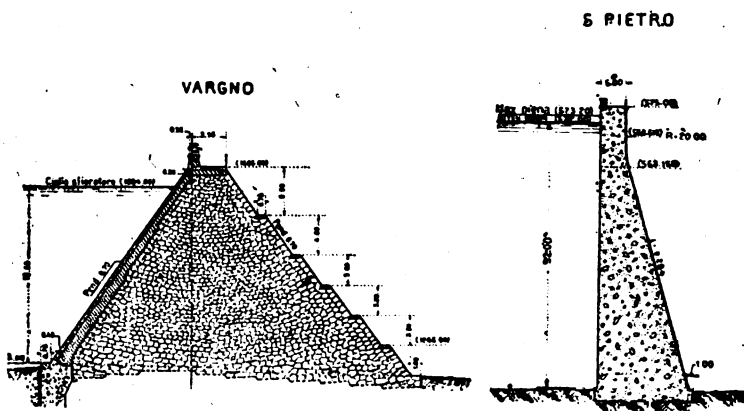


La caratteristica fondamentale delle dighe italiane a volte multiple, in contrasto assoluto coi tipi americani, è nel sistema costruttivo, cioè di archi in calcestruzzo resistenti per compressione e armati solo per tener conto degli effetti di temperatura, e di contrafforti di forte spessore in muratura o in calcestruzzo con paramenti in pietra; caratteristica derivata da un complesso di speciali fattori economici, di mano d'opera, di materiali e di trasporti propri del nostro paese.



Anche la diga di Comba Mala ha i contrafforti così costruiti, in contrasto col tipo Ambursen.

Tecnicamente si può osservare che questa concezione costruttiva è quella che in realtà consegue più spontanea nel primo passaggio dalle massicce strutture piene al tipo a contrafforti, cioè a carichi concentrati; mentre il tipo leggero ameri-



cano totalmente armato è il risultato di un ulteriore perfezionamento col quale si raggiunge la maggiore razionalità di struttura e la sua maggiore stabilità.

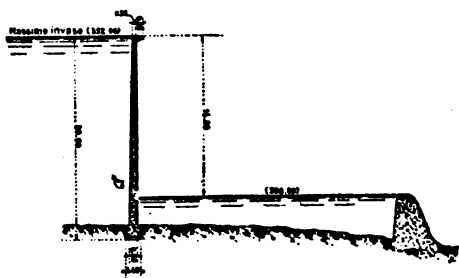
La calcolazione di queste dighe viene fatta separatamente per gli archi e per i contrafforti su cui gli archi si appoggiano.

Gli archi sono di solito di sezione circolare e di spessore costante dalla chiave alle imposte nel piano normale all'incli-

nazione del paramento a monte, e vengono calcolati come archi elastici tenendo conto della pressione dell'acqua della componente normale del peso proprio e delle variazioni di temperatura — escludendo ogni sollecitazione di tensione.

L'inclinazione degli archi varia approssimativamente fra 35 e 45 gradi e si adottano di preferenza archi di ampiezza non inferiore a 160 gradi.

ZOLEZZI

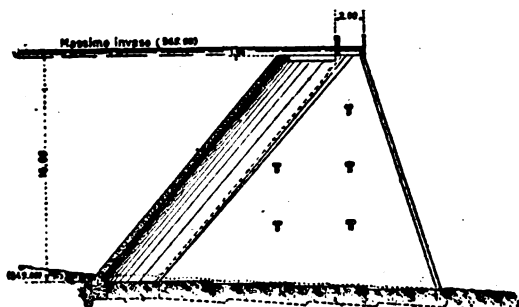


Per i contrafforti si segue lo stesso metodo di calcolo come per le dighe a gravità escludendo però ogni ipotesi di sottoppressione.

*

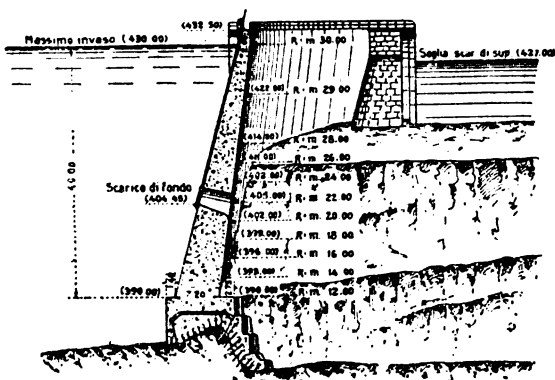
Passando alle dighe in pietrame a secco dobbiamo notare che esse hanno avuto da noi, alcuni anni fa, un periodo di grande favore. Gli esempi americani delle dighe di Lower

SAPEIO



Otay, di Morena, di Strawberry per accennare alle più importanti, il miraggio di realizzare rilevanti vantaggi economici per le dighe alpine e coloniali, la persuasione di non doversi preoccupare di eventuali sottopressioni e di non dover temere le eventualità sismiche, hanno condotto molti tecnici a credere in una generalizzazione di queste strutture, e a ritenere quindi che con questo tipo di diga la costruzione dei serbatoi avrebbe avuto fortissimo incremento.

CHIUSELLA



L'esperienza diretta delle prime dighe costruite non ha potuto che confermare le vivaci opposizioni di tecnici e costruttori specialisti sorte fin dall'inizio contro questa pericolosa corrente generalizzatrice, e dimostrare come anche il tipo di diga a secco, non certo ideale e tanto meno economico, può trovare conveniente applicazione, ma solo in casi determinati, e quando risulti impossibile o sconsigliabile ricorrere ad altri tipi.

La caratteristica principale delle dighe italiane in pietrame a secco sta nella ristrettezza del loro profilo derivata dal particolare sistema di costruzione. Non dighe di scogliera tipo americano a grossi blocchi gettati, liberi di una propria sistema-

zione, con abbondanti vuoti nella massa, e richiedenti lievi e decrescenti inclinazioni di paramento per assicurare il naturale assetto d'equilibrio del pietrame: ma strutture di pietrame sistemato a mano, con minimo numero di vuoti e quindi di maggiore compattezza e stabilità, adattabili a località più ristrette e accidentate, e con le quali riesce possibile ridurre le dimensioni di profilo.

Sono quasi esclusivamente le condizioni di fatto topografiche e costruttive delle nostre località di sbarramento che hanno portato ai profili ristretti, compensati in questa riduzione dalla particolare sistemazione costruttiva del pietrame.

Fra gli esempi italiani va segnalato lo sbarramento sul T. Hone che è il più tipico ed importante (m. 33 di ritenuta, m. 37 di altezza, volume 150.000 m³ con un serbatoio di 33 milioni di m³) ed uno dei più grandi che esistono.

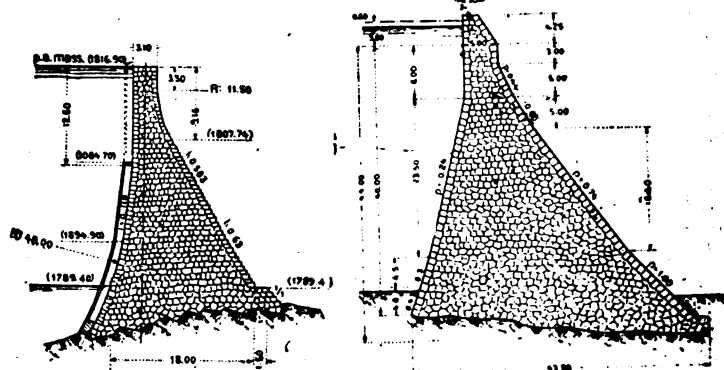
Le principali caratteristiche di questa diga stanno nel profilo trasversale e nella struttura di drenaggio del paramento a monte di cui è unico esempio.

Il profilo è simmetrico con le inclinazioni dei due paramenti calcolate in modo che la spinta idrostatica passi per il centro della base dove incontra anche la verticale risultante del peso proprio; condizione questa che assicura alla base di fondazione e in tutta la diga la migliore uniforme distribuzione delle pressioni sia a carico che a vuoto, per qualsiasi altezza di diga e che riduce le probabilità di ineguale assetto del materiale.

La struttura di tenuta comprende un primo muro di rivestimento in malta di cemento che con speciali contrafforti interni distanziati di m. 12 circa si ammorza nel pietrame di massa.

LAGOLUNGO

LAGO D'ARNO



Su questo muro di protezione appoggia con ammorzature ancora distanti 12 metri circa un rivestimento di cemento armato forato a canne d'organo di 20 cm di diametro con interasse di cm 40 che formano tanti pozzetti di drenaggio. Questi sono divisi in rapporto al carico d'acqua in tre gruppi, inferiore, medio e superiore, e ogni gruppo fa capo a due cunicoli longitudinali di accesso e di ispezione, uno inferiore e uno superiore.

Con questa disposizione ogni punto della parete a monte è accessibile e visibile, ogni eventuale filtrazione è controllabile.

Un'ultima particolarità di questa diga consiste nella protezione di tutto lo scavo di fondazione con un leggero strato di calcestruzzo, e nell'esecuzione con malta del primo strato di fondazione del pietrame.

*

Nei riguardi della tecnica di studio preventivo e di costruzione si può parimenti affermare che in Italia si seguono già da alcuni anni i più moderni sistemi.

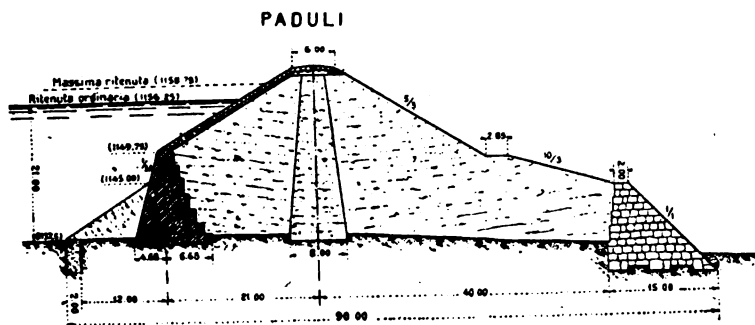
Molta importanza viene data agli studi preventivi di progetto che vengono condotti con larghezza di mezzi e grande accuratezza. Per il rilievo topografico ha trovato larga applicazione il sistema stereografico che è il più moderno e preciso, e che è particolarmente necessario per ben progettare l'impostazione delle dighe ad arco. Parimenti per l'esame geognostico delle strette di sbarramento è ormai consueta l'indagine con gallerie o pozzi o con sistema di trivellazioni.

Per la costruzione, i mezzi meccanici hanno trovato la più larga applicazione nei cantieri, applicazione favorita nel dopo guerra dal sensibile aumento di costo della mano d'opera, dalla maggiore entità e importanza delle costruzioni, dalla necessità di una maggiore rapidità di esecuzione.

E questa applicazione sarebbe stata anche maggiore se essa non trovasse una naturale limitazione anche di convenienza economica nelle particolari condizioni cui è possibile sviluppare in Italia la costruzione delle dighe.

Particolare favore hanno avuto ed hanno i macchinari speciali americani per intonaci, rivestimenti delle pareti di scavo ed iniezioni sotto pressione e per il trasporto del calcestruzzo a distanza, sia con elevazione a torre e discesa a gravità, sia per lancio ad aria compressa (Cement-gun e Ramsone Caniff).

In ogni cantiere di costruzione di dighe sono poi largamente sviluppati i laboratori completi per la documentazione fotografica e per le prove dei materiali.



La grande importanza e responsabilità di queste costruzioni è oggi anche ben compresa dagli organi tecnici dello Stato e le norme regolamentari che in Italia guidano lo studio dei progetti e la costruzione di queste opere sono indubbiamente fra le più complete e moderne che si abbiano.

*

Questo rapido sguardo allo sviluppo che ha avuto in Italia la costruzione delle dighe di sbarramento per i serbatoi artificiali varrà, io spero, a far conoscere fuori dei confini, dove purtroppo per troppo tempo lo si è ignorato, ciò che l'Italia con magnifica energia ha prodotto e produce anche in questo campo. E oso anche sperare che uno sguardo ai profili raccolti delle dighe costruite o in costruzione possa far desiderare ai tecnici specialisti d'oltr'Alpe di conoscere più da vicino queste nostre costruzioni e persuaderli che in esse l'Italia ha un magnifico campo di istruzione e di esperienza tecnica.

LA MODERNA MATEMATICA DEI CIRCUITI TRIFASI □ □ □ □ □

ERCOLE BOTTANI

(Continuazione e fine, v. N. 34, pag. 966).

V. - Potenze nei circuiti trifasi.

La maggior parte dei simboli e delle relazioni di questo capitolo e del successivo sono scalari, per cui torneremo a sopralineare le lettere quando con esse indicheremo dei vettori.

Avvertiamo inoltre il lettore che per evitare complicazioni d'indici, indicheremo le grandezze: potenza reale, reattiva ed apparente, rispettivamente con le lettere P , Q e W , facendo così uno strappo alle convenzioni Internazionali che consigliano di usare la lettera W per indicare un'energia e la Q per indicare una quantità d'elettricità.

40. *Espressione elementare della potenza reale media di un carico trifase.* — Generalmente, allorché un circuito trifase è percorso da un sistema di correnti, attraverso ogni sua sezione (che in particolare può essere quella corrispondente ai morsetti di una macchina o di un apparecchio) scorre, come è noto, dell'energia (numero di joule).

Nel linguaggio usuale ogni efflusso d'energia viene designato con la generica ed espressiva parola *carico*, quindi nel caso che ci occupa, noi diremo che in ogni sezione del circuito esiste un certo *carico trifase* in contrapposto ai carichi monofasi che hanno luogo nei circuiti di questo nome.

Caso per caso il *senso* della trasmissione dell'energia è ben determinato e noi supporremo sempre questo senso, o noto od assegnato a priori. In quest'ultimo caso, di solito, si fa co-

cidere il senso positivo della energia con quello positivo delle correnti.

L'energia che attraversa la sezione ogni unità di tempo è la *potenza reale media del carico* in quella sezione (numero di watt). Si dice *potenza reale* in contrapposto a quella reattiva che considereremo in seguito, e *media* perchè è noto che in un circuito a corrente alternata la potenza non ha, in generale, lo stesso valore in ogni istante.

Noi trattiamo dapprima della sola potenza media perchè il suo valore è quello che maggiormente interessa in pratica, ma più avanti ci occuperemo anche di quella istantanea.

Una prima espressione della potenza media di un carico trifase si ottiene facilmente basandosi sulla concezione elementare dei circuiti trifasi, concezione che, come è noto (§ 24), li assimila all'insieme di tre monofasi.

La potenza media P di un carico monofase è espressa dalla ben nota relazione:

$$P = E I \cos \varphi \quad (80)$$

nella quale: E è il *valore efficace* della tensione nella sezione che si considera, I il *valore efficace* della corrente che attraversa la sezione e φ , se le precedenti grandezze sono *sinusoidali*, è lo sfasamento angolare fra di esse, cioè l'angolo fra i vettori che le rappresentano.

Assimilando, allora, un circuito trifase all'insieme di tre monofasi, e distinguendo con gli indici a , b , c , le grandezze relative a ciascun di questi, potremo immediatamente scrivere che la totale potenza media di un carico trifase è:

$$P = E_a I_a \cos \varphi_a + E_b I_b \cos \varphi_b + E_c I_c \cos \varphi_c \quad (81)$$

Questa espressione è assolutamente generale, cioè vale qualunque siano le condizioni del circuito considerato, ma per la sua corretta applicazione bisogna precisare qualche punto.

Noi qui ci mettiamo nelle condizioni di chi deve valutare la potenza di un carico trifase, ignorando completamente ciò che esiste a destra od a sinistra della sezione considerata.

La conoscenza di ciò è, per lo scopo attuale, sempre superflua, perchè la potenza è funzione soltanto delle correnti che attraversano la sezione e del particolare stato di tensione in cui si trovano i conduttori del circuito in corrispondenza della stessa sezione.

Per il calcolo di P , noi potremo quindi sempre immaginare che il circuito sia composto come meglio torna comodo per l'applicazione della (81).

Ora è noto, che il modo più conveniente e generalmente anche il più semplice, di assimilare un circuito trifase all'insieme di tre monofasi è quello di supporre che il primo sia una *stella* dei secondi, perchè allora le correnti I_a , I_b , I_c dei circuiti

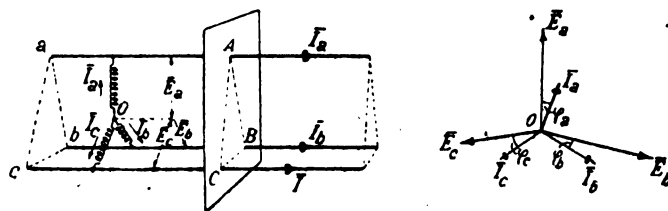


Fig. 53.

monofasi (fig. 53) non sono altro che le tre correnti di linea del circuito trifase ⁽²³⁾.

⁽²³⁾ L'altra ipotesi che si può fare, cioè quella del collegamento a triangolo (fig. 54), è meno generale della precedente, perchè è applicabile solo se è pura la terna delle correnti in linea. Con essa, le cor-

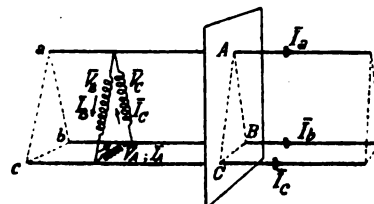


Fig. 54.

renti da introdurre nella (81) sono quelle nei lati del triangolo (fig. 54), e le tensioni sono quelle concatenate cioè con le nostre notazioni la (81) risulterebbe scritta così:

$$P = V_A I_A \cos \varphi_A + V_B I_B \cos \varphi_B + V_C I_C \cos \varphi_C$$

Con tale ipotesi le tensioni \bar{E}_a ; \bar{E}_b ; \bar{E}_c dei tre circuiti monofasi, saranno le tensioni che ciascun filo ha verso il centro della stella, quindi il loro insieme costituirà evidentemente una delle terne di tensioni di fase della sezione considerata.

Quando, per esprimere la potenza di un carico trifase, si scrive l'espressione (81), si sottintende sempre che i suoi simboli abbiano il significato che abbiamo ora esposto.

Ma osserviamo che, mentre la totale potenza media e le tre correnti nei fili sono grandezze certamente ben determinate (cioè individuabili in modo univoco), le tensioni di fase, invece, dipendono (§ 19) dal punto rispetto al quale sono misurate.

Bisognerà quindi esaminare se le tensioni da introdurre nella (81) devono essere quelle relative ad un particolare punto o se questo invece può essere qualunque.

A ciò risponde un noto teorema⁽²¹⁾, col quale si dimostra che: se il sistema $S(I_a)$ delle correnti è puro, P è indipendente dalla terna $S(\bar{E}_a)$, e che ciò non è vero se $S(I_a)$ è spurio.

Quindi, mentre nel primo caso, per il calcolo di P , noi potremo scegliere uno qualsiasi dei sistemi di tensioni E , nel secondo la scelta non è più arbitraria.

In quest'ultimo caso, cioè quando $S(I_a)$ è spurio, l'unico punto rispetto al quale devono essere misurate le tensioni di fase, si presenta da sé. Infatti se, ad esempio, si tratta di un circuito trifase a quattro fili, è evidentemente il neutro che bisogna assumere come centro della sezione, e negli altri casi, il corpo che necessariamente funziona da quarto filo è certo sempre rintracciabile.

Concludendo, sui valori della E nella (81) o non si può equivocare (caso di $S(I_a)$ spurio), oppure il loro sistema è arbitrario (caso di $S(I_a)$ puro).

Che per una stessa sezione di un circuito avente $S(I_a)$ puro, a pari valori delle correnti I , la potenza P resti invariata mutando le E non deve meravigliare. Col variare delle E , variano contemporaneamente anche gli sfasamenti φ , cambieranno quindi i valori relativi dei tre termini della (81) senza che per questo varii la loro somma P .

In pratica i tre termini

$$\begin{aligned} E_a I_a \cos \varphi_a &= P_a \\ E_b I_b \cos \varphi_b &= P_b \\ E_c I_c \cos \varphi_c &= P_c \end{aligned} \quad (82)$$

della (81), che, per quanto abbiamo detto, esprimono le potenze dei tre carichi monofasi in cui si pensa scomposto il trifase dato, sogliono venire chiamati *potenze per fase del circolo trifase*, perchè possono essere interpretati appunto, come le potenze che ciascun conduttore convoglia attraverso la sezione considerata.

A questo riguardo bisogna però, notare che, mentre nel caso dei circuiti aventi spuria la terna delle correnti, esiste un solo sistema di potenze per fase, nel caso in cui $S(I_a)$ è puro, invece, ne esistono infiniti, perchè tanti sono infatti, i modi in cui la totale potenza P può risultare suddivisa fra i tre termini della (81). Perciò quando $S(I_a)$ è puro le potenze trasportate da ogni conduttore sono a rigore indeterminate.

Tuttavia, detta indeterminazione può essere tolta, ed è ciò che si suole fare in pratica, *convenendo*, una volta per tutte, quale, fra gli infiniti sistemi di potenze per fase, merita, più degli altri, di essere assunto a rappresentare le potenze trasportate da ogni filo.

La convenzione più razionale si presenta spontanea, allorchè si noti che nella pratica tutti i carichi trifasi sono, o dovrebbero per regola, essere alimentati da macchine perfettamente simmetriche.

Infatti, per questa circostanza, viene naturale di assumere come sistema di potenze per fase, per antomasia, il sistema di esse che verrebbero erogate dalle tre fasi di un generatore simmetrico alimentante direttamente il carico considerato. Ciò equivale a fissare per la misura delle E , il centro astratto della sezione, perchè quando un generatore simmetrico, che per l'applicazione della (81) dobbiamo sempre supporre a stella, eroga una terna pura di correnti, il suo centro materiale ha sempre la tensione del centro astratto della sezione determinata dai suoi morsetti. Infatti nell'espressione (67) del § 35, che esprime appunto il sistema delle tensioni ai morsetti di un

generatore simmetrico, nessun termine del secondo membro è di sequenza zero.

E' solo in seguito alle precedenti considerazioni ed alla convenzione che ne scaturisce, che in pratica, si può parlare di tensioni e di potenze per fase di un circuito avente pura la terna delle correnti, senza aggiungere nessuna altra indicazione. Si sottintende infatti, che le tensioni di fase siano quelle prese rispetto al centro astratto, e che le potenze siano quelle calcolate con tali tensioni. Bisognerà, quindi, aver cura, quando le une e le altre sono valutate prendendo per centro un punto qualunque, di indicare questo punto.

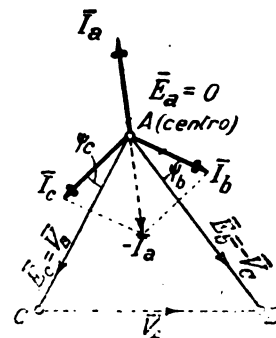


Fig. 55. — Tensioni di fase prese rispetto ad uno dei fili di un circuito.

Dalla (81) si deduce, per il caso delle correnti pure, una ben nota espressione, che giustifica per la misura di P in questo importantissimo caso, l'impiego di due soli wattmetri. Le tensioni E sono arbitrarie, per cui assumendo al limite quelle relative ad una delle sezioni A ; B ; C dei fili, ad esempio l' A , si ottiene (fig. 53 e 55)

$$\bar{E}_a = 0 ; \bar{E}_b = -\bar{V}_C ; \bar{E}_c = \bar{V}_B$$

e quindi la (81) si scrive:

$$P = V_C I_b \cos \varphi_b + V_B I_c \cos \varphi_c. \quad (83)$$

Questa refazione mostra che, quando $S(I_a)$ è puro, il circuito trifase può anche essere considerato come l'insieme di due soli circuiti monofasi.

Nel caso di un circuito simmetrico ed equilibrato, le potenze per fase, rispetto al centro astratto, risultano uguali e quindi la (81) si scrive:

$$P = 3 E I \cos \varphi \quad (84)$$

ove i simboli hanno il ben noto significato. In tale caso è anche $E = \frac{V}{\sqrt{3}}$ (V tensione concatenata), da cui la notissima espressione:

$$P = \sqrt{3} V I \cos \varphi. \quad (84 \text{ bis})$$

41. *Espressione razionale della potenza media.* — La possibilità di definire i sistemi trifasi mediante i loro componenti simmetrici ci permette di esprimere la potenza media di un generico carico trifase, sotto una forma diversa dalla (81) e che sotto vari aspetti è più razionale.

Verifichiamo dapprima il seguente lemma:

In una sezione di un circuito trifase, nel quale sia la terna delle tensioni che quella delle correnti sono simmetriche (nel senso generale del § 13) la potenza media è nulla ogni qualvolta le due terne non hanno la stessa sequenza.

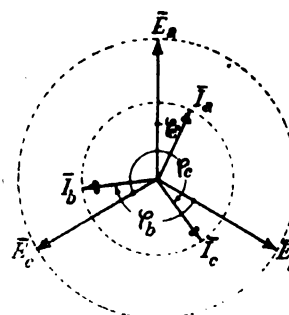


Fig. 56.

Noi lo verificheremo soltanto per un caso, lasciando al lettore la cura di farlo per tutti i possibili altri casi.

(21) Vedi: A. BARBAGLIATA - opera citata - Parte II, pag. 53.

Supponiamo diretto il sistema $S(\bar{E}_a)$ delle tensioni ed inverso quello $S(\bar{I}_a)$ delle correnti. Allora (fig. 56) le tre potenze per fase (sottointeso rispetto al centro astratto) sono:

$$P_a = E_a I_a \cos \varphi_a$$

$$P_b = E_b I_b \cos \varphi_b = E_a I_a \cos \left(\frac{2}{3} \pi + \varphi_a \right)$$

$$P_c = E_c I_c \cos \varphi_c = E_a I_a \cos \left(\frac{4}{3} \pi + \varphi_a \right)$$

e la loro somma:

$$P = E_a I_a \left\{ \cos \varphi_a + \cos \left(\frac{2}{3} \pi + \varphi_a \right) + \cos \left(\frac{4}{3} \pi + \varphi_a \right) \right\}$$

diviene nulla, perchè è identicamente nulla l'espressione fra parentesi c. v. d.

Dopo ciò, osserviamo che il più generico carico trifase, risulta determinato da tre terne simmetriche di correnti, mosse da tre terne pure simmetriche di tensioni, quindi per il principio di sovrapposizione, la sua totale potenza media sarà la somma di tutte le potenze che ciascun componente di $S(\bar{E}_a)$ determina con ciascun componente di $S(\bar{I}_a)$. Ma il precedente lemma afferma che non vi può essere trasmissione di energia mediante una terna di tensioni ed una di correnti di diversa sequenza, per cui la somma su accennata si ridurrà a tre soli termini, e precisamente a quelli che esprimono la potenza fra i componenti isosequenziali di $S(\bar{E}_a)$ e di $S(\bar{I}_a)$.

Ora, chiamando con φ_{a0} ; φ_{a1} ; φ_{a2} , rispettivamente gli sfasamenti fra \bar{E}_{a0} e \bar{I}_{a0} ; \bar{E}_{a1} e \bar{I}_{a1} ; \bar{E}_{a2} e \bar{I}_{a2} , si ottiene intuitivamente

$$\text{potenza di } S^0 \bar{E}_{a0} \text{ con } S^0 \bar{I}_{a0} = 3 E_{a0} I_{a0} \cos \varphi_{a0} = P_0$$

$$» » S^1 \bar{E}_{a1} » S^1 \bar{I}_{a1} = 3 E_{a1} I_{a1} \cos \varphi_{a1} = P_d$$

$$» » S^2 \bar{E}_{a2} » S^2 \bar{I}_{a2} = 3 E_{a2} I_{a2} \cos \varphi_{a2} = P_s$$

quindi, in definitiva, per la totale potenza media P , semplificando opportunamente gli indici, potremo in luogo della (81) scrivere:

$$P = P_0 + P_d + P_s = 3 E_0 I_0 \cos \varphi_0 + 3 E_1 I_1 \cos \varphi_1 + 3 E_2 I_2 \cos \varphi_2 \quad (85)$$

L'identità algebrica fra questa relazione e la (81) si può anche verificare per via analitica, ma a parte la laboriosità dei calcoli, il procedimento non presenta alcun interesse.

La relazione (85) mette in evidenza molto semplicemente quanto abbiamo richiamato al paragrafo precedente. Infatti essa ci mostra subito che se $S(\bar{I}_a)$ è puro la potenza P , che per essere $\bar{I}_0 = 0$ si riduce a:

$$P = P_d + P_s = 3 E_1 I_1 \cos \varphi_1 + 3 E_2 I_2 \cos \varphi_2 \quad (86)$$

è indipendente dal punto rispetto al quale si misurano le tensioni di fase, perchè (§ 19) sappiamo che E_1 ed E_2 sono invariabili per una stessa sezione. Invece quando \bar{I}_0 non è più nullo, il primo termine (P_0), e quindi la potenza totale, dipendono dal valore di \bar{E}_0 , ossia dalla tensione che l'eventuale quarto filo, od analogo conduttore, hanno rispetto al centro astratto della sezione considerata.

Ma la (85) appare più razionale della (81), soprattutto perchè essa fraziona la totale potenza di un generico carico, in tre parti che, come ora diremo, hanno in pratica importanza qualitativa e quantitativa molto diversa.

Infatti normalmente, nei comuni circuiti trifasi, le tre correnti zero, diretta ed inversa, e così pure le omonime tensioni, non sono fra di loro paragonabili nè per valore nè per ragione d'essere.

Come è noto, i circuiti sono, per la maggior parte, costruiti nella supposizione teorica che in essi debba agire una terna simmetrica di tensioni e che essendo pure essi, simmetrici, questa faccia circolare una terna equilibrata di correnti. Come sappiamo per le ordinarie convenzioni (§ 16) sulla numerazione dei fili e delle relative grandezze, tali terne si devono sempre considerare di sequenza diretta.

Pertanto, quando in pratica, per qualsiasi ragione, ci si scosta dalla precedente condizione teorica, ossia quando accanto alle grandezze dirette che ci si era proposti di realizzare, si ritrovano le grandezze inverse o zero, queste sono giustamente considerate *indesiderabili*, perchè inutili ed in generale, dannose.

Considerando, quindi, le cose a questa stregua, dei tre termini della (85), solo il secondo P_d , che noi chiameremo brevemente *potenza diretta*, rappresenta la parte utile del carico. Gli altri due rappresentano potenze secondarie.

Siccome poi le grandezze inverse e zero, appunto perchè secondarie, sono sempre piccole, rispetto alle corrispondenti dirette, i due termini P_s e P_0 , che noi chiameremo rispettivamente *potenza inversa* e *zero*, risulteranno, a più forte ragione piccoli di fronte al termine fondamentale P_d . Nella maggior parte dei casi e delle questioni essi possono, infatti, senza errore sensibile, essere completamente trascurati, per cui la (85), con buona approssimazione, può scriversi semplicemente:

$$P \approx P_d = 3 E_1 I_1 \cos \varphi_1 \quad (87)$$

Questa relazione è rigorosa se si ammette che I_0 sia nullo e che le tensioni siano *perfettamente simmetriche*.

La condizione che la terna di correnti sia pura ($I_0 = 0$), nel qual caso è $P_0 = 0$, nei circuiti a tre fili si verifica quasi sempre. Al § 16 abbiamo già richiamato i casi che fanno eccezione.

La potenza inversa, che si ritrova molto più facilmente di quella zero perchè in pratica i carichi, anche se con le correnti pure, sono sempre più o meno squilibrati, può raggiungere, quando le tensioni siano notevolmente dissimmetriche, valori tutt'altro che trascurabili. In tal caso in luogo della (87) si dovrà scrivere la (86).

Il poter separare colla (86) la parte (P_d) fondamentale utile di un carico squilibrato dalla parte (P_s) che, diremo così, lo inquina, è di grande utilità pratica perchè ci fornisce un ottimo criterio per giudicare se la parte di circuito (in particolare un macchinario od apparecchio) verso cui il carico è diretto, può ascriversi alla categoria dei circuiti *simmetrici* oppure no.

Basta infatti esaminare se la potenza inversa è *diretta verso* oppure *proviene dal* circuito considerato, cioè esaminare il segno di P_s rispetto a quello di P_d .

Se P_s *proviene dal* circuito, vuol dire che in questo esiste un *generatore di potenza inversa*, ossia un *focolare* in cui nascono le correnti inverse ed in tal caso (si riveda l'esercizio del § 37) il circuito è di quelli che provocano gli squilibri quindi *asimmetrico*.

Se invece P_s è *diretta verso* il circuito ci troviamo nel caso del motore o dell'alternatore della fig. 50, cioè in quello di un apparecchio per sua natura *simmetrico*, che assorbirebbe quindi un carico perfettamente equilibrato quando fosse alimentato da tensioni rigorosamente simmetriche. In altre parole in questo caso lo squilibrio è indotto dalla linea alimentatrice per la presenza in essa di una tensione inversa.

A rigore, per assicurarsi completamente della simmetria di un circuito, bisognerebbe far variare il valore o la fase della tensione inversa ad esso applicata, perchè potrebbe darsi che il circuito pure ricevendo energia inversa, contenesse anche esso un generatore di P_s , il quale funzionando, si può dire così, in parallelo con le E_2 applicata, si trovasse nelle condizioni di assorbire energia. E' chiaro però che un simile caso non può essere che eccezionale, per cui il criterio precedente conserva tutto il suo valore.

Apriamo ora una parentesi entro lo studio delle potenze, per esaminare in che modo si può rispondere alla seguente domanda:

42. *E' possibile considerare un generico circuito trifase come la riunione sugli stessi conduttori, di tre distinti circuiti trifasi, in uno dei quali agisca solo il componente zero delle tensioni, nel secondo il solo componente diretto e nel terzo solo quello inverso, restando implicito che in ciascun circuito non abbia a circolare che il componente delle correnti che ha la stessa sequenza di quello delle tensioni?*

La domanda viene spontanea osservando che i tre termini della (85) non sarebbero altro che le potenze dei carichi esistenti in ciascuno dei tre precedenti circuiti.

Per questo fatto è ovvio che la scissione contemplata dalla domanda, è, senz'altro accettabile nei riguardi del bilancio energetico. Ma ora mostreremo come essa lo sia anche dal punto di vista delle relazioni fra le tensioni e le correnti, purchè si acconsenta ad interpretare alcuni termini di tali relazioni, come quei termini che esprimerebbero l'effetto della mutua influenza fra i tre circuiti, mutua influenza che non può certo mancare dato che i circuiti avrebbero necessariamente per sede gli stessi conduttori.

Per facilità di linguaggio, chiameremo *circuiti ridotti* i

tre in cui si può pensare sia scisso il trifase dato, e li distingueremo chiamando speditamente: *circuito zero* quello in cui agisce la *tensione zero* e che perciò risulterà percorso dalla *corrente zero*; *circuito diretto* quello nel quale agendo la *tensione diretta* sarà percorso dalla *corrente diretta*, e infine *circuito inverso* quello che è sede della *tensione* e della *corrente inversa*.

Ora le relazioni che legano, nel caso più generale, le tre tensioni \bar{E}_0 ; \bar{E}_1 ; \bar{E}_2 applicate ad un circuito trifase qualunque, con le correnti \bar{I}_0 ; \bar{I}_1 ; \bar{I}_2 che lo percorrono, cioè le (57 bis) del § 31, che qui, per comodità, trascriviamo riordinandone i termini per il nostro scopo:

$$\begin{aligned}\bar{E}_0 &= \bar{Z}_{00} \bar{I}_0 + \bar{Z}_{01} \bar{I}_1 + \bar{Z}_{02} \bar{I}_2 \\ \bar{E}_1 &= \bar{Z}_{10} \bar{I}_0 + \bar{Z}_{11} \bar{I}_1 + \bar{Z}_{12} \bar{I}_2 \\ \bar{E}_2 &= \bar{Z}_{20} \bar{I}_0 + \bar{Z}_{21} \bar{I}_1 + \bar{Z}_{22} \bar{I}_2\end{aligned}\quad (57 \text{ bis})$$

sono facilmente interpretabili come le tre equazioni dei circuiti ridotti, e precisando: la prima sarebbe l'equazione del circuito zero, la seconda del circuito diretto e la terza di quello inverso.

Per convincersene basta confrontare ciascuna delle (57 bis) con la relazione:

$$\bar{E}_a = \bar{z}_{aa} \bar{I}_a + \bar{z}_{ab} \bar{I}_b + \bar{z}_{ac} \bar{I}_c$$

che esprime (§ 30) la tensione \bar{E} applicata ad un circuito monofase a influenzato dalle correnti di due circuiti vicini b e c .

L'analogia di forma fra le dette equazioni è evidente, per cui ricordando che tutte le grandezze delle (57 bis) sono vettori principali di terne simmetriche, si potrà, ad esempio, dire che il termine $\bar{S}^\circ \bar{Z}_{00} \bar{I}_0$ esprime la terna di tensioni necessaria per mantenere nel circuito zero la corrente zero, che il termine $\bar{S}^\circ \bar{Z}_{01} \bar{I}_1$ esprime la terna di tensioni generata per mutua influenza nel circuito zero dalla terna di correnti che circola nel circuito diretto, che il termine $\bar{S}^\circ \bar{Z}_{02} \bar{I}_2$ esprime analogamente la terna di tensioni indotta nel circuito zero dalle correnti che circolano nel circuito inverso, e così via per tutti gli altri termini.

I vari operatori \bar{Z} che nelle (57 bis) figurano applicati alle correnti hanno allora la funzione delle auto e mutue impedenze dei circuiti monofasi (§ 30), con la differenza che nel caso attuale si dovrà in luogo di semplici operatori, più propriamente parlare di *terne di operatori* applicate a *terne di correnti* e conseguentemente di *terne auto o mutue impedenze*.

Per le considerazioni svolte al § 21, od anche per il principio d'omogeneità del § 23, è evidente che le terne auto-impedenza dovranno essere di sequenza zero, mentre quelle mutua-impedenza dovranno essere di sequenza diretta od inversa a seconda dei casi.

Con la precedente interpretazione delle (57 bis) e delle grandezze che in esse si trovano, l'ipotesi dei circuiti ridotti appare dunque praticamente accettabile anche all'infuori della considerazione energetica che ne ha dato lo spunto.

L'introduzione di tali circuiti ridotti è indubbiamente una astrazione ma essa riesce utile e comoda perchè riconduce lo studio di un generico circuito trifase allo studio separato di *tre circuiti*, non monofasi come si fa nella teoria elementare, ma bensì di *tre trifasi* (conservanti quindi tutte le caratteristiche che sono loro proprie) *simmetrici* (nel senso generale da noi più volte adottato) *sia nelle tensioni che nelle correnti*.

Al paragrafo 31 abbiamo visto come nel caso di un circuito trifase simmetrico le equazioni (57 bis) si riducono a:

$$\begin{aligned}\bar{E}_0 &= \bar{Z}_{00} \bar{I}_0 \\ \bar{E}_1 &= \bar{Z}_{11} \bar{I}_1 \\ \bar{E}_2 &= \bar{Z}_{22} \bar{I}_2\end{aligned}$$

cioè sono nulle tutte le mutue impedenze fra i circuiti ridotti. E' evidente che tale caratteristica può essere assunta per definire quand'è che un circuito deve considerarsi simmetrico.

Inversamente diremo ch'esso è asimmetrico ogni qualvolta i circuiti a cui equivale si influenzano reciprocamente.

Chiudiamo la digressione ricordando come, per le osservazioni fatte al paragrafo precedente, i circuiti ridotti non avranno, in pratica, tutti la stessa importanza. E' infatti evidente che è il circuito diretto che interesserà maggiormente perchè è quello che riunisce le grandezze fondamentali.

43. *Espressioni della totale potenza reattiva di un carico trifase.* — E' noto che nel caso di un circuito monofase si as-

segna questo nome, per distinguerla dalla potenza reale P , alla quantità Q espressa dalla relazione (fig. 57)

$$Q = E I \sin \varphi \quad (88)$$

ossia al prodotto della tensione E esistente in una determinata sezione del circuito per la *componente in quadratura* ($I \sin \varphi$) della corrente che l'attraversa (E ed I sono sempre valori efficaci) ⁽²⁵⁾.

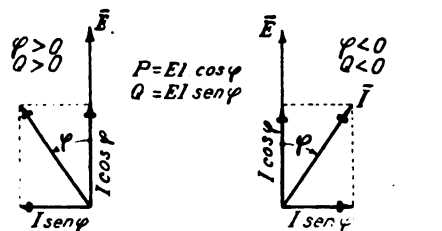


Fig. 57. — Componenti di una corrente e potenze relative.

Osserviamo che il segno della potenza reattiva, a differenza di quello di P , dipende, oltre che dal segno adottato come positivo per le correnti, anche dal segno attribuito all'angolo φ (sen φ è infatti una funzione dispari). A sua volta il segno di φ è diverso a seconda che si conviene di riferire la corrente alla tensione o viceversa. L'uso più comune è di esprimere φ come l'angolo di cui bisogna ruotare il vettore tensione per sovrapporlo a quello corrente, quindi, ricordando le nostre convenzioni (§ 3) sul senso delle rotazioni, l'angolo φ è da assumersi positivo se la corrente anticipa sulla tensione, negativo se al contrario ritarda (fig. 57). Di conseguenza, quando $\varphi < \frac{\pi}{2}$, la potenza reattiva risulta positiva nel primo caso, negativa nel secondo.

Non occorre ricordare come la potenza reattiva sia in pratica un elemento di considerevole importanza, soprattutto perchè caratterizza l'induttività o la capacità del circuito verso il quale è diretto il carico.

Nel caso di un carico trifase la totale potenza reattiva potrà evidentemente essere espressa in due diversi modi perfettamente analoghi a quelli che abbiamo visto per la potenza reale.

Basandosi sulla concezione elementare dei circuiti trifasi si giunge infatti alla relazione:

$$Q = Q_a + Q_b + Q_c = E_a I_a \sin \varphi_a + E_b I_b \sin \varphi_b + E_c I_c \sin \varphi_c \quad (89)$$

nella quale i simboli hanno il significato del § 40.

Per l'applicazione di questa formula valgono esattamente tutte le osservazioni fatte intorno alla (81) e qui ci dispensiamo dal ripeterle.

Adottando invece la concezione più razionale dei circuiti trifasi si giunge alla relazione:

$$Q = Q_0 + Q_d + Q_s = 3 E_0 I_0 \sin \varphi_0 + 3 E_1 I_1 \sin \varphi_1 + 3 E_2 I_2 \sin \varphi_2 \quad (90)$$

di forma analoga alla (85) perchè per le potenze reattive vale un lemma simile a quello enunciato al § 41.

I tre termini Q_0 ; Q_d ; Q_s esprimono evidentemente le potenze reattive dei tre circuiti ridotti a cui equivale il trifase dato.

Se la terna di correnti fosse pura la (90) si riduce a

$$Q = Q_d + Q_s = 3 E_1 I_1 \sin \varphi_1 + 3 E_2 I_2 \sin \varphi_2 \quad (91)$$

e se inoltre la terna delle tensioni fosse simmetrica o quasi si scriverebbe semplicemente:

$$Q \approx Q_d = 3 E_1 I_1 \sin \varphi_1 \quad (92)$$

E' evidente che in pratica è questo il termine fondamentale della (90). E' superfluo aggiungere che tutte le considerazioni svolte a proposito della potenza reale valgono anche per la potenza reattiva.

⁽²⁵⁾ Quando la corrente è in ritardo rispetto alla tensione che la genera, la potenza reattiva viene spesso chiamata anche *potenza magnetizzante*, perchè, se le grandezze sono rigorosamente sinusoidali, essa misura la massima potenza reale che viene estrinsecata per generare il campo magnetico concatenato al circuito. Analogamente quando la corrente anticipa sulla tensione per la presenza nel circuito di capacità, la potenza reattiva misura la massima potenza reale che viene estrinsecata per caricare dette capacità.

44. *Potenza apparente e fattore di potenza.* — Noi considereremo insieme queste due quantità perchè la definizione dell'una è legata a quella dell'altra.

Come è noto nel caso classico di un carico monofase si suole definire *potenza apparente* (W) del carico (la tensione e la corrente possono essere funzioni qualunque del tempo) il prodotto $E I$ del valore efficace della tensione E applicata alla sezione che si considera per il valore efficace I della corrente che l'attraversa e corrispondentemente: *fattore di potenza* il rapporto:

$$\frac{P}{EI} = \frac{P}{W}$$

fra la potenza reale P del carico e la sua potenza apparente.

Quando la tensione e la corrente sono sinusoidali il fattore di potenza uguaglia il coseno del loro spostamento di fase ed è perciò che si suole rappresentare sempre tale fattore come il coseno di un angolo, anche nel caso generico ⁽²⁶⁾.

Indicando dunque col simbolo $\cos \varphi$ il fattore di potenza di un qualunque carico monofase, l'espressione della potenza reale media di questo, si pone sotto la forma ben nota:

$$P = W \cos \varphi = E I \cos \varphi. \quad (93)$$

In origine le denominazioni di potenza apparente e di fattore di potenza hanno avuto essenzialmente lo scopo di porre in evidenza che nel caso delle correnti alternate, a differenza di quello delle correnti continue, la potenza reale media non coincide che eccezionalmente col prodotto delle indicazioni di un voltmetro e di un amperometro inseriti nella sezione considerata, cioè colla potenza apparente.

Ma in seguito, col diffondersi dei circuiti elettrici e col conseguente perfezionamento di tutti gli studi e concetti ad essi relativi, le precedenti nozioni hanno acquistato un'importanza tecnica ognor più crescente. Importanza che del resto è ben giustificata.

Il fattore di potenza, ad esempio, è un elemento caratterizzante di primo ordine.

Riferendoci sempre al caso del carico monofase, esso caratterizza innanzitutto la sua *forma* in quanto che, nota che sia la potenza reale del carico ed il suo fattore di potenza, risulta determinata la potenza reattiva Q che accompagna quella reale. Risulta infatti:

$$Q = E I \sin \varphi = E I \cos \varphi \cdot \tan \varphi = P \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \varphi} - 1} \quad (94)$$

Inoltre esso caratterizza il *modo* col quale il carico viene realizzato in quanto che noto P e $\cos \varphi$ (la tensione E figura sempre come un dato di fatto) si calcola facilmente la corrente che attraversa la sezione considerata. Si ottiene infatti:

$$I = \frac{P}{E \cos \varphi} \quad (95)$$

Infine il fattore di potenza ricorda le caratteristiche del circuito verso il quale è diretto il carico perchè l'angolo convenzionale φ (di $\cos \varphi$) coincide con l'angolo caratteristico (§ 4) della impedenza complessiva del circuito.

Abbiamo elencate, per così dire, le proprietà del fattore di potenza di un carico monofase per mettere poi in evidenza come per un generico carico trifase, sia impossibile definire un unico fattore che goda delle stesse prerogative.

Anche la potenza apparente come abbiamo detto, è un'importante elemento tecnico. Il dimensionamento delle parti elettricamente attive delle macchine, delle linee ed in generale di tutto il materiale installato in una rete, dipende, infatti, da una prefissata massima potenza apparente.

Passiamo ora al caso dei circuiti e dei carichi trifasi.

Finchè si tratta di carichi perfettamente simmetrici ed equilibrati le quantità che si possono definire come potenza apparente e come fattore di potenza del carico appaiono evidenti.

Infatti la totale potenza reale si può, in questo caso, esprimere sotto la forma monomia (relazioni (84) e (87)):

$$P = 3 E I \cos \varphi = \sqrt{3} V I \cos \varphi = W \cos \varphi$$

in tutto simile alla (93). Quindi è naturale che per analogia si

definisca potenza apparente di un carico trifase simmetrico ed equilibrato, l'espressione:

$$W = 3 E I = \sqrt{3} V I$$

cioè il triplo della potenza apparente di ciascuno dei carichi monofasi in cui si può pensare scisso il trifase dato (per la simmetria del complesso essi sono scelti naturalmente uguali § 40) e conseguentemente come fattore di potenza: quello di uno di questi carichi, cioè il coseno dello sfasamento fra le tensioni di fase (rispetto al centro astratto) e le corrispondenti correnti nei fili.

Per i carichi trifasi ora considerati, la potenza apparente ed il fattore di potenza definiti come abbiamo ricordato, conservano evidentemente, tutte le prerogative che le stesse quantità godono nel caso dei carichi monofasi.

Ma in quello dei carichi trifasi *asimmetrici* e *squilibrati* non è più possibile esprimere la totale potenza media sotto una forma *monomia*, più precisamente non è possibile ridurre l'una o l'altra delle espressioni generali (81) e (85) al prodotto di un numero per una funzione dei soli valori numerici delle tensioni e delle correnti esistenti nella sezione considerata. Pertanto in questo caso le quantità che possono essere denominate potenza apparente e fattore di potenza del carico non appaiono evidenti.

Tuttavia è intuitivo che un fattore di potenza in senso più largo di quello classico cioè un elemento che caratterizzi in qualche modo la forma di un carico, che ricordi le caratteristiche del circuito che lo assorbe, deve pur potersi definire anche per il caso che stiamo ora considerando ed indipendentemente dalla possibilità o meno di porre l'espressione di P sotto forma monomia.

In passato le definizioni proposte furono varie. Ma tutte, salvo quella che ora esporremo, erano più o meno arbitrarie, non avevano cioè alcun carattere scientifico e perciò nemmeno alcuna utilità pratica. Ciò è stato riconosciuto da tempo, e poichè tali definizioni sono ormai abbandonate noi ci esoneriamo dal richiamarle.

Prima di proseguire notiamo che se non è possibile parlare nel senso classico, di potenza apparente e di fattore di potenza del complesso costituito da un carico trifase squilibrato, è però sempre possibile applicare tali nozioni ai vari carichi di cui esso si può ritenere composto, cioè ai tre carichi monofasi della concezione elementare (§ 41) oppure ai tre carichi nei circuiti ridotti della concezione razionale (§ 42) così ad esempio si dirà che $\cos \varphi_a$ (§ 41) è il fattore di potenza del carico nella fase a la cui potenza apparente è $E_a I_a$, che $\cos \varphi_d$ è il fattore di potenza *diretto* cioè del carico nel circuito diretto (§§ 42 e 43) la cui potenza apparente è $3 E_d I_d$ e così via di seguito.

La definizione scientificamente più razionale di fattore di potenza complessiva di un generico carico è la seguente: *Come fattore di potenza si deve assumere il coseno dell'angolo la cui tangente uguaglia il rapporto fra la totale potenza reattiva del carico e la sua totale potenza reale, cioè:*

$$\text{fattore di potenza} = \cos \arctg \frac{Q}{P} \quad (96)$$

Come si vede il fattore di potenza viene fatto direndere dal valore della potenza reattiva che accompagna quella reale del carico. Ciò appare razionale, dato che si vuole appunto che il fattore caratterizzi la maggiore o minore *induttività* del circuito alimentato.

Snetta all'Ing. Campos il merito di aver per primo illustrato ⁽²⁷⁾ tutta la portata scientifica e la generalità di questa definizione.

Essa è applicabile ad ogni caso cioè qualunque sia la specie del carico, sia esso monofase o polifase, equilibrato o squilibrato; senza ambiguità, perchè sia la potenza reale P che quella reattiva Q sono grandezze ben definite e sempre ben determinate.

Indicando con Φ l'angolo convenzionale che è contemplato nella definizione possiamo scrivere:

$$\frac{Q}{P} = \tan \Phi; \text{ fattore di potenza} = \cos \Phi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \quad (97)$$

Sostituendo in queste relazioni a P e Q le loro espressioni generali (81); (89) oppure le analoghe (85); (90) si ot-

⁽²⁶⁾ Ricordiamo, incidentalmente che è questo l'angolo che viene assunto come sfasamento fra le sinusoidi equivalenti della tensione e della corrente, quando queste non sono sinusoidali.

⁽²⁷⁾ Atti A. E. I. - Volume XIII - anno 1909 - pag. 197.

terrà il fattore di potenza di un generico carico trifase espresso in funzione delle grandezze elettriche esistenti nella sezione considerata.

Naturalmente le stesse relazioni (97) applicate al caso dei carichi monofasi o trifasi equilibrati determinano il fattore di potenza della definizione classica.

Ad esempio per il carico trifase equilibrato si ottiene:

$$P = 3EI \cos \varphi ; \quad Q = 3EI \sin \varphi$$

$$\cos \Phi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \frac{P}{3EI} = \cos \varphi$$

come avevamo già visto.

E' particolarmente notevole verificare che il fattore di potenza complessivo di un comune carico trifase squilibrato nelle correnti ma simmetrico nelle tensioni coincide col *fattore di potenza del carico diretto*.

Infatti, per essere $I_0 = 0$ ed $E_2 = 0$, si ottiene:

$$P = P_d = 3E_1 I_1 \cos \varphi_1 ; \quad Q = Q_d = 3E_1 I_1 \sin \varphi_1$$

e quindi

$$\operatorname{tg} \Phi = \frac{Q}{P} = \operatorname{tg} \varphi_1$$

cioè

$$\Phi = \varphi_1 \quad \text{e} \quad \cos \Phi = \cos \varphi_1 \quad (98)$$

Dalla precedente definizione generale di fattore di potenza scaturisce come conseguenza quella della potenza apparente. Infatti la relazione (97) scritta nella forma $P = \sqrt{P^2 + Q^2} \cos \Phi$ ci mostra che il termine $\sqrt{P^2 + Q^2}$ ha esattamente l'ufficio di una potenza apparente, e perciò esso viene giustamente assunto come espressione di questa quantità nel caso di un generico carico.

Se questo è monofase o trifase equilibrato, il termine $\sqrt{P^2 + Q^2}$ si riduce, come è facile verificare, alle solite espressioni EI e $3EI$ rispettivamente.

Nel caso generale detto termine gode di proprietà geometriche perfettamente paragonabili a quelle di cui godono i termini EI e $3EI$.

Ad esempio nel caso di un carico trifase qualsiasi, si dimostra facilmente che: fissate due terne qualsiasi di vettori, una di tensioni, l'altra di correnti, l'espressione $\sqrt{P^2 + Q^2}$ è costante qualunque sia la posizione relativa delle due terne assegnate, cioè essa è un *invariante* proprio come l'espressione EI , che è indipendente dall'angolo fra i vettori E ed I .

Come conseguenza di questa proprietà possiamo anche definire la potenza apparente in ogni caso come *quella massima potenza reale che è ricavabile con la terna di tensioni e quella di correnti considerate*. Infatti per essere $\sqrt{P^2 + Q^2} = \text{cost}$; la costante, cioè la potenza apparente, rappresenta il valore massimo di P (o di Q).

Quando le terne sono così disposte da determinare la massima potenza P , la potenza reattiva risulta evidentemente nulla e quindi in questa posizione è $\cos \Phi = 1$.

In questo caso la posizione delle terne è paragonabile a quella dei vettori corrente e tensione in fase, nei carichi monofasi. Osserviamo inoltre che come in questo caso l'angolo φ del fattore di potenza è l'angolo di cui bisogna ruotare il vettore corrente per portarlo in fase con quella tensione, (ottenendo la massima P), così per i carichi trifasi qualunque, l'angolo Φ è quello di cui bisogna ruotare la terna delle correnti per portarla nella posizione di massima potenza reale. ⁽²⁸⁾

L'angolo Φ ha quindi le funzioni dell'angolo caratteristico di una impedenza, e può quindi razionalmente essere assunto come angolo *caratteristico complessivo* del circuito trifase alimentato dal carico considerato.

Nel caso dei circuiti trifasi qualunque il fattore di potenza e la potenza apparente che risultano dalle definizioni ora espresse non godono però, di tutte le prerogative che le stesse quantità hanno nel caso dei carichi monofasi e dei trifasi equilibrati.

Infatti il fattore di potenza $\cos \Phi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$, mentre ca-

atterizza per la sua stessa definizione la potenza reattiva che accompagna quella reale ($Q = P \operatorname{tg} \Phi$) cioè, quella che noi abbiamo chiamato, la *forma* del carico, nulla può dirci sul

modo col quale esso viene realizzato cioè sui valori relativi delle correnti che attraversano la sezione considerata e su quelli delle tensioni in essa esistenti.

Come mostreremo nell'ultimo capitolo per caratterizzare questi elementi bisogna aggiungere al parametro fattore di potenza, altri parametri.

A sua volta la potenza apparente $\sqrt{P^2 + Q^2}$, nel caso di un generico carico trifase, non può razionalmente essere assunta a rappresentare i voltampere per i quali dovrebbero essere costruite le macchine che lo alimentano. Essa soddisferebbe alla bisogna solo se si ordinassero e costruissero macchine apposite per alimentare carichi squilibrati aventi la terna delle tensioni e quella delle correnti di configurazione prefissata, ($\sqrt{P^2 + Q^2}$ è allora la massima potenza realizzabile con quella terna di tensioni e quella terna di correnti). Ma in pratica tutte le macchine sono invece costruite per alimentare carichi simmetrici ed equilibrati cioè la loro potenza apparente deve essere sempre un'espressione del tipo $3EI$.

Appare quindi più logico assumere come potenza apparente di un carico squilibrato, quando essa deve servire ad indicare la « capacità » del macchinario che lo alimenta, non $\sqrt{P^2 + Q^2}$ ma il triplo della massima tensione di fase (rispetto al centro astratto) per la massima corrente del carico.

45. *Espressione simbolica delle potenze e loro rappresentazione vettoriale.* — L'uso dei vettori per rappresentare le grandezze alternative sinusoidali, ed il conseguente uso dei simboli che rappresentano in modo semplice e spedito detti vettori, viene normalmente limitato alle operazioni di somma e differenza, perchè il prodotto, fra due vettori rappresentanti grandezze sinusoidali è un'espressione che, senza eventuali convenzioni, non ha alcun significato. Ciò dipende dal fatto che tali grandezze sono propriamente delle *quantità scalari* e non *vettoriali* nel senso che in fisica si suole attribuire a questa parola, e per conseguenza i classici prodotti (scalare e vettoriale), del calcolo vettoriale non sono direttamente applicabili. ⁽²⁹⁾

Tuttavia mostreremo come sia possibile, con semplici convenzioni, assegnare al *prodotto simbolico* di un vettore tensione per uno corrente un significato fisico ben determinato.

Consideriamo per un momento, il prodotto simbolico:

$$E \cdot I \quad (99)$$

fra i vettori che rappresentano le grandezze elettriche esistenti in una sezione di un circuito monofase, e sviluppiamolo sostituendo ai simboli dei vettori le *espressioni complesse* di questi. Riferendoci alla fig. 58, a sinistra possiamo porre

$$\bar{E} = E e^{j\psi_e} ; \quad \bar{I} = I e^{j\psi_i}$$

nelle quali E ed I sono i valori efficaci rispettivamente della tensione e della corrente; ψ_e e ψ_i : gli angoli che i vettori formano con una semiretta (Or) di riferimento arbitraria. (Il segno di questi angoli è determinato dalle solite convenzioni dei §§ 3 e 43).

Eseguito il prodotto proposto si ottiene:

$$E \bar{I} = E e^{j\psi_e} \cdot I e^{j\psi_i} = EI e^{j(\psi_e + \psi_i)}$$

e passando alla forma trigonometrica risulta:

$$E \bar{I} = EI \{ \cos (\psi_e + \psi_i) + j \sin (\psi_e + \psi_i) \} =$$

$$= EI \cos (\psi_e + \psi_i) + j EI \sin (\psi_e + \psi_i)$$

ossia un'espressione che non corrisponde a nessuna quantità a noi nota.

Ma si osserva facilmente che se al vettore $\bar{E} = E e^{j\psi_e}$ noi sostituiamo il suo *coniugato* ⁽³⁰⁾ $E e^{-j\psi_e}$ il risultato del pro-

⁽²⁸⁾ A rigore il *prodotto scalare* potrebbe essere assunto come simbolo della potenza reale media, ma dovendo dare un significato al prodotto di un vettore tensione per uno corrente è preferibile seguire senz'altro la via che indicheremo.

⁽³⁰⁾ Ricordiamo che chiamasi *coniugato* di un numero complesso $a + jb = \rho e^{j\varphi}$, il numero $a - jb = \rho e^{-j\varphi}$, che differisce dal precedente solo per il segno nella parte immaginaria, oppure per il segno dell'argomento φ .

Nella rappresentazione vettoriale dei numeri complessi, il vettore *coniugato* di un altro è simmetrico di questo rispetto all'asse dei numeri reali, cioè l'uno rispetto all'altro si trovano come un corpo e la sua immagine in uno specchio (si veda ad esempio la fig. 59).

dotto (99) non è altro che la somma della *potenza reale media* P e di quella *reattiva* Q *preventivamente moltiplicata per j* . Si ottiene infatti:

$$E e^{-j\psi_e} \times I e^{j\psi_i} = E I e^{j(\psi_i - \psi_e)}$$

e successivamente, per essere $\psi_i - \psi_e = \varphi$, ossia uguale allo sfasamento fra la tensione e la corrente (fig. 58):

$$E e^{-j\psi_e} \times I e^{j\psi_i} = E I e^{j\varphi} = E I \cos \varphi + j E I \sin \varphi = P + j Q$$

come avevamo detto.

Possiamo quindi dire che il prodotto simbolico di un vettore tensione per uno corrente può essere assunto a rappresentare contemporaneamente sia la potenza reale che quella reattiva di un carico monofase purchè si *convenga di eseguire il prodotto, con le ordinarie regole dei numeri complessi, fra il vettore corrente ed il coniugato del vettore tensione*. La potenza reale è espressa dalla parte reale del prodotto mentre quella reattiva è espressa dal coefficiente dell'immaginario.

Se per rappresentare il *coniugato* di un vettore conveniamo di *sottolineare* la lettera che indica il vettore dato, i risultati precedenti sono espressi dalla relazione:

$$\underline{E} \cdot \underline{\bar{I}} = P + j Q \quad (100)$$

Osservando poi che il modulo di $P + j Q$, ossia $\sqrt{P^2 + Q^2}$, non è altro che la potenza apparente W del carico, possiamo anche scrivere:

$$\underline{E} \cdot \underline{\bar{I}} = \underline{W} \quad (101)$$

Volendo, in luogo del prodotto $\underline{E} \cdot \underline{\bar{I}}$ si può eseguire il prodotto $\underline{\bar{E}} \cdot \underline{I}$ (cioè il vettore tensione per il coniugato di quello corrente). Il risultato è sempre $P + j Q$, solo cambia il segno di Q . Noi preferiamo la prima forma perchè con essa Q risulta negativo quando la corrente ritarda sulla tensione, come deve essere per le nostre convenzioni.

Le precedenti considerazioni mostrano come la potenza apparente di un carico monofase può essere considerata un numero complesso. Per questa ragione essa potrà essere, a sua volta, rappresentata con dei vettori nel piano ⁽³¹⁾.

La fig. 58 mostra appunto a sinistra i vettori tensione e corrente di un circuito ed a destra i vettori che ne rappresentano le potenze.

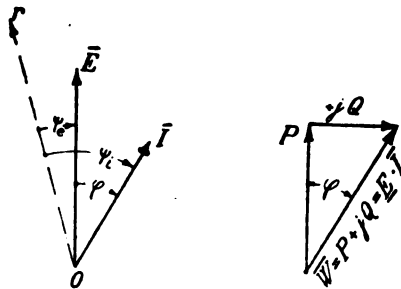


Fig. 58. — Diagramma delle potenze di un carico monofase.

L'angolo fra il vettore che rappresenta la potenza reale e quello che rappresenta la potenza apparente risulta evidentemente uguale allo sfasamento φ tra i vettori tensione e corrente. Con le nostre convenzioni, per le quali Q risulta negativo quando \bar{I} è in ritardo su \bar{E} , anche i segni coincidono, per cui la posizione reciproca di W e di P è identica a quella di \bar{I} e di \bar{E} , ciò che rende spontaneo e facile tracciare il triangolo delle potenze.

46. *Espressione generale delle potenze per fase di un carico trifase.* — Al § 40 abbiamo ricordato come si suole scomporre un carico trifase in tre monofasi.

Ora, ciascuno di questi ha una sua propria *potenza apparente* W , che noi chiameremo genericamente *potenza della fase corrispondente*.

Per i risultati del paragrafo precedente, ognuna di queste potenze si può porre sotto la forma $W = P + j Q$ e per quanto

⁽³¹⁾ Non deve meravigliare che la detta grandezza, certamente scalare, possa venire rappresentata con dei vettori: Anche le impedenze, ed anche le tensioni e le correnti lo sono. La cosa è possibile in quanto che la potenza apparente, come le impedenze, si può mettere sotto forma di un numero complesso.

abbiamo visto, ciascuna di esse è rappresentabile con un vettore.

L'insieme di questi vettori costituirà, quindi, una terna che con le nostre notazioni potremo indicare col simbolo $S(\bar{W}_a)$, ove, al solito, \bar{W}_a è il vettore potenza per fase che corrisponde alla fase principale.

Anche questa terna, come tutte le altre che abbiamo incontrato in questo studio, si potrà scomporre nei suoi tre componenti simmetrici e cioè, potremo scrivere:

$$\bar{W}_a; \bar{W}_b; \bar{W}_c = S(\bar{W}_a) = S^0 \bar{W}_{a0} + S^1 \bar{W}_{a1} + S^2 \bar{W}_{a2} \quad (102)$$

Osserviamo che per i carichi più comuni le tre potenze per fase risultano sensibilmente uguali per cui la terna ora considerata sarà sempre spuria e col termine $S^0 \bar{W}_{a0}$, di sequenza zero, prevalente sugli altri due.

Le potenze per fase dipendono ovviamente dalla terna di correnti che attraversa la sezione considerata e dalla terna di tensioni di fase che viene assunta per il loro calcolo, quindi deve essere certo possibile esprimere i componenti di $S(\bar{W}_a)$ in funzione di quelli di $S(\bar{I}_a)$ e di $S(\bar{E}_a)$.

Ciò è quanto noi, ora, stabiliremo.

Nel paragrafo precedente abbiamo visto come la relazione fra la potenza apparente di un carico monofase e le grandezze elettriche che lo determinano si possa scrivere nella forma:

$$\underline{W} = \underline{E} \cdot \underline{\bar{I}}$$

Ricordando allora il principio fondamentale del § 22, per un carico trifase potremo senz'altro scrivere:

$$S(\underline{W}) = S(\underline{E}) \times S(\underline{\bar{I}}) \quad (103)$$

ove abbiamo tralasciato l'indice della fase principale e sottolineato il sistema delle tensioni per ricordare che bisogna sostituirlo col suo *coniugato*.

Per poter ora, sviluppare il secondo membro di questa relazione bisognerà esaminare quale espressione ha un sistema coniugato di un altro.

E' noto dall'algebra che il numero complesso coniugato della somma di più altri è uguale alla somma dei coniugati di ciascun addendo; ne viene di conseguenza che il sistema di vettori coniugato di un altro, avrà per componenti simmetrici i coniugati dei componenti del sistema dato.

Resta da vedere come risultano le terne coniugate di terne simmetriche. Ricordando quanto abbiamo detto nella nota (30), si vede facilmente che:

il coniugato di un sistema zero, è un altro sistema zero; che:

il coniugato di un sistema diretto è invece, un sistema inverso, e reciprocamente. (Si veda, ad esempio la fig. 59).

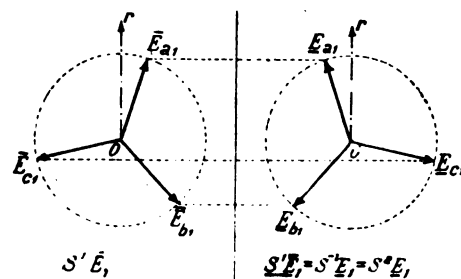


Fig. 59. — Terna diretta di vettori (a sinistra) e sua coniugata (a destra).

Inoltre, è ovvio che i vettori principali di terne coniugate devono essere fra loro pure coniugati, per cui, fra i componenti del sistema di tensioni di fase e quelli del coniugato potremo scrivere le seguenti relazioni:

$$\text{coniugato di } S^0 \bar{E}_0 = S^0 \bar{\bar{E}}_0 = S^0 \bar{E}_0 = S^{-0} \bar{E}_0$$

$$» » S^1 \bar{E}_1 = S^1 \bar{\bar{E}}_1 = S^2 \bar{E}_1 = S^{-1} \bar{E}_1$$

$$» » S^2 \bar{E}_2 = S^2 \bar{\bar{E}}_2 = S^1 \bar{E}_2 = S^{-2} \bar{E}_2$$

(Si osservi come il grado della sequenza dei sistemi coniugati possa considerarsi uguale e di segno contrario al grado dei sistemi dati).

Il sistema coniugato di $S(\bar{E})$ risulterà allora espresso nella forma seguente:

$$\text{coniugato di } S(\bar{E}) = S(\bar{\bar{E}}) = S^0 \bar{E}_0 + S^1 \bar{E}_1 + S^2 \bar{E}_2 \quad (104)$$

Sostituendo quindi nella relazione (103), sviluppando con le solite regole e raccogliendo i termini di ugual sequenza risulta facilmente:

$$S(\bar{W}) = S^0(\underline{E}_0 \bar{I}_0 + \underline{E}_1 \bar{I}_1 + \underline{E}_2 \bar{I}_2) + S^1(\underline{E}_2 \bar{I}_0 + \underline{E}_0 \bar{I}_1 + \underline{E}_1 \bar{I}_2) + S^2(\underline{E}_1 \bar{I}_0 + \underline{E}_2 \bar{I}_1 + \underline{E}_0 \bar{I}_2) \quad (105)$$

che è la relazione che ci eravamo proposti di stabilire.

(Si noti, per la sua ricostruzione mnemonica, che i termini entro ogni parentesi hanno costante non la somma (§ 23), ma la differenza degli indici).

Questa relazione è di notevole importanza perchè permette di calcolare un qualunque sistema di potenza per fase di un generico carico trifase, direttamente dalle grandezze della concezione razionale.

Inoltre interpretandola graficamente essa dà luogo ad un diagramma di potenze in cui sono raccolti, e si può dire messi a confronto, tutti i vari termini delle espressioni (81), (85), (89) e (90).

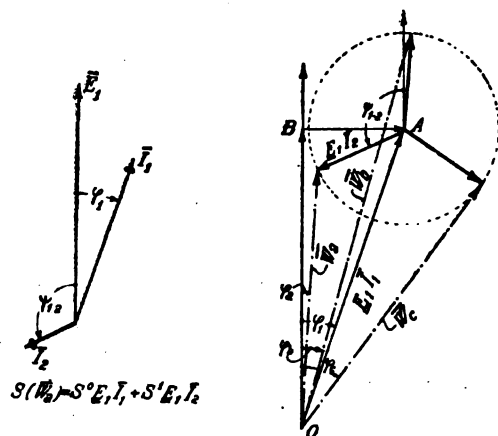


Fig. 60. — Diagramma generale delle potenze di un carico trifase squilibrato ma simmetrico.

La figura 60 mostra, ad esempio, il caso particolare di un carico squilibrato nelle correnti ma ancora simmetrico nelle tensioni. A sinistra sono rappresentate le grandezze che lo determinano (si ammette pure la terna delle correnti e che le tensioni di fase siano prese rispetto al centro astratto) ed a destra il diagramma delle corrispondenti potenze, ottenuto interpretando la relazione:

$$S(\bar{W}) = S^0 \underline{E}_1 \bar{I}_1 + S^1 \underline{E}_1 \bar{I}_2 \quad (106)$$

dedotta dalla (105) ponendo $I_0 = 0$; $E_0 = E_1 = 0$.

Le uguaglianze indicate fra gli angoli dei due diagrammi, permettono di costruire rapidamente i vettori potenza che rappresentano i termini della (106).

Le tre potenze per fase sono quelle indicate a tratti e punti.

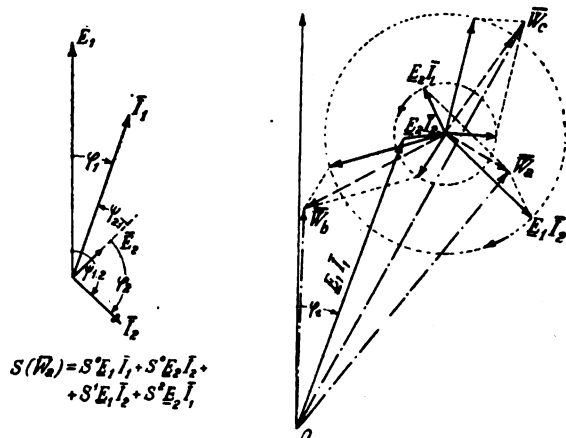


Fig. 61. — Diagramma generale delle potenze di un carico squilibrato ed asimmetrico.

Nel presente caso è evidente che questi vettori sono proporzionali alle correnti nei fili ed è ovvio che gli angoli che

essi fanno con la retta di riferimento rappresentano gli sfasamenti fra ciascuna corrente e la rispettiva tensione di fase.

La fig. 61 mostra invece un caso più completo, cioè quello di un carico avente anche una notevole tensione inversa e per il quale la (105) si riduce a:

$$S(\bar{W}) = S^0(\underline{E}_1 \bar{I}_1 + \underline{E}_2 \bar{I}_2) + S^1 \underline{E}_1 \bar{I}_2 + S^2 \underline{E}_2 \bar{I}_1 \quad (107)$$

La relazione generale (105) permette poi di verificare facilmente l'identità fra le espressioni (81) e (85) da una parte e (89), (90) dall'altra.

Infatti per la definizione del vettore zero di una terna di vettori (§ 13) è:

$$\bar{W}_a + \bar{W}_b + \bar{W}_c = 3 \bar{W}_{a0} \quad (108)$$

Ora dalla (105) risulta:

$$\bar{W}_{a0} = \underline{E}_0 \bar{I}_0 + \underline{E}_1 \bar{I}_1 + \underline{E}_2 \bar{I}_2$$

ed è (i simboli sono quelli usati nei §§ 40, 41 e 43):

$$\begin{aligned} W_a &= P_a + j Q_a & 3 \underline{E}_0 \bar{I}_0 &= P_0 + j Q_0 = \bar{W}_0 \\ W_b &= P_b + j Q_b & 3 \underline{E}_1 \bar{I}_1 &= P_d + j Q_d = \bar{W}_d \\ W_c &= P_c + j Q_c & 3 \underline{E}_2 \bar{I}_2 &= P_e + j Q_e = \bar{W}_e \end{aligned}$$

per cui sostituendo nella (108) risulta:

$$\begin{aligned} \bar{W}_a + \bar{W}_b + \bar{W}_c &= (P_a + P_b + P_c) + j(Q_a + Q_b + Q_c) = \\ &= \bar{W}_0 + \bar{W}_d + \bar{W}_e = (P_0 + P_d + P_e) + j(Q_0 + Q_d + Q_e) \end{aligned} \quad (108 \text{ bis})$$

come volevasi verificare.

Per la relazione (108), nei diagrammi delle figure 60 e 61, la totale potenza apparente di un carico trifase risulta dunque rappresentata dal triplo del vettore zero ($\bar{O} \bar{A}$ nella figura 60; $\underline{E}_1 \bar{I}_1 + \underline{E}_2 \bar{I}_2$ nella fig. 61), e di conseguenza la totale potenza reale e quella reattiva saranno rappresentate (a parte il fattore 3) rispettivamente dai componenti in fase ($\bar{O} \bar{B}$) ed in quadratura ($\bar{O} \bar{A}$) del vettore precedente rispetto alla semiretta di riferimento.

L'angolo che il vettore zero forma con la detta semiretta è quindi uguale all'angolo Φ ($\tan \Phi = \frac{Q}{P}$) del fattore di potenza complessivo (§ 44) del carico trifase.

47. *Potenza istantanea di un carico trifase.* — Chiudiamo questo capitolo accennando brevemente anche alle espressioni scalari della potenza istantanea.

È noto come per un carico trifase simmetrico ed equilibrato (e le formule generali che scriveremo permetteranno di verificarlo) la potenza reale abbia lo stesso valore ogni istante, ma che ciò non si verifica più quando il carico è squilibrato.

In questo caso la potenza istantanea viene raramente presa in considerazione, tuttavia essa ha una certa importanza perchè dal suo valore dipende il valore istantaneo della coppia meccanica che si esercita fra la parte fissa e quella ruotante delle macchine ruotanti.

L'espressione della potenza istantanea non si può dedurre dalla rappresentazione vettoriale delle grandezze alternative, poichè bisogna rimettere in evidenza in che modo queste grandezze sono funzioni del tempo.

Ricordiamo brevemente l'espressione della potenza istantanea di un carico monofase. Assumendo comunque l'origine dei tempi t , le espressioni dei valori istantanei e ed i della tensione e della corrente sono:

$$e = E_M \cos(\omega t - \psi_e); \quad i = I_M \cos(\omega t - \psi_i)$$

nelle quali E_M ed I_M sono i valori massimi delle rispettive grandezze, $\omega = 2\pi f$ la pulsazione che è loro comune, e ψ_e ; ψ_i sono gli spostamenti di fase che caratterizzano la posizione delle sinusoidi rappresentatrici rispetto all'origine dei tempi (ascissa dei punti di massimo) ⁽³²⁾.

Ricordando la nota relazione

$$\cos \alpha \cos \beta = \frac{1}{2} \cos(\alpha + \beta) + \frac{1}{2} \cos(\alpha - \beta)$$

⁽³²⁾ Queste ascisse corrispondono, salvo il segno, agli angoli ψ_e e ψ_i della fig. 58. Salvo il segno perchè le ascisse positive della rappresentazione cartesiana, corrispondono, date le nostre convenzioni (§ 3), ad angoli negativi della rappresentazione vettoriale. Pertanto tutti gli angoli negativi φ e ψ di questo paragrafo devono essere assunti positivi quando sono misurati come è indicato nelle fig. 62 e 63.

la potenza istantanea $p = e i$ del carico, risulta espressa da:

$$p = e i = \frac{E_M I_M}{2} \cos(\psi_i - \psi_e) + \frac{E_M I_M}{2} \cos(2\omega t - \psi_i - \psi_e)$$

Per le grandezze sinusoidali i valori massimi sono $\sqrt{2}$ quelli efficaci, quindi $\frac{E_M I_M}{2}$ risulta uguale a $E I$, inoltre l'angolo $\psi_i - \psi_e$ non è altro che lo sfasamento φ fra la tensione e la corrente, quindi in definitiva:

$$p = E I \cos \varphi + E I \cos \{2(\omega t - \psi_e) - \varphi\} \quad (109)$$

Il primo termine è indipendente dal tempo, cioè costante e rappresenta come sappiamo la potenza media, il secondo invece è una funzione periodica di pulsazione, e quindi di frequenza, doppia di quella delle grandezze che determinano il carico.

Passando ora al caso dei carichi trifasi, la potenza istantanea si potrà, come già per quella media, esprimere in due diversi modi a seconda che si considera il carico scomposto nei tre carichi monofasi della concezione elementare (§ 40) oppure determinato dai componenti simmetrici della concezione razionale (§ 41).

Nel primo caso, applicando successivamente la (109) a ciascun carico monofase e sommando i vari termini si giunge facilmente all'espressione (si è assunto come origine dei tempi l'istante in cui la tensione E_a raggiunge il valore massimo).

$$p = p_a + p_b + p_c = E_a I_a \cos \varphi_a + E_a I_a \cos \{2(\omega t - \varphi_a) + \\ + E_b I_b \cos \varphi_b + E_b I_b \cos \{2(\omega t - \varphi_{ab}) - \varphi_b\} + \\ + E_c I_c \cos \varphi_c + E_c I_c \cos \{2(\omega t - \varphi_{ac}) - \varphi_c\} \quad (110)$$

nella quale φ_{ab} e φ_{ac} sono rispettivamente gli angoli che le tensioni E_b ed E_c formano con la E_a (fig. 62).

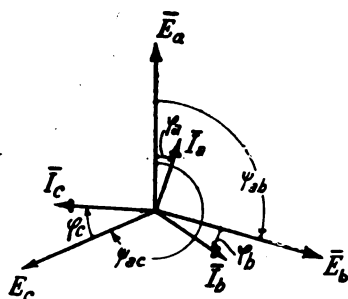


Fig. 62.

Questa relazione si presta poco a studiare i casi particolari.

E' invece molto più istruttiva quella che esprime la totale potenza istantanea in funzione dei componenti simmetrici.

Nel caso più generale noi avremo da considerare i tre componenti delle tensioni ed i tre delle correnti.

La totale potenza istantanea sarà, per il solito principio di sovrapposizione, la somma delle potenze istantanee che ciascun componente tensione determina quando è combinato con uno di corrente. Sono quindi nove le combinazioni da considerare ma per alcune di esse la potenza è identicamente nulla ogni istante, (sono quelle in cui entra una delle terne tensione o corrente, di sequenza zero, ma una soltanto), per altre è nulla la parte variabile (sono evidentemente le combinazioni delle terne dirette fra loro e di quelle inverse pure fra loro), e per altre ancora è nulla la parte costante (sono le combinazioni contemplate dal lemma del § 41). In definitiva i termini si riducono a 6, tre indipendenti dal tempo e tre variabili, come nella (110).

Il lettore verificherà che la totale potenza istantanea p di un generico carico trifase, espressa in funzione dei componenti simmetrici, si esprime allora sotto la forma:

$$p = 3 E_0 I_0 \cos \varphi_0 + 3 E_0 I_0 \cos \{2(\omega t - \psi_{1,0}) - \varphi_0\} + \\ + 3 E_1 I_1 \cos \varphi_1 + 0 + \\ + 3 E_2 I_2 \cos \varphi_2 + 0 + \\ + 0 + 3 E_1 I_2 \cos \{2\omega t - \psi_{1,2} - \varphi_2\} + \\ + 0 + 3 E_2 I_1 \cos \{2\omega t - \psi_{1,2} - \varphi_1\} \quad (111)$$

nella quale abbiamo opportunamente ordinati i termini per far risaltare da quali combinazioni essi provengono.

In questa relazione, scritta assumendo come origine dei

tempi l'istante in cui diviene massima la tensione diretta, gli angoli $\psi_{1,0}$ e $\psi_{1,2}$ sono rispettivamente gli sfasamenti fra le tensioni zero ed inversa con la diretta (fig. 63).



Fig. 63.

La relazione ora scritta ha il vantaggio rispetto alla precedente di porre in evidenza quali siano i termini che nei casi pratici si possono trascurare.

Per quanto abbiamo più volte detto i carichi nella pratica, salvo poche eccezioni, sono puri e quindi per essere $I_0 = 0$, la (111) si riduce a quattro soli termini.

Questi diventano poi due nell'ipotesi che le tensioni siano simmetriche e precisamente la (111), ponendo $I_0 = 0$ ed $E_0 = 0$, diviene

$$p = 3 E_1 I_1 \cos \varphi_1 + 3 E_1 I_2 \cos \{2\omega t - \psi_2\} \quad (112)$$

ove con $\psi_2 = \psi_{1,2} + \varphi_2$ abbiamo indicato l'angolo fra E_1 ed I_2 .

Si osservi però che se la dissimmetria non è molto piccola, cioè se E_2 non è molto prossimo a zero, il termine che contiene il prodotto $E_2 I_1$ (contrariamente a quello che contiene $E_2 I_2$) non può essere ritenuto trascurabile perchè è dello stesso ordine di grandezza di quello che contiene $E_1 I_2$.

VI. - Parametri caratterizzanti un carico trifase squilibrato - Fattore di potenza - gradi di squilibrio e di asimmetria.

E' questa, dei parametri atti a caratterizzare e quindi a distinguere e classificare i carichi trifasi, una questione tecnica di grandissima importanza, soprattutto per le ripercussioni economiche alle quali essa dà luogo.

La questione è molto vecchia. Ma mentre per i carichi monofasi e per quelli trifasi simmetrici ed equilibrati essa si può ritenere da tempo esaurientemente risolta, altrettanto non può dirsi per quelli trifasi squilibrati.

Oggi però, grazie alla concezione razionale che dei circuiti trifasi ci siamo formata, siamo in grado di colmare facilmente questa lacuna, e ciò è quanto mostreremo in quest'ultimo capitolo.

Ricordando che per carico si intende un efflusso d'energia, è evidente che il primo e fondamentale elemento che lo caratterizza, è la quantità d'energia che attraversa, nell'unità di tempo, la sezione considerata, cioè la potenza reale media (§ 40).

Fino a non molti anni fa, era questo, infatti, generalmente, il solo elemento contemplato nei contratti di compra-vendita di energia elettrica, perchè dal punto di vista del consumatore di tale energia, era, ed è tuttora, quello il solo elemento che interessa i suoi bisogni.

Ma lo stesso carico elettrico può venire realizzato in infiniti modi, da qui la necessità di aggiungere all'elemento potenza qualche parametro che caratterizzi appunto il modo col quale l'efflusso d'energia viene realizzato.

Come è noto, nel caso dei carichi monofasi e trifasi simmetrici ed equilibrati basta un solo parametro allo scopo e lo si trova nel fattore di potenza.

Infatti la conoscenza di tale fattore, unita a quella fondamentale della potenza reale, permette, come abbiamo ricordato al § 44, di determinare facilmente tutti gli elementi del carico, cioè la potenza reattiva che accompagna quella reale, la corrente che attraversa la sezione (la tensione figura sempre come un elemento noto a priori) e quindi la potenza apparente.

Nel caso dei carichi asimmetrici e squilibrati, invece, il fattore di potenza complessivo ($\cos \Phi$) non basta più a caratterizzarne tutti gli elementi. Esso, per la sua stessa definizione razionale (§ 44), permette sempre di determinare la totale potenza reattiva Q nota quella reale P ($Q = P \tan \Phi$) e la potenza

apparente definita dal termine $\sqrt{P^2 + Q^2} \left(= \frac{P}{\cos \Phi} \right)$; ma non può dare alcuna idea, come abbiamo già accennato, di quali siano i valori relativi delle correnti che realizzano il carico, cioè del loro maggiore o minore *squilibrio*, nè alcuna idea sui valori relativi delle tensioni, cioè della maggiore o minore *asimmetria* di queste.

La configurazione di queste terne risulta infatti indeterminata perchè sistemi diversi di correnti e di tensioni possono determinare la stessa totale potenza reale e lo stesso fattore di potenza complessivo.

Bisogna quindi, se si vuole togliere l'indeterminazione, aggiungere qualche altro parametro al fattore $\cos \Phi$.

Noi ci riferiremo soltanto al caso in cui la terna delle correnti sia *pura*, che è quello, di gran lunga più importante per la pratica, ma gli stessi criteri che adotteremo per questo caso, possono essere convenientemente estesi anche a quello più generale.

I parametri che converrà adottare per esprimere lo *squilibrio delle correnti* e la *dissimmetria delle tensioni* di un carico, scaturiscono facilmente dalla concezione razionale delle terne di grandezze esistenti in un circuito trifase (§ 24).

Ricordiamo che un carico viene detto *simmetrico ed equilibrato* quando nella sezione considerata, sia la terna delle tensioni che quella delle correnti (§§ 18 e 16) si riducono ad un solo componente simmetrico, e più precisamente al componente diretto.

Lo stato di cose che noi chiamiamo *squilibrio e asimmetria*, è, quindi, determinato dalla presenza accanto a delle *terne dirette* di quelle *inverse* (delle zero abbiamo detto di non occuparci). Possiamo quindi dire che lo *squilibrio* di una certa terna di correnti è tanto più grande quanto maggiore è la corrente inversa rispetto alla diretta ed analogamente per la dissimmetria delle tensioni.

Viene allora spontaneo di assumere come *grado di squilibrio* di una certa terna squilibrata di correnti il rapporto:

$$\bar{q}_i = \frac{\bar{I}_2}{\bar{I}_1} \quad (113)$$

fra la corrente inversa e la corrente diretta; e come *grado di dissimmetria* di una terna di tensioni, il rapporto:

$$\bar{q}_e = \frac{\bar{E}_2}{\bar{E}_1} = \frac{\bar{V}_2}{\bar{V}_1} \quad (114)$$

fra la tensione (di fase o concatenata) inversa e quella diretta.

I *gradi di squilibrio* e di *dissimmetria* sono naturalmente quantità astratte come il fattore di potenza, ma definendoli, come abbiamo fatto, quali *rapporti di vettori*, essi saranno, in generale, degli *operatori vettoriali* cioè dei *numeri complessi* (§ 3). I due gradi risulteranno pertanto della forma:

$$\bar{q} = q e^{j\psi}$$

ove il modulo q sarà evidentemente il rapporto fra i valori numerici delle grandezze considerate $\left(q_i = \frac{I_2}{I_1}; q_e = \frac{E_2}{E_1} = \frac{V_2}{V_1} \right)$ e ψ sarà uguale all'angolo fra i vettori che le rappresentano.

Diciamo subito che per buona parte dei bisogni della pratica potrà bastare la conoscenza del solo modulo q ed ai moduli potranno, più specialmente essere riferite le denominazioni: *grado di squilibrio* e di *asimmetria*.

Per la trattazione completa è tuttavia necessario tener presente anche l'argomento ψ .

Facciamo allora rilevare che quest'angolo è sempre determinato a meno di $\pm \frac{2}{3} \pi$, cioè come angolo caratteristico di un determinato grado di squilibrio o di dissimmetria si può assumere l'uno o l'altro dei tre angoli

$$\psi; \psi + \frac{2}{3} \pi; \psi + \frac{4}{3} \pi \left(= \psi - \frac{2}{3} \pi \right)$$

Ciò dipende dal fatto che il conduttore che può essere scelto come *principale* (§ 16), fra i tre della linea, è arbitrario, e a seconda che si assume l'uno o l'altro, l'angolo ψ risulta diverso, come si può facilmente verificare osservando la fig. 64.

In pratica quando si voglia enunciare lo *squilibrio* o la *dissimmetria* di un carico trifase si potrà, tralasciando la nozione d'angolo, enunciare semplicemente i moduli dei rapporti

(113) e (114), i quali possono, convenientemente, essere espressi in per cento.

Così, ad esempio, si dirà che il tal carico ha le correnti *squilibrato* o più semplicemente, che è *squilibrato* del 10% o del 20%, e che ha le tensioni *dissimmetriche* o che è *dissimmetrico* del 2 o del 5 per cento.

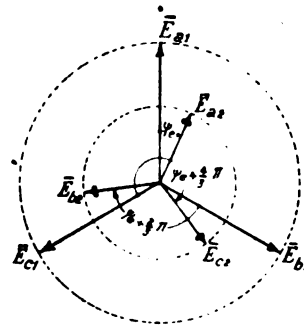


Fig. 64.

Per quanto abbiamo precedentemente detto è chiaro che un carico sarà da ritenersi tanto più *squilibrato* e tanto più *dissimmetrico* quanto più grandi sono il suo grado di *squilibrio* e quello di *dissimmetria*.

In pratica i carichi sono sempre più o meno *squilibrati* e *dissimmetrici* (il carico perfetto è l'eccezione e non la regola) ed a questo riguardo osserviamo che sarebbe opportuno che delle convenzioni fissassero quali sono i valori di q_e e di q_i sotto i quali un carico può dirsi *praticamente* *simmetrico ed equilibrato* ⁽³³⁾.

Coll'introduzione dei due *gradi* ora definiti, la serie dei parametri occorrenti per caratterizzare un carico trifase, avente *pura* la terna delle correnti, è, come si vedrà, completa.

Noi considereremo il caso completo di un carico *squilibrato* avente anche una notevole *dissimmetria* nelle tensioni, cioè quello di un carico la cui *potenza totale* sia la somma (algebrica) di una *potenza diretta* e di una notevole *potenza inversa* (§ 41).

Però a quanto diremo sull'utilità dei *gradi di equilibrio* e di *asimmetria*, dobbiamo premettere qualche considerazione.

Le attuali installazioni di misura per i carichi trifasi, sono atte a misurare soltanto la loro *totale potenza reale*, per cui oggi la valutazione di un carico, qualunque esso sia, viene sempre fatta basandosi su questo valore.

Ora finché la *potenza inversa* è una frazione molto piccola di quella *diretta*, ad esempio inferiore ai limiti d'errore degli apparecchi di misura, ciò è praticamente corretto perchè allora la *potenza totale* del carico coincide praticamente con la *potenza* che i generatori hanno dovuto erogare per alimentarlo. Ma quando invece, la *potenza inversa* fosse notevole rispetto alla *diretta*, come noi ammettiamo, il basare la valutazione del carico sulla sua *potenza totale* non è affatto razionale, perchè *tale grandezza non misura la potenza che i generatori hanno dovuto erogare per alimentare il carico considerato*.

E' noto infatti che gli alternatori non possono distribuire che della *potenza diretta* perchè, essendo per costruzione praticamente *simmetrici*, essi non sono in grado di erogare energia che mediante la terna *diretta* di correnti (§ 35).

Di conseguenza, come abbiamo visto al paragrafo 37, nel caso di un carico *diretto* verso un circuito *asimmetrico* cioè *squilibrante*, la *potenza totale* misurata dagli attuali apparecchi è inferiore a quella che effettivamente i generatori hanno generato, per quel carico. Il contrario avviene nel caso che il carico *notevolmente squilibrato*, risultasse *diretto* verso un motore, perchè allora la *potenza totale* risulta superiore a quella che i generatori inviano sul posto e superiore anche a quella che lo stesso motore richiamerebbe (per trasformarla in energia meccanica utile) se non fosse alimentato da tensioni *dissimmetriche*.

Concludendo, quando la *potenza inversa* di un carico fosse notevole, la sua *totale potenza reale* misura irrazionalmente quanto si è dovuto estrinsecare per alimentarlo. In questo caso appare più razionale considerare e valutare separatamente la *potenza diretta* da quella *inversa*.

La stesse considerazioni valgano, come è intuitivo, anche

⁽³³⁾ Le Norme tedesche fissano ad esempio al 5%, il limite del grado di dissimmetria, sotto il quale una terna di tensioni può ritenersi praticamente simmetrica.

per la potenza reattiva, e di conseguenza la nozione di *fattore di potenza complessivo* (§ 44) ha in pratica poco valore per classificare e giudicare un carico notevolmente squilibrato.

Tuttavia siccome per adesso non è ancora possibile installare degli apparecchi di misura capaci di misurare separatamente la parte buona di un carico (potenza diretta) da quella dannosa (potenza inversa), ma bisognerà ancora basarsi sugli strumenti indicanti la totale potenza reale P , mostriamo come noti che siano: P , il fattore di potenza complessivo ($\cos \Phi$) ed i due gradi di squilibrio \bar{q}_i e di asimmetria \bar{q}_e (si suppone assegnata la tensione diretta \bar{E}_1) sia possibile dedurre tutti gli elementi del carico.

Basterà mostrare come si deducono gli elementi del carico diretto perchè poi gli altri si snodano facilmente. Noto P e $\cos \Phi$ risulta determinata la totale potenza reattiva ($Q = P \tan \Phi$) e quindi la totale potenza apparente $W_1 = P + jQ$; cioè la somma delle potenze apparenti dei due carichi: diretto (\bar{W}_d) ed inverso (\bar{W}_s). — Ora (§ 46), $\bar{W}_d = 3 \bar{E}_1 \bar{I}_1$ e $\bar{W}_s = 3 \bar{E}_2 \bar{I}_2$ e per le definizioni dei gradi \bar{q}_i e \bar{q}_e , risulta:

$$\bar{I}_2 = \bar{q}_i \bar{I}_1 \quad \text{ed} \quad \bar{E}_2 = \bar{q}_e \bar{E}_1 \quad (115)$$

successivamente, ricordando che il coniugato di un prodotto è uguale al prodotto dei coniugati dei singoli fattori, possiamo scrivere: $\bar{E}_2 = \bar{q}_e \bar{E}_1$ e quindi:

$$\bar{W}_s = 3 \bar{q}_e \bar{q}_i \bar{E}_1 \bar{I}_1 = \bar{q}_e \bar{q}_i \bar{W}_d = \bar{q} \bar{W}_d \quad (116)$$

per cui in definitiva:

$$\bar{W} = \bar{W}_d + \bar{W}_s = (1 + \bar{q}) \bar{W}_d$$

che permette di calcolare \bar{W}_d noti che siano, come abbiamo ammesso per ipotesi, tutti gli altri elementi. Conoscendo $\bar{W}_d = P_d + jQ_d$ risulta determinato il fattore di potenza ($\cos \varphi_1 = \frac{P_d}{W_d}$) del carico diretto e successivamente tutti gli altri elementi come ciascuno può vedere.

Il numero $\bar{q} = \bar{q}_e \bar{q}_i$ prodotto dei due gradi \bar{q}_i e \bar{q}_e , ha una importanza notevole perchè esprime quale frazione della potenza apparente diretta è la potenza apparente inversa. Può perciò essere assunto per esprimere il grado complessivo di squilibrio dei carichi che stiamo considerando e potrebbe essere chiamato *grado di squilibrio delle potenze*. Il suo modulo \bar{q} è evidentemente il prodotto dei moduli \bar{q}_i e \bar{q}_e ed il suo argomento ψ , la differenza fra ψ_i e ψ_e ($\psi = \psi_i - \psi_e$).

Per la maggior parte dei bisogni della pratica potrà bastare enunciare, come per gli altri gradi (in %) il valore del modulo \bar{q} . L'argomento ψ diviene necessario quando si voglia ad esempio riconoscere se un carico è squilibrato per la natura del circuito alimentato o per la presenza di una tensione inversa nelle tensioni alimentatrici. Nel primo caso il valore numerico della somma $\psi + \varphi_1$ risulta, come è facile verificare,

maggiore di $\frac{\pi}{2}$, minore nel secondo caso.

Osservando l'espressione (107) del § 46 e riferendosi alla sua rappresentazione grafica (fig. 61) si nota come:

| | |
|---|--|
| \bar{q}_i corrisponda al rapporto fra il vettore $\bar{E}_1 \bar{I}_2$ ed $\bar{E}_1 \bar{I}_1$ | |
| coniugato \bar{q}_e » » » » » $\bar{E}_2 \bar{I}_1$ ed $\bar{E}_1 \bar{I}_1$ | |
| \bar{q} » » » » » $\bar{E}_2 \bar{I}_2$ ed $\bar{E}_1 \bar{I}_1$ | |

Il caso completo che abbiamo ora considerato è però piuttosto raro in pratica. Quasi sempre un carico, anche se, le correnti sono alquanto squilibrate, ha le tensioni ancora praticamente simmetriche. Ciò fa sì che la potenza inversa risulti inapprezzabile, ed in questo caso si potrà trascurarla, cioè ritenere $\bar{q} = 0$.

Con questa ipotesi la potenza totale (quella misurata dagli ordinari apparecchi) coincide, come sappiamo, con quella trasportata dalla terna diretta di correnti, ed il fattore di potenza complessivo si confonde con quello ($\cos \varphi_1$) di tale terna. Si può quindi dire che la ordinaria potenza P e l'ordinario fattore di potenza dei comuni carichi squilibrati ma simmetrici, individuano gli elementi del solo carico diretto.

Chiudiamo queste considerazioni mostrando a quale espressione si riduce la somma dei quadrati delle correnti di una terna squilibrata in funzione delle due correnti diretta ed inversa.

E' noto che da questa somma dipende il calcolo delle perdite che per effetto joule si incontrano in una linea, od in una macchina, simmetrica.

I quadrati delle tre correnti nei fili sono espressi, come è facile verificare, dalle espressioni:

$$\begin{aligned} I_a^2 &= I_1^2 + I_2^2 + 2 I_1 I_2 \cos \psi_e \\ I_b^2 &= I_1^2 + I_2^2 + 2 I_1 I_2 \cos (\psi_e + \frac{2}{3} \pi) \\ I_c^2 &= I_1^2 + I_2^2 + 2 I_1 I_2 \cos (\psi_e + \frac{4}{3} \pi) \end{aligned}$$

ove ψ_e è l'argomento del grado di squilibrio.

Sommando membro a membro si ottiene:

$$I_a^2 + I_b^2 + I_c^2 = 3 (I_1^2 + I_2^2) \quad (117)$$

e poichè $I_2 = \bar{q}_i I_1$ possiamo porre:

$$I_a^2 + I_b^2 + I_c^2 = 3 I_1^2 (1 + \bar{q}_i^2) \quad (118)$$

Vediamo quindi che se P_p è la potenza perduta per effetto joule trasportando un certo carico, con un sistema equilibrato di correnti, la potenza perduta quando le correnti, a parità di tutte le altre condizioni, divengono squilibrate è $1 + \bar{q}_i^2$ volte più grande.

Ricordando che la corrente I_r si può scomporre in due componenti una \bar{I}_{1q} in fase con la tensione di fase ed una \bar{I}_{1f} in quadratura e che è $I_1^2 = I_{1f}^2 + I_{1q}^2$, l'espressione $I_1^2 + I_2^2$ si può anche scrivere:

$$I_{1f}^2 + I_{1q}^2 + I_2^2$$

Questa relazione mostra come nei riguardi delle perdite la corrente wattata (\bar{I}_{1f}), quella swattata (\bar{I}_{1q}) e quella inversa (I_2) si possono considerare disposte come i tre spigoli concorrenti di un parallelepipedo retto rettangolo.

Istituzione Elettrotecnica « Carlo Erba ».

Milano, ottobre 1924.

APPLICAZIONI DI RELAIS SINTONIZZATI PER DIFFERENZIAZIONE

MARIO FIACHETTI

I dispositivi elementari di cui diamo la descrizione tendono a risolvere molti problemi pratici la cui risoluzione è oggi ottenuta con sistemi più complessi e costosi.

In modo particolare i dispositivi si prestano per la costruzione di apparecchi il cui funzionamento deve dipendere dalla frequenza anzichè dalla tensione od intensità di una corrente.

Come risulta dagli schemi indicati si tratta di relais ad elettromagneti differenziali con avvolgimenti inseriti su reattanze e capacitance opportunamente tarate.

Il funzionamento del relais si può ottenere differenziando flussi magnetici istantanei oppure differenziando gli effetti meccanici prodotti separatamente dai flussi, come per esempio nei selettori lum.

Esaminiamo come è ottenuta la composizione dei flussi magnetici, tenendo presente che la caratteristica essenziale dei dispositivi è di annullare gli effetti di una corrente alternata di determinata frequenza. Alla composizione degli effetti meccanici sono applicabili gli stessi dispositivi.

Indichiamo con A_1 e A_2 due avvolgimenti (fig. 1) di ugual numero di giri e resistenza, avvolti sul medesimo nucleo N percorsi dalle correnti in senso contrario.

Nel circuito A_1 sono inserite una capacità C ed un'induttanza L di resistenza ohmica r (che possono essere fra loro anche in serie) e nel circuito A_2 una resistenza ohmica R . Se dimensioniamo C , L ed R in modo che per una data frequenza f la differenza di potenziale fra P e Q sia nulla si otterrà che le correnti istantanee circolanti nei due avvolgimenti A_1 ed A_2 sono uguali ed in fase colla tensione.

Poichè i flussi magnetici istantanei sono contrari se ne otterrà il voluto annullamento.

Lo stesso scopo si può ottenere ponendo gli avvolgimenti A_1 ed A_2 in opposizione e in serie fra di loro e facendo ponte fra P' e Q' (fig. 2).

L'accennata relazione fra C ed L si riduce a quella ben nota:

$$a) 2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$$

poichè anche nel caso che C ed L siano in derivazione, i valori delle resistenze ohmiche di L e di C si possono considerare trascurabili.

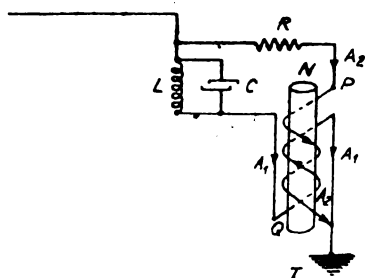


Fig. 1

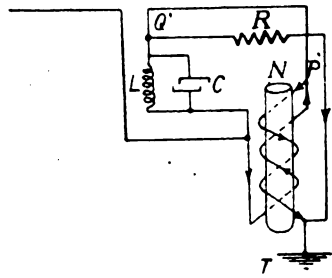


Fig. 2.

Praticamente le condizioni di cui l'equazione $a)$ si ottengono facilmente adoperando una self a nucleo lamellare con intraferro regolabile. Inserendo nel circuito A_1 un amperometro, si adatta l'intraferro in modo da leggere un « minimo » od un « massimo » di corrente a seconda che L e C sono in derivazione od in serie.

Il rapporto numerico fra la d. d. p. applicata e questa lettura, rappresenta la resistenza apparente del complesso LC ed il valore da assegnare alla resistenza ohmica R .

APPLICAZIONI PRATICHE DEL DISPOSITIVO

Protezione contro le correnti indotte negli apparecchi funzionanti a corrente continua.

E' noto che le linee di trasporto di energia ad alta tensione provocano fenomeni di induzione nelle linee parallele, e questi fenomeni assumono una gravità notevole in corrispondenza delle linee ferroviarie elettrificate ostacolando sovente la regolare trasmissione telegrafica. Si tratta quindi di proteggere una comune macchina scrivente, con circuito di ritorno a terra, dalle correnti alternate indotte nel filo aereo.

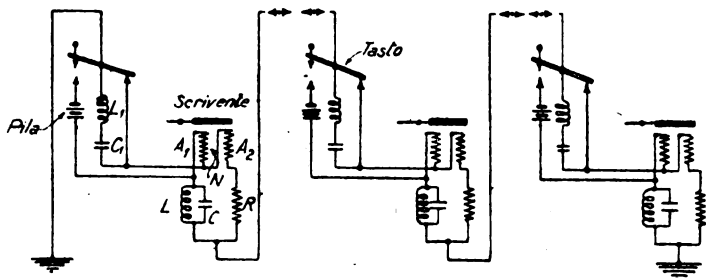


Fig. 3.

Nella figura 3 è indicato schematicamente il dispositivo, con allacciamento in serie di tre posti telegrafici con ritorno a terra.

L'elettrocalamita E costituente la parte essenziale della macchina è a sua volta costituita dai due avvolgimenti A_1 e A_2 coassiali uguali, ed inclusa nel circuito come nella figura 1.

Come dati costruttivi si ha approssimamente nei casi comuni:

per $f = 16$ $C = 4$ mfarad $r = 20$ ohm $R = 10.000$ ohm
sezione del ferro cm^2 4, spire 2000
interferro $\text{m/m} = 0,4 \div 0,5$
per $f = 42$ $C = 2$ mfarad $r = 15$ ohm $R = 20.000$
sezione del ferro cm^2 2, spiré 1500
interferro $\text{m/m} 0,5 \div 0,6$.
per $f = 50$ $C = 2$ mfarad $r = 10$ ohm $R = 25.000$
sezione del ferro cm^2 2, spire 1000
interferro $\text{m/m} 0,5 \div 0,8$.

Con tale dispositivo si ottiene quindi che per qualsiasi tensione la scrivente, anche se inserita su circuito indotto, è insensibile alla corrente alternata, mentre per la ricezione la corrente continua in circuito passerà quasi totalmente per la resistenza L di pochi ohm e per il solo avvolgimento A_1 , provocando il funzionamento voluto.

La coesistenza della corrente alternata colla corrente continua non dà inconvenienti.

Il dispositivo è completato dal complesso $L_1 C_2$ per evitare che durante la trasmissione avvengano interruzioni della corrente alternata nel tasto. Queste interruzioni della corrente alternata, dando luogo ai noti fenomeni transitori di apertura e chiusura, provocherebbero disturbi nella regolarità della trasmissione.

Col complesso $L_1 C_1$ in risonanza la cui resistenza apparente per la corrente alternata è piccola in confronto a quella del complesso LC restano evitate tali interruzioni.

Durante la trasmissione la corrente continua della pila viene immessa in linea attraverso la self L di piccola resistenza ohmica.

Protezione contro le correnti indotte negli apparecchi funzionanti a corrente alternata.

Nel comando a distanza di apparecchi elettrici di misura o di segnalazione è sovente necessario che il funzionamento non sia influenzato da correnti diverse da quella di comando.

Tale garanzia deve in alcuni casi essere assoluta come per esempio nel campo ferroviario quando si tratta di comandare segnali interessanti la protezione dei treni.

Si tratti di ottenere che un relais a corrente alternata funzioni esclusivamente per la corrente di regime e sia insensibile alle correnti indotte di frequenza f , siano queste persistenti o temporanee.

Nella figura 4 è indicato schematicamente un relais ad induzione costituito da un disco D di alluminio ruotante fra le espansioni polari di un nucleo lamellare. Ciascuna delle due espansioni polari è fasciata per metà da un anello di rame in modo che il flusso magnetico resta diviso in due parti sfasate dando luogo per i noti fenomeni d'induzione alla rotazione del disco. Senza speciali dispositivi la rotazione avviene per qualsiasi frequenza.

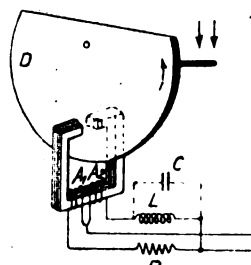


Fig. 4.

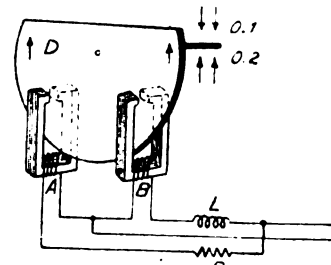


Fig. 5.

Volendosi ottenere che una corrente eventualmente indotta nel circuito e circolante negli avvolgimenti, di frequenza f (per esempio di 16 periodi) non dia luogo alla rotazione, è sufficiente (fig. 4) costruire la bobina a due avvolgimenti $A_1 A_2$ analogamente a quanto si è detto sopra. Tarando la resistenza induttiva L , la ohmica R e la capacità C in modo da ottenere che per la frequenza di 16 il flusso magnetico sia nullo.

Nella pluralità dei casi pratici dove la rotazione iniziale (spunto) del disco presenta una sensibile inerzia non è indispensabile il condensatore C , poichè se anche le due correnti uguali circolanti nei due avvolgimenti non sono in fase e la differenza istantanea dei flussi non è nulla, questa differenza è normalmente così piccola da non provocare la rotazione.

*

Il medesimo dispositivo permette di ottenere che un relais (figura 5), insensibile ad una frequenza per esempio di 30 periodi, chiuda il contatto O_1 quando questa frequenza diventa maggiore, e chiuda invece il contatto O_2 quando questa frequenza diventa minore di 30.

Con questo relais si differenziano gli effetti meccanici anzichè i flussi magnetici come negli schemi 1, 2, 3 e quindi non occorre preoccuparsi della influenza dello sfasamento relativo delle correnti nei due avvolgimenti.

L'inserzione della capacità C è quindi inutile.

Il disco di alluminio ruota fra le espansioni polari di due bobine. Le due bobine sono tali da provocare nel disco rotazioni inverse, e come indicato nella figura, precisamente la bobina A provoca una rotazione sinistrorsa, e la bobina B una rotazione destrorsa. Nei due avvolgimenti sono inserite le resistenze (la capacità non è necessaria) in modo analogo

a quanto già ripetutamente detto, e tali che per la frequenza di 30 periodi l'intensità di corrente efficace circolante nei due avvolgimenti sia uguale.

Di conseguenza le coppie motrici dovute ai due campi risultano uguali e contrarie e non provocano rotazione nel disco fin quando la frequenza è 30. Variando la frequenza variano le condizioni d'equilibrio delle correnti poichè la self L varia mentre la resistenza R resta costante. Coll'aumento della frequenza diminuisce la corrente nella bobina B e predomina la coppia generata dalla bobina A , quindi il disco ruoterà nel senso sinistrorso; colla diminuzione della frequenza il disco ruoterà nel senso destrorso. Si ottiene quindi una effettiva inversione nel movimento di un relais in funzione della frequenza.

Con questo semplice dispositivo, contrappesando il disco e misurandone con un indice, l'angolo di rotazione che è funzione della differenza delle correnti circolanti nelle bobine (e quindi della frequenza) si può costruire un frequenzimetro di sufficiente sensibilità. E' evidente che tale frequenzimetro deve funzionare a tensione costante.

*

I casi schematicamente indicati in questa breve rassegna si prestano con opportune varianti alla soluzione di altre numerose questioni. In alcune città, per esempio, la rete per illuminazione stradale e per illuminazione privata è unica. Ne

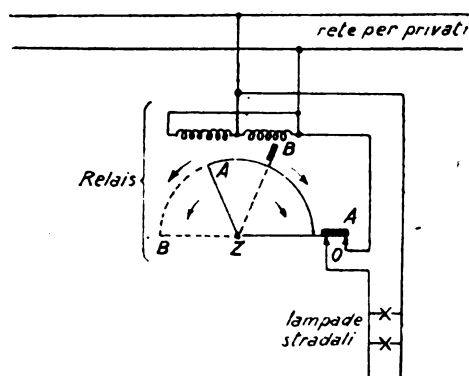


Fig. 6.

consegue che non potendosi sospendere la fornitura di energia per i privati nelle ore diurne, si devono munire le lampade per illuminazione pubblica di interruttori con conseguenti prestazioni di personale per la loro manovra in ore opportune. Per evitare tali prestazioni di personale e per rendere possibile con una unica manovra dal posto di distribuzione l'accensione e lo spegnimento delle lampade stradali senza interruzioni per gli utenti privati, applichiamo (fig. 6) in derivazione sulla rete di distribuzione comune, in corrispondenza della lampada o gruppo di lampade stradali, il relais indicato nella figura 6 (analogo a quello indicato nella fig. 5) costruito in modo che il disco rotante attorno al perno z assuma per proprio peso, in modo stabile, una delle posizioni di equilibrio opposte A e B .

Le due bobine e le resistenze sono tali che per la fre-

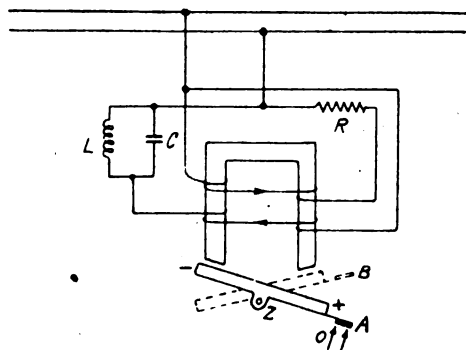


Fig. 6 bis.

quenza normale di alimentazione della linea il disco non ruota. Quando si voglia l'accensione o lo spegnimento delle lampade stradali, si può immettere per pochi istanti in linea una corrente di frequenza diversa provocando la rotazione del disco in un senso o nell'altro a seconda che la frequenza della corrente di manovra è superiore od inferiore a quella di regime.

La chiusura permanente del contatto O e l'accensione delle lampade stradali è ottenuta meccanicamente dal peso del disco.

Possiamo pure, invece di adottare un relais a disco, applicare un relais ad attrazione analogo a quello indicato nelle figure 1 e 2 coll'unica variante che l'ancora mobile (imperniata in Z) è polarizzata (fig. 6 bis). Il relais in derivazione nella rete è perfettamente insensibile alla corrente alternata, e ha un consumo di energia trascurabile.

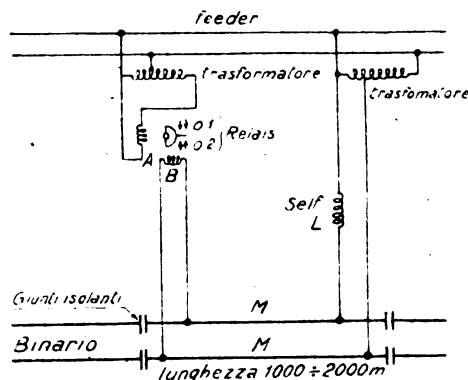


Fig. 7.

Se invece viene lanciata nel circuito una corrente continua, anche per pochi istanti, il relais funziona chiudendo od aprendo il contatto O , a seconda della direzione della corrente continua immessa che provoca l'attrazione o la repulsione del magnete permanente costituente l'armatura mobile. Se la corrente continua è fornita da accumulatori si evita, durante l'immissione della c. c., il passaggio della corrente alternata negli accumulatori stessi inserendo un'opportuna self alle batterie. ⁽¹⁾

Come esempio del tutto particolare descriviamo ancora l'applicazione del dispositivo al relais ad induzione adottato per il blocco automatico a circuito di rotaia secondo il sistema della « Union Switch and Signal - Swissvale U.S.A. (Comp. Gen. de Signalisation - Paris) ». Per il blocco automatico a circuito di linea detta Compagnia usa un relais che essa chiama a « 2 elementi » ⁽²⁾ indicato schematicamente nella figura 7 bis ed azionato direttamente dai treni. Funziona nel modo seguente:

Gli avvolgimenti A sono inseriti in un circuito (feeder) a corrente alternata (fig. 7). L'avvolgimento B è derivato sulle due rotaie opportunamente isolate fra di loro. (In caso di trazione elettrica a corrente continua o a corrente alternata con ritorno a terra i giunti isolati sono sostituiti con attacchi induttivi e di grande impedenza per la corrente alternata del feeder). Le rotaie sono alla loro volta alimentate dalla

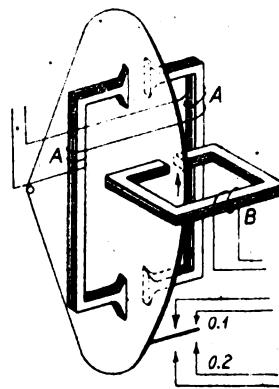


Fig. 7 bis.

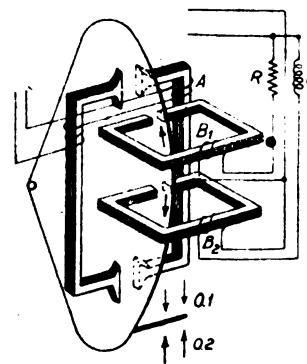


Fig. 8.

stessa corrente di alimentazione degli avvolgimenti A , sfasata, a mezzo di un impedenza L , di circa 90° . Il funzionamento del relais cioè la rotazione del disco, avviene per induzione

⁽¹⁾ L'Ing. Brunè di Ferrara (Elett. Vol. XI N. 19) ha recentemente costruito a tale scopo un interruttore che utilizza le oscillazioni periodiche di una spirale sintonizzata con l'impulsione meccanica di determinata frequenza provocata da un'elettromagnete.

⁽²⁾ L'Ing. Lemonnier (Révue générale de Chemins de fer - Février 1924) ha descritto dettagliatamente un impianto di blocco automatico a circuito di rotaia, in esperimento sulla linea ferroviaria Paris-Saint Germain, elettrificata a C. C.

quando nei due avvolgimenti *A* e *B* (fig. 7 bis) circolano correnti sfasate in modo da dare origine ad un campo rotante.

Supponendo la coesistenza di tali correnti nei due avvolgimenti si ottiene la rotazione del disco, la chiusura o l'apertura di contatti 0^1 e 0^2 e le conseguenti segnalazioni interessanti la marcia dei treni. Poichè la mancanza di corrente anche in uno solo degli avvolgimenti non consente il funzionamento del relais, si ottiene che il treno transitante sul tratto *M.M.* di binario inserito nell'avvolgimento *B*, chiude in corto circuito l'avvolgimento stesso intervenendo automaticamente nel funzionamento del relais e quindi nel comando dei segnali. Come poi è assolutamente necessario, ogni guasto di qualsiasi natura esterno all'apparecchio, rende insensibile il relais. In pratica l'energia assorbita dall'avvolgimento *B* a voltaggio molto basso ($0,5 \div 1$ volt) è sempre minima per evitare perdite rilevanti che si hanno nelle rotaie il cui isolamento perfetto è sempre assai difficile. L'energia occorrente per il funzionamento è fornita quasi totalmente dal circuito locale *A*. Questo relais ha la caratteristica di poter invertire il senso di rotazione invertendo la corrente in uno degli avvolgimenti. Il dispositivo della massima sicurezza in condizioni normali non esclude il funzionamento del relais, quando nel circuito dell'avvolgimento *B* circolasse per qualsiasi causa una corrente alternata di origine diversa da quella del feeder di alimentazione. Questa possibilità si verifica nelle linee elettrificate a corrente alternate, dove non solo per induzione ma anche per derivazione, le due rotaie, pure essendo in contatto a mezzo degli assi di un veicolo, possono presentare agli estremi sensibili differenze di potenziale, con conseguente circolazione nell'avvolgimento *B* di corrente di frequenza diversa da quella circolante negli avvolgimenti *A*.

I due flussi magnetici generati da correnti di frequenza diversa possono provocare la rotazione del disco.

Applichiamo a questo relais il dispositivo differenziale già descritto e precisamente (fig. 8), applichiamo in posizione simmetrica un secondo avvolgimento uguale a quello inserito sulle rotaie. Togliamo le resistenze in modo che per la frequenza adottata per la trazione e circolante nelle rotaie, le correnti derivate dalle rotaie nei circuiti $B^1 B^2$ siano uguali. Togliamo per esempio per la frequenza di 16 periodi. Gli effetti di tale corrente a 16 periodi, sul disco restano quindi perfettamente annullati in modo costante per qualsiasi tensione.

La corrente di normale funzionamento e che supponiamo a 50 periodi agisce sul relais indipendentemente dalla esistenza o meno della corrente a 16 periodi. In tal modo si evita la possibilità di funzionamento per effetto della corrente a 16 periodi la cui influenza eventuale per la rotazione è inoltre sempre di senso contrario alla corrente a 50 periodi. ⁽³⁾

⁽³⁾ I dispositivi in questione e le loro applicazioni sono protette in tutti gli stati da privativa industriale.

:: SUNTI E SOMMARI ::

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI:

V. M. MONTINGER — Effetti della durata e della frequenza sulle prove di isolamento dei trasformatori. (J. A. I. E. E., febbraio 1924, pag. 145).

L'A. si è occupato del metodo di prova dell'isolamento dei trasformatori mediante tensione indotta nei loro avvolgimenti. Per trasformatori monofasi quando si voglia produrre ai morsetti una tensione doppia di quella di linea, la tensione indotta negli avvolgimenti deve essere $2\sqrt{3} = 3,46$ volte quella normale. Per non dover ricorrere a correnti troppo intense, si fa uso di frequenze maggiori del normale. Risulta che per le prove occorrerebbe poter disporre di generatori ad elevata frequenza e di potenza considerevoli, ciò che in pratica non si può fare.

Si ricorre allora ad aumentare la frequenza ancora di più. Ad esempio per mantenere la densità normale a 60 periodi con una tensione 3,46 volte quella normale, occorrerebbe una frequenza di $60 \times 3,46 = 208$ periodi; si farà invece uso di una frequenza ancora superiore. E' chiaro però che bisognerà corrispondentemente ridurre la durata della prova, perchè le perdite nel dielettrico e il riscaldamento aumentano colla frequenza e quindi diminuisce la rigidità dielettrica.

L'A. si è appunto occupato di determinare per diversi isolanti massicci o composti e per olii, la durata dell'applicazione della tensione per produrre, con diverse frequenze, approssimativamente le stesse sollecitazioni di tensione. In generale si trovò che il rapporto

fra i tempi necessari per produrre gli stessi effetti sul dielettrico a due diverse frequenze, diminuisce quando la durata della prova aumenta. Ad esempio una prova di 30'' a 25 periodi equivale a una di 4'' a 120 periodi; mentre una prova di 180'' a 25 periodi equivale ad una di 10'' a 120 periodi.

L'A. propone in generale la seguente formula per la relazione fra durata e frequenza.

$$E = \left\{ a + \frac{(1-a)}{4\sqrt{T}} \right\} \quad (1)$$

In essa *E* indica il rapporto fra la rigidità dielettrica dopo una certa durata *T* e la rigidità dopo la durata di 1 minuto; la costante *a* rappresenta il rapporto fra la rigidità dielettrica dopo 1 minuto e la rigidità per una durata infinita; *T* è il tempo espresso in minuti. La costante *a* varia per diversi materiali e si mantiene fra 0,50 e 0,85 per comuni materiali usati per trasformatori, immersi in olio.

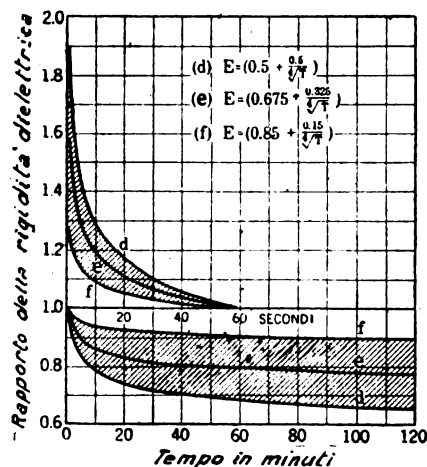


Fig. 1

Il diagramma di figura 1 rappresenta la funzione *E* per tre materiali diversi: cartoncino da 2,38 mm (*a* = 0,50); tela verniciata da 0,3 mm (*a* = 0,675); carta non impregnata da 0,07 mm (*a* = 0,85). L'area tratteggiata rappresenta le variazioni nella rigidità dielettrica colla durata dell'applicazione della tensione.

Volendo esprimere invece la rigidità dielettrica in kV, si può far uso della formula:

$$kV = A \left\{ a + \frac{(1-a)}{\sqrt{T}} \right\} \quad (2)$$

dove *a* e *T* hanno lo stesso significato di prima e *A* è la rigidità dielettrica per un minuto in kV.

Le esperienze furono condotte in generale applicando la tensione al campione in prova mediante la rapida chiusura dell'interruttore di campo del generatore, col reostato predisposto per un dato valore. Si riconobbe che questo metodo è preferibile per raggiungere rapidamente la tensione massima senza produzione di cuspidi o di onde all'inizio come avviene ad esempio quando si fa uso di un trasformatore per l'esperienza. I tempi sono contati dalla chiusura dell'interruttore alla perforazione dell'isolante; si può ritenere inferiore a 1'' il tempo necessario a raggiungere la piena tensione. Le tensioni indicate furono tutte misurate allo spinterometro.

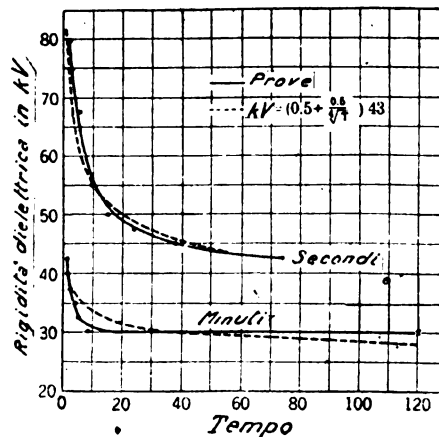


Fig. 2.

Esperienze condotte su isolanti solidi hanno dimostrato il buon accordo dei risultati delle formule precedenti coi dati sperimentali. La figura 2 si riferisce a un cartone da 2,38 mm impregnato, che pure è

uno dei materiali che maggiormente si discostano dai valori delle formule, a temperatura ordinaria; per gli altri materiali le curve hanno un andamento analogo ma i valori calcolati concordano assai di più con quelli sperimentali.

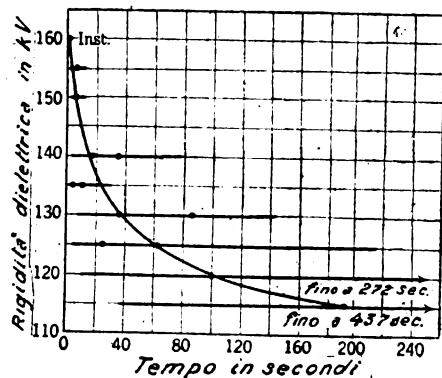


Fig. 3

Gli olii danno, come il solito, valori sperimentali molto saltuari tantochè è difficile tracciare dei diagrammi attendibili; quello di figura 3 (ottenuto con due elettrodi di 10 cm di diametro a bordi arrotondati e distanti 9,5 mm) è uno dei più regolari.

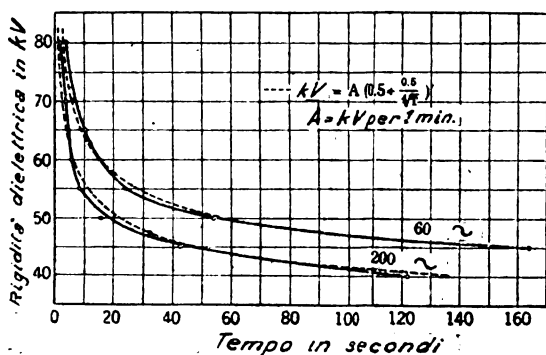


Fig. 4.

La figura 4 che si riferisce allo stesso cartoncino di figura 2, mette in evidenza l'effetto della frequenza sulla rigidità del dielettrico.

Si è riconosciuto che in generale per le frequenze per le quali si sperimentò, comprese fra 60 e 420 periodi, la rigidità dielettrica può essere espressa dalla formula esponenziale $kV = \frac{K'}{F^m}$ (3) dove K' è una costante, E è la frequenza e m un valore numerico. Per frequenze intorno a 25 periodi però, la formula dà valori errati in eccesso. La formula concorda invece coi dati delle esperienze del Peek fra 60 e 90 000 periodi.

Sugli olii le variazioni di frequenza fra 60 e 420 periodo hanno dimostrato di essere inavvertite.

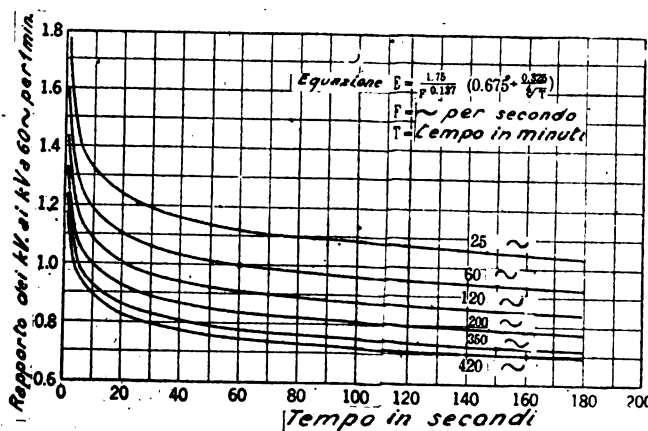


Fig. 5.

Moltiplicando l'equazione (1), che dà le variazioni della rigidità dielettrica col tempo, per la (3) che dà le variazioni della rigidità colla frequenza, si ottiene la formula complessiva.

$$E = \frac{k}{F^m} \left(a + \frac{1-a}{\sqrt{T}} \right) \quad (3)$$

La figura (5) rappresenta delle curve tracciate con questa equazione e che esprimono la relazione fra la frequenza, la durata, e il

rapporto della rigidità dielettrica per un isolante composto di olio e cartoncino in strati di eguale spessore disposti in serie; la figura 6 è analoga ma in essa si è supposto che gli strati d'olio interposte avessero spessore doppio dei cartoncini.

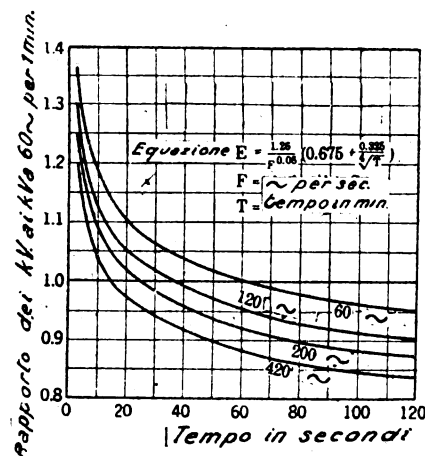


Fig. 6.

Si può dalla (4) ricavare anche la seguente:

$$t = 60 \left\{ \frac{k(1-a)}{E F^m} - a \right\}$$

dove t è il tempo in secondi, F la frequenza, a e k costanti, m un valore numerico dipendente dai materiali e dalla loro disposizione, E il rapporto della rigidità dielettrica ($= 1$ per frequenza di 60 periodi). I valori di m oscillano fra 0,14 e 0,05.

Si ha così il modo di calcolare la durata equivalente di una prova a tensione a diverse frequenze. Si trova ad esempio che passando dalla frequenza 60 a quelle di 120-208-350 periodi, la durata della prova dovrebbe passare da 60'' (supposti) a 38—28—21 secondi. E' messa così in evidenza la necessità di ridurre la durata della prova di tensione quando si sperimenti con frequenza elevata, superiore al doppio della normale; altrimenti l'isolamento del trasformatore verrebbe cementato soverchiamente.

R. S. N.

* *

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

H. S. OSBORNE — Comunicazioni telefoniche a grande distanza. (Journ. A. I. E. E., ottobre 1923, Vol. XLVII, N. 10, pag. 1051).

L'A. mette in evidenza molte delle somiglianze e delle divergenze che si hanno fra le linee per la trasmissione di energia elettrica e quelle per le comunicazioni telefoniche a grandi distanze; egli espone quindi i metodi mediante i quali fu grandemente accresciuta l'efficienza delle comunicazioni telefoniche transcontinentali americane.

a) *Linee aeree ordinarie.* — La linea fra New York e S. Francisco, lunga 5500 km, era in origine una linea caricata lungo il suo sviluppo con bobine di induttanza e fornita di sei amplificatori intermedi. La linea fu migliorata eliminando le bobine di induttanza e raddoppiando il numero degli amplificatori, per compensare le accresciute perdite lungo la linea.

Nei punti dove variano le caratteristiche della linea, si producono fenomeni di riflessione di energia e le correnti riflesse possono, su linee lunghe, avere intensità sufficiente e ritardi tali da essere percepite come echi ben distinti, sia da chi parla sia da chi ascolta al telefono. Il massimo intervallo dell'eco e la massima intensità della corrente riflessa, che possono essere tollerati senza danno per la chiarezza della comunicazione, sono legati fra loro da una relazione ben definita e variano in senso inverso. Gli echi più sensibili nella linea transcontinentale dipendono dalle riflessioni terminali e la relazione suddetta dimostra che, dopo la soppressione delle bobine di induttanza, a causa dell'aumentata velocità di propagazione dell'onda, l'intervallo dell'eco è assai abbreviato e l'eco stessa deve quindi essere 44 volte più forte per produrre lo stesso disturbo che si aveva con la linea caricata.

Inoltre la soppressione delle bobine ha permesso, modificando gli amplificatori, di rendere più simili fra loro l'impedenza caratteristica della linea e quella degli amplificatori e di ridurre così la grandezza delle correnti riflesse in tali punti. Dalle modifiche esposte e da un miglioramento degli amplificatori è anche conseguito un maggiore grado di uniformità nella trasmissione delle diverse frequenze componenti la corrente telefonica. Un ultimo vantaggio della soppressione delle bobine è la maggiore indipendenza della qualità delle trasmissioni dalle condizioni meteorologiche.

In conclusione l'A. afferma che i risultati ottenuti rappresentano un miglioramento deciso in confronto con le condizioni preesistenti.

b) *Linee in cavo.* — Le comunicazioni telefoniche mediante

linee in cavo sono ora stabilite fino alla distanza di km 1600 e quanto prima lo saranno in una nuova linea transcontinentale.

I vantaggi principali di tali linee sono quelli di poter portare insieme un grande numero di circuiti, di non presentare le inevitabili variazioni di costanti caratteristiche che sono imposte da condizioni locali a certi tratti delle linee aeree, di essere meno esposte al pericolo di danni per temporali od altro, di non variare la qualità della trasmissione con il variare delle condizioni meteorologiche.

Le linee in cavo sono sempre caricate, la velocità di trasmissione della corrente risulta piuttosto bassa e devono quindi essere prese speciali precauzioni per evitare gravi effetti di eco. Inoltre si devono evitare le interferenze fra la corrente che trasporta la parola ed i transienti dovuti alla struttura del cavo caricato, nonché le interferenze fra le comunicazioni affidate ai vari circuiti portati da uno stesso cavo.

L'A. accenna ai sistemi adottati per far fronte a quest'ultimo inconveniente, che consistono specialmente nell'adottare particolari accorgimenti nella costruzione dei cavi e nella loro messa in opera. I cavi richiedono un numero di amplificatori maggiore che le linee scoperte. Le variazioni di resistenza dei conduttori, dovute alle variazioni della temperatura e che influirebbero in modo molto sensibile sul valore dell'energia all'arrivo, sono compensate automaticamente da speciali regolatori.

c) *Telefonia ad alta frequenza.* — Questo sistema è pure largamente diffuso. Attualmente si hanno km 32000 di comunicazioni telefoniche ad alta frequenza e km 140000 di comunicazioni telegrafiche pure ad alta frequenza. La frequenza della corrente di trasporto è la più bassa possibile e scende fino a 4000 periodi. Le ragioni per cui la scelta della frequenza dell'onda di trasporto si è orientata verso i valori più bassi sono le seguenti:

a) Evitare le interferenze fra diversi circuiti sostenuti dagli stessi pali e che usano frequenze poco diverse fra loro. Adottando frequenze basse le perturbazioni delle varie coppie di conduttori sono provvedimento sufficiente. b) Ridurre gli effetti dei brevi tratti di cavo inseriti nelle linee aeree. Tali effetti possono essere resi praticamente insensibili col caricare i cavi, purché la frequenza dell'onda sia bassa. c) Rendere meno sensibili le variazioni del rapporto fra l'energia trasmessa e l'energia ricevuta secondo che il tempo è umido o asciutto.

Le comunicazioni ad alta frequenza, che evitano l'installazione di nuove linee, ma richiedono apparecchi terminali costosi e numerosi amplificatori, si considerano convenienti soltanto per lunghe distanze, oppure quando la loro adozione serva a differire spese notevoli, quale ad esempio, quella dell'impianto di un nuovo cavo.

P. Bo.

* *

TRAZIONE E PROPULSIONE.

V. TOPPING — *Campi d'azione rispettivi di alcuni mezzi di trasporto urbano (tramvie e vetture a trolley).* (E. R. J., 25 agosto 1923, pag. 289).

I trasporti urbani costituiscono per loro natura un monopolio e l'esperienza ha dimostrato che la concorrenza sfrenata fra più ditte esercenti può condurre al caos.

Ciò posto la scelta del mezzo di trasporto dipende esclusivamente dalla densità del traffico. Se il traffico è poco rilevante il costo base del servizio può essere mantenuto entro limiti convenienti solamente se si limitano le spese d'impianto; se il traffico è un po' più intenso le spese d'impianto possono essere un po' più grandi allo scopo di ridurre, per contro, le spese d'esercizio e, per conseguenza, il costo dei trasporti.

Se si considerano i mezzi di trasporto alla superficie e precisamente tramvie elettriche, filovie elettriche ed autovetture comuni a benzina, le spese d'impianto sono evidentemente decrescenti secondo l'ordine col quale vennero menzionati detti trasporti.

Le spese d'esercizio aumentano invece in scala progressiva dall'ultimo al primo sistema.

Nel numero di dicembre 1921 della General Electric Review è stato dimostrato che:

1) Ove la misura minima dell'intervallo fra due vetture consecutive richiesta dal traffico è di 3 minuti o meno la tramvia assicura il sistema di trasporto più conveniente.

2) Se l'intervallo è da tre a sei minuti la tramvia e la filovia presentano convenienza equivalente.

3) Per intervalli da 6 a 60 minuti, la filovia è la più conveniente.

4) Per intervalli superiori è più economica l'autovettura a benzina.

Devesi però notare che in tali condizioni non si è tenuto conto del maggior consumo delle strade dovuto agli autoveicoli senza rotaie: è vero che ciò non arreca spese all'impresa esercente i trasporti; ma è pure bene tenerne nota in relazione all'economia generale del pubblico che deve pagare le tasse per la manutenzione delle strade.

A questo proposito si può ritenere che il danno provocato dalla circolazione degli autoveicoli alle strade americane sia di 15 centesimi di lira italiana circa per ogni tonnellata chilometro per veicoli con ruote cerchiate di gomma e di circa 22 centesimi per quello di ferro (calcolando il dollaro a L. 23).

Le conclusioni a cui si può giungere dall'esame dei risultati di varie linee americane sono le seguenti:

1) Intervalli medi fra vetture non superiori a tre minuti.

Automotrici a carrelli. — I moderni tipi di automotrici elettriche a carrelli con manovratore e bigliettario, si sono dimostrati i più convenienti, specie nelle grandi città ove l'intensità di traffico può raggiungere delle punte rilevanti, anche 6 volte più della media normale, con intervalli ridotti a 32" in tali periodi. La brevità degli intervalli richiesti nelle ore di maggior traffico rendono impraticabile l'uso di autobus e meno conveniente l'uso di vetture a un solo agente.

2) Intervalli medi di 6 minuti (automotrici a carrelli). Per queste intensità di traffico è indifferente la scelta fra la vettura a due agenti e quella a un solo agente.

Dal punto di vista economico: il primo sistema è solo di poco vantaggioso ma, per contro, le vetture a un solo agente offrono la possibilità di una maggiore frequenza e quindi sono spesso da preferirsi.

3) *Intervalli normali da 8 a 15 minuti.* — In questo caso il campo è riservato esclusivamente alle vetture a un solo agente, a cui non può generalmente far concorrenza la filovia.

4) *Intervalli da 15 a 30 minuti.* — In queste condizioni la filovia ha indubbiamente la prevalenza dal lato economico.

Per intervalli di 30 minuti è indifferente l'uso di filovia e di autoveicoli, con motore a benzina.

5) *Per traffico ad intervalli di 30 o più minuti* il sistema più conveniente è quello degli autoveicoli a benzina.

In base alle considerazioni sopraesposte risulta chiaramente che gli autoveicoli a benzina non sono convenienti per far fronte in modo esclusivo al traffico urbano delle grandi città poichè è difficile che per esso siano possibili intervalli superiori ai 30 minuti. Tali veicoli saranno da adottarsi solo là dove l'impianto di fili aerei per la trasmissione dell'energia elettrica non sia tollerabile per ragioni di estetica o non si possano ammettere tramway alla superficie, nel qual caso l'autobus interviene come integratore di mezzi più rapidi sotterranei o sopraelevati.

Le filovie offrono una buona soluzione per l'estensione delle tramvie nei sobborghi.

Il problema dei trasporti urbani nella generalità delle moderne grandi città è ben risolto dalle tramvie con automotrici a carrelli, e, dove il traffico non è troppo intenso, serve bene la vettura a un solo agente.

g. ve.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

ASSOCIAZIONI, CONGRESSI, ECC.

Al Congresso tenutosi alla fine dello scorso ottobre a Vercelli fra gli Ingegneri ed Amministratori tecnici dei Municipi e delle Aziende municipalizzate, venne anche preso in esame l'argomento delle Aziende elettriche municipalizzate. Su tale questione venne tenuta dall'Ing. Giuseppe Bisazza, Direttore della Azienda Elettrica Municipale di Torino, una importante comunicazione che qui riassumiamo.

Già prima della legge 29 marzo 1903 sulla « assunzione diretta dei pubblici servizi da parte dei Comuni », si erano organizzate in diverse città d'Italia delle imprese municipali per esercire pubblici servizi. Dopo la legge, le imprese municipali crebbero di numero e di importanza e si andarono diffondendo in molti centri ad onta delle molte e serie opposizioni che ad esse si creavano. Le nuove iniziative provocavano infatti gravi spostamenti di interessi, e l'industria privata non poteva a meno di compiere ogni sforzo per evitare il sorgere di così pericolosi concorrenti.

Però le Aziende Municipali finirono per superare ogni ostacolo, e si imposero raggiungendo nella maggior parte dei casi risultati soddisfacentissimi. Ad esse si deve se in molte città d'Italia vigono tariffe di distribuzione assai basse, in qualche caso le più basse del mondo. E pur vendendo a prezzi limitati, pur cedendo ai Comuni energia per importanti servizi pubblici a prezzi inferiori al costo, le Aziende possono realizzare utili notevoli che servono a corroborare le non floride finanze comunali.

Nessuno dovrebbe pensare ad annullare queste floride Aziende, che costituiscono un prezioso pubblico patrimonio, che combattono la formazione dei pericolosi trust industriali e che possono portare, come hanno portato, un così utile contributo anche alla Nazione, nei momenti più gravi.

La legge del 1903 prevedeva anche la formazione di Consorzi fra Comuni di Province contermini per render possibile anche ai piccoli centri di usufruire dei benefici delle Aziende. Una serie di difficoltà pratiche e tecniche non ha permesso per il passato che tali Consorzi prendessero larga diffusione.

Il R. Decreto 30 dicembre 1923, n. 3047 modifica la legge 1903 prevedendo Consorzi anche fra Province o Comuni e Province. Il principio di permettere anche alle Province di intervenire nella formazione dei consorzi è assai felice perchè mira a temperare l'effetto dei monopoli industriali che esistono ancora in certi servizi pubblici là dove i piccoli Comuni da soli non sarebbero in grado di assumere per proprio conto l'intrapresa di municipalizzare i servizi ad uso dei cittadini. La nuova disposizione ha anche importanza tecnica notevole in quanto rende possibile di costituire, nell'interesse dei cittadini, delle grandi reti che abbracciano diverse regioni.

Non volendo in questi Consorzi adottare il metodo della distribuzione diretta, pare più conveniente promuovere il sorgere di Con-

sgorzi locali, fra Cooperative, Enti, Comuni, ecc., ai quali l'Azienda consegnerebbe l'energia da distribuire. Questi Consorzi locali avrebbero perciò da costruire soltanto un sistema alquanto semplice di linee e di cabine da collegare alle linee di grande distribuzione. L'Azienda dovrà però garantirsi del buon risultato tanto sotto l'aspetto tecnico che economico, con una serie di prescrizioni e di norme da doversi osservare nell'uno e nell'altro campo. Secondo tali criteri una delle maggiori Aziende Municipalizzate italiane, ha già stipulato vari contratti con grande soddisfazione degli utenti.

Le Aziende municipalizzate, costituite non pel massimo lucro, ma per il conseguimento di pubbliche utilità hanno anche un altro nobile compito, quello di favorire lo sfruttamento delle risorse idrauliche del Paese. Questo sviluppo è legato ai prezzi di vendita dell'energia; essi se troppo alti rallentano il consumo e quindi la utilizzazione degli impianti, se troppo bassi allontanano dalla costruzione di nuovi impianti la collaborazione del capitale. Le aziende hanno fino ad ora saputo giudiziosamente contemperare i prezzi a queste diverse esigenze e in questa linea devono saper perseverare.

Ma per meglio e più completamente assolvere il loro compito, è necessario che le Aziende raccolgano le loro energie facendosi promotrici della unione di tutte le Aziende municipalizzate d'Italia.

Alla comunicazione dell'Ing. Bisazza seguì un'ampia discussione in seguito alla quale venne votato un ordine del giorno, in cui dopo aver fatto voti che si agevoli la formazione dei grandi Consorzi di produzione e di quelli minori di distribuzione dell'energia, si deferiva ad una Commissione l'incarico di convocare l'Assemblea della Federazione delle Aziende municipalizzate allo scopo di ricostruire il Consiglio Direttivo e riattivarne le funzioni di studio e di tutela degli interessi e degli scopi delle Aziende municipalizzate.

R. S. N.

DECRETI, LEGGI E REGOLAMENTI

Testo unico delle disposizioni di carattere legislativo in vigore per l'imposta sul consumo del gas e dell'energia elettrica.

Decreto Ministeriale 18 luglio 1924, pubblicato nella "Gazzetta Ufficiale del Regno", N. 195 del 20 agosto 1924.

ART. 1.

(Art. 1 dell'allegato F alla legge 8 agosto 1895, n. 486; art. 15 del decreto legislativo 25 gennaio 1916, n. 57; art. 1 dell'allegato D al R. decreto 19 novembre 1921, n. 1592; art. 1, n. 1 dell'allegato al R. decreto 10 maggio 1923, n. 1792).

L'imposta sul consumo del gas e dell'energia elettrica è stabilita nella misura.

a) di cent. 10 per ogni metro cubo di gas destinato ad uso di illuminazione o di riscaldamento e proveniente dagli oli minerali, di gas metano o derivato dal suolo, come pure di gas acetilene, quando quest'ultimo sia distribuito mediante impianti fissi;

b) di cent. 2 e mezzo per ogni metro cubo di gas di altra specie, destinato ad uso di illuminazione o di riscaldamento;

c) di cent. 2 per ogni ettowattora di energia elettrica impiegata a scopo di illuminazione o anche di riscaldamento, ove questo si effettui senza l'osservanza delle norme e cautele stabilite agli effetti dell'esenzione concessa dalla legge 26 luglio 1917, n. 1169.

Le miscele dei gas indicati alla lettera a) con quelli indicati alla lettera b) nel caso d'impiego a scopo di illuminazione o riscaldamento, sono soggette all'imposta nella misura di cent. 10 e di cent. 2 e mezzo, secondo che siano equiparabili, per i loro effetti calorifici, alla prima o alla seconda delle due anzidette categorie di gas.

E' esente dall'imposta il consumo di gas o di energia elettrica per illuminazione governativa, provinciale o comunale di aree pubbliche, come pure quello richiesto da processi di fabbricazione, in stabilimenti industriali.

E pure esente da imposta la produzione dell'energia elettrica necessaria alla trazione elettrica delle Ferrovie dello Stato e ad ogni altro servizio delle linee elettrificate o da elettrificare.

ART. 2.

(Art. 1, n. 2°, ultimo comma e n. 4°, primo, secondo e terzo comma del § 3, dell'allegato D al R. decreto 19 novembre 1921, n. 1592; art. 1, n. 2, secondo comma e n. 4 dell'allegato al R. decreto 10 maggio 1923, n. 1792).

L'impianto di qualsiasi officina di produzione o l'acquisto di gas e di energia elettrica per rivendita, ovvero, nel caso di usi promiscui, l'acquisto in quantità superiori a quelle rispettivamente indicate nel comma seguente, devono essere preventivamente denunciati all'Amministrazione finanziaria con le norme stabilite dal regolamento.

Sono considerati quali fabbricanti gli acquirenti di gas e di energia elettrica per farne rivendita, nonché quelli che l'acquistano per uso proprio, qualunque ne sia l'impiego, in misura superiore ai 20 mc. al minuto primo di gas e di 20 kW di energia elettrica.

Nella denuncia deve essere designato il rappresentante dalla ditta debitamente autorizzato per le eventuali constatazioni in contraddittorio con i funzionari e gli agenti governativi e che sarà anch'egli respon-

sabile, di fronte alla Finanza, di qualsiasi irregolarità che venisse riscontrata nell'officina.

L'Ufficio tecnico di finanza, ricevuta la denuncia, esegue le occorrenti verifiche e rilascia una licenza d'esercizio.

ART. 3.

(Art. 1, n. 3°, § 3, dell'allegato D al R. decreto 19 novembre 1921, n. 1592; art. 1, n. 3 dell'allegato al R. decreto 10 maggio 1923, n. 1792).

L'officina è costituita dal complesso degli apparati di produzione, accumulazione, trasformazione e distribuzione del gas o dell'energia elettrica, esercitati da una medesima ditta, anche quando gli apparati di accumulazione, trasformazione e distribuzione siano collocati in edifici distinti da quello in cui trovansi gli apparati di produzione e quando pure i due o più edifici siano impiantati in Comuni diversi.

Costituiscono officine distinte le diverse stazioni di produzione del gas o dell'energia elettrica che una stessa ditta esercita in edifici distinti, quando anche queste stazioni siano messe in comunicazione fra loro per mezzo della rete delle condutture o mediante un'unica stazione di distribuzione.

Le officine delle ditte acquirenti energia (per farne rivendita o per uso proprio) sono costituite dall'insieme dei conduttori, apparecchi di trasformazione, accumulazione e distribuzione, a partire dalla presa dall'officina venditrice.

Sono da considerare come officine, agli effetti della presente legge, anche gli apparati di produzione o di accumulazione montati su navi o veicoli, esclusi i carri e le vetture automobili. Per tali apparati non ha luogo la limitazione di cui all'articolo 2, secondo comma, e l'imposta viene pagata mediante canone d'abbonamento.

ART. 4.

(Art. 1, n. 4°, quarto e sesto comma del § 3, dell'allegato D al R. decreto 19 novembre 1921, n. 1592).

Le modificazioni e variazioni ad un'officina fornita di licenza debbono essere denunciate con le modalità che saranno stabilite dal regolamento.

Nel caso di cessione totale o parziale di un'officina, o comunque di trasformazione della ditta esercente, il subentrante deve farne denuncia entro due mesi dall'avvenuta cessione. L'Ufficio tecnico rilascerà una nuova licenza d'esercizio, annullando quella della ditta precedente. In ogni caso, la cauzione della ditta precedente rimane vincolata finché non sia stata regolarmente prestata la nuova dal subentrante.

ART. 5.

(Art. 1, n. 4°, quinto comma del § 3, dell'allegato D al R. decreto 19 novembre 1921, n. 1592).

L'Ufficio tecnico di finanza ha facoltà di autorizzare, nel periodo che intercede fra l'impianto e l'attivazione regolare di una officina esperimenti in esenzione da imposta, per la prova ed il collaudo degli apparecchi, purché tali esperimenti abbiano una durata non superiore a tre giorni.

ART. 6.

(Art. 1 n. 6°, dell'allegato D al R. decreto 19 novembre 1921, n. 1592; art. 1, n. 6, dell'allegato al R. decreto 10 maggio 1923, n. 1792).

La licenza di esercizio vale per la persona o la ditta, e per l'officina e per il Comune o i Comuni in essa indicati, è efficace per l'anno solare nel quale è rilasciata, ed è soggetta al diritto:

di L. 20 per il complesso dei mezzi di produzione esercitati nella stessa officina e dalla stessa ditta esclusivamente per usi esenti o per gli apparecchi di produzione o di accumulazione posti su ciascuna nave o veicolo, esclusi i carri e le vetture automobili;

di L. 50 per le officine impiantate per il consumo proprio di un solo stabilimento.

Per le officine che producono energia elettrica per la distribuzione pubblica o privata in uno o più Comuni, il diritto è di L. 60 per potenza installata fino a 200 kilowatt, di L. 300 per potenze maggiori di 200 kilowatt ma non superiori a 1000 kilowatt, di L. 300 più un aumento di L. 30 per ogni 100 kilowatt installati in officine la cui potenza è maggiore di 1000 kilowatt.

Per le cabine ed i punti di presa di ditte acquirenti di energia per usi promiscui il diritto di licenza è di L. 50 per potenza installata non superiore ai 500 kilowatt, di L. 100 per potenze maggiori di 500 kilowatt ma non superiori a 1000 kilowatt, di L. 100 più un aumento di L. 20 per ogni 100 kilowatt installati in cabine e punti di presa con potenza superiore a 1000 kilowatt.

Per le officine che producono gas per la distribuzione pubblica o privata in uno o più Comuni il diritto è di L. 150 quando le officine stesse abbiano, nel biennio precedente all'anno cui si riferisce la licenza, venduto gas per una quantità non superiore ai 250.000 mc., di L. 300 per quelle che nel medesimo periodo abbiano venduto gas in quantità maggiore a 250.000 mc. senza superare un milione di metri cubi, di L. 300 più un aumento di L. 100 per ogni milione di mc. di gas venduti come sopra, quando la vendita abbia superato un milione di metri cubi.

Per le nuove officine di produzione del gas verrà corrisposto il minimo diritto di L. 150, salvo in seguito ad effettuare il conguaglio.

ART. 7.

(Art. 1, n. 7°, § 1, dell'allegato D al R. decreto 19 novembre 1921, numero 1592).

L'amministrazione ha facoltà di applicare nelle officine di gas o di energia elettrica suggelli, bolli ed apparecchi di sicurezza e di riscontro.

I guasti, verificatisi nei congegni applicati dalla Finanza, debbono essere immediatamente denunciati all'Ufficio tecnico competente, come pure debbono essere immediatamente denunciate le modificazioni delle condutture e dei circuiti, ai quali siano stati applicati i congegni.

Nei casi di frode accertata, le spese per le anzidette applicazioni, modificazioni e riparazioni sono a carico delle ditte esercenti.

ART. 8.

(Art. 1, n. 7°, § 3, dell'allegato D al R. decreto 19 novembre 1921, n. 1592).

Qualora in un impianto si utilizzi il gas o la energia elettrica per usi diversi e si richieda per ciascuno di questi l'applicazione delle corrispondenti aliquote di imposta, le diverse utilizzazioni debbono essere fatte in modo che sia, a giudizio insindacabile dell'Amministrazione, escluso il pericolo che il gas o l'energia elettrica vengano devianti da usi esenti da imposta, o tassati con aliquota minore, ad usi rispettivamente soggetti ad imposta ovvero tassati con aliquota maggiore.

All'uopo la Finanza può prescrivere l'applicazione, a spese degli interessati, di speciali congegni di sicurezza o di apparecchi atti ad impedire l'impiego del gas o dell'energia elettrica a scopo diverso da quello dichiarato.

ART. 9.

(Art. 1, n. 7°, primi tre comma del § 2, dell'allegato D al R. decreto 19 novembre 1921, n. 1592; art. 1, n. 7 dell'allegato al R. decreto 10 maggio 1923, n. 1792).

I funzionari e gli agenti governativi hanno diritto di ispezionare liberamente, sia di giorno che di notte, le officine e gli ambienti annessi, esclusi i locali di abitazione distinti da questi.

Hanno pure facoltà di prendere visione di tutti i registri attinenti all'esercizio delle officine, allo scopo di riscontrare l'andamento della produzione ed i suoi rapporti col consumo.

Le ditte esercenti officine, oltre ad avere l'obbligo di presentare tutti i registri, contratti e documenti relativi alla produzione, distribuzione, vendita del gas e dell'energia elettrica, devono prestare gratuitamente l'assistenza e l'aiuto del proprio personale ai funzionari ed agenti governativi, nelle operazioni che questi compiono in officina, negli uffici dell'azienda commerciale e presso gli utenti, per tutti gli effetti della presente legge.

ART. 10.

(Art. 1, n. 7°, § 2, 2ª parte del 3º comma, dell'allegato D al R. decreto 19 novembre 1921, n. 1592).

Le ditte esercenti officine a scopo di vendita debbono tenere registri generali, distintamente per gli utenti a contatore e per quelli a cottimo, con le indicazioni stabilite nel regolamento.

ART. 11.

(Art. 1, n. 7°, ultimi tre comma del § 2, dell'allegato D al R. decreto 19 novembre 1921, n. 1592).

I fabbricanti, i privati consumatori e gli enti privati e pubblici sono in obbligo di esibire, ad ogni richiesta della Finanza, gli originali dei documenti e le bollette relative alla vendita ed al consumo del gas o dell'energia elettrica.

Quando nei contratti fra gli utenti e le ditte fornitrici del gas o dell'energia elettrica, queste ultime si siano riservate il diritto di far procedere dai loro impiegati a verifiche degli impianti, avranno facoltà di valersi di tale diritto anche i funzionari e gli agenti dell'Amministrazione per le opportune verifiche.

I funzionari ed agenti predetti hanno diritto di eseguire verifiche negli esercizi pubblici finchè siano aperti. Hanno inoltre facoltà, in caso di sospetti di contravvenzione alla presente legge, di procedere previa autorizzazione dell'autorità giudiziaria, a visite domiciliari col l'intervento di un ufficiale di polizia giudiziaria.

ART. 12.

(Art. 1, n. 3º, primi quattro comma del § 1, dell'allegato D al R. decreto 19 novembre 1921, n. 1592; art. 1, n. 3 dell'allegato al R. decreto 10 maggio 1923, n. 1792).

La liquidazione dell'imposta è fatta dall'Ufficio tecnico di finanza in base:

- a) alla dichiarazione del consumo registrato dai misuratori di volume o di energia elettrica applicati presso i consumatori;
- b) alle dichiarazioni di energia elettrica impegnata ad anno ed a cottimo in kilowatt giusta l'articolo 16;
- c) alle dichiarazioni dei canoni stabiliti per gli usi promiscui a norma dell'articolo 13.

Tali dichiarazioni, ad eccezione di quelle della lettera c), devono essere presentate dal fabbricante mese per mese.

Quelle di cui alla lettera c) si presenteranno una volta all'anno e saranno richiamate globalmente nelle dichiarazioni mensili, allorchè vi sia luogo a variazioni ai sensi del seguente articolo 13, comma secondo.

Per le officine per uso proprio la liquidazione è basata sulle indicazioni dei misuratori, salvo il caso previsto dal primo comma dell'articolo 17.

I fabbricanti debbono denunziare nelle dichiarazioni mensili la produzione totale ed i consumi esenti da imposta.

ART. 13.

(Art. 1, n. 4º, § 2, dell'allegato D al R. decreto 19 novembre 1921, n. 1592).

Il produttore deve comprendere nella sua dichiarazione, in un elenco a parte, i consumatori per uso promiscuo che acquistino gas o energia elettrica in quantità inferiore a quelle di cui all'art. 2, secondo comma, e convenire per questi con l'Ufficio tecnico di finanza il canone d'imposta corrispondente, in base ai presunti consumi tassabili ed alle rispettive aliquote, salvo a non eccedere, per l'energia elettrica ceduta a cottimo, il massimo di cui al secondo comma dell'articolo 16.

Tali consumatori sono obbligati a fare le dichiarazioni di variazione al fabbricante con le stesse modalità stabilite per le dichiarazioni del fabbricante all'Ufficio di finanza. La inosservanza di tale obbligo è soggetta alle medesime sanzioni previste per le omesse dichiarazioni dei fabbricanti all'Ufficio anzidetto.

ART. 14.

(Art. 2 e 3 della legge 14 luglio 1918, n. 1064; art. 1, n. 2', dell'allegato D al R. decreto 19 novembre 1921, n. 1592; art. 1, n. 2, primo comma dell'allegato al R. decreto 10 maggio 1923, n. 1792).

L'imposta è pagata dal fabbricante direttamente in tesoreria con diritto di rivalsa sui consumatori.

Tale diritto può esercitarsi anche quando, per effetto della rivalsa, si ecceda nella vendita il prezzo stabilito dalle concessioni municipali, a meno che, per contratto, il pagamento dell'imposta sia stato assunto dal fabbricante.

Ogni bolletta di pagamento rilasciata dal fabbricante ai consumatori, deve portare la liquidazione distinta dell'imposta erariale, per la quale si procede a rivalsa a carico dell'utente e che deve essere in perfetta corrispondenza col consumo a contatore o prestabilito per la fornitura a cottimo, effettivamente assoggettato ad imposta secondo gli articoli 12 e 16. A tale scopo è sufficiente che siano esposte su ciascuna bolletta le indicazioni della cifra complessiva, per ciascuna utente, degli ettowattora di energia e dei metri cubi di gas assoggettati ad imposta e delle aliquote unitarie relative.

Nei versamenti effettuati dalle ditte fabbricanti, senza diritto di rivalsa per questa parte a carico degli utenti, le frazioni di importo inferiore a cinque centesimi, ma superiori a due centesimi e mezzo, vengono arrotondate a cinque centesimi. Delle frazioni di due centesimi e mezzo o meno non è tenuto conto.

ART. 15.

(Art. 1, n. 3º, ultimi quattro comma del § 1, dell'allegato D al R. decreto 19 novembre 1921, n. 1592).

Il pagamento dell'imposta può essere fatto a rate bimestrali anticipate o con versamenti posticipati da farsi in due rate per ciascun mese.

Il fabbricante, che non si obblighi al pagamento anticipato, deve dare una cauzione corrispondente all'ammontare di un sesto dell'imposta annua accertata o prelevata.

Garantiscono inoltre la Finanza, a preferenza di ogni altro creditore, per i debiti d'imposta delle ditte fornitrici le somme dovute dagli utenti alle ditte medesime per consumi soggetti a tassa.

Per le officine, rispetto alle quali il consumo annuo importi debito d'imposta non superiore a L. 50, il pagamento dev'essere fatto anticipatamente per tutto l'anno.

ART. 16.

(Art. 1, n. 4º, primi tre comma del § 1, dell'allegato D al R. decreto 19 novembre 1921, n. 1592; art. 1, n. 4, dell'allegato al R. decreto 10 maggio 1923, n. 1792).

Il fabbricante che fornisce energia elettrica a cottimo per usi soggetti a tassa, per una determinata potenza in kilowatt, è ammesso, per tale fornitura, a pagare l'imposta con un canone annuo nei modi indicati dall'articolo 12.

Tale canone viene stabilito per la potenza in kilowatt installati presso i consumatori tenuti presenti i contratti ed i dati di fatto riscontrati dalla Finanza con un massimo di L. 100 per kilowatt-anno installato.

Rimane fermo, anche questo caso, il diritto di rivalsa di cui all'articolo 14.

ART. 17.

(Art. 1, n. 4º, tre ultimi comma del § 1, dell'allegato D al R. decreto 19 novembre 1921, n. 1592).

Quando un'officina di gas o di energia elettrica serva per uso proprio esclusivo dello stesso proprietario od esercente, il tributo può essere corrisposto mediante un canone annuo determinato in base

all'effettivo consumo, dedotto o dalle indicazioni di strumenti di misura o dall'orario e dalla potenza delle lampade.

I canoni in tal modo liquidati vengono rettificati a fine di anno solare in base alle note di variazione, che le ditte fabbricanti a scopo di vendita o per uso proprio debbono rimettere mensilmente agli Uffici tecnici di finanza.

Il fabbricante ha però l'obbligo di denunciare anticipatamente per la liquidazione della corrispondente imposta suppletiva, quelle variazioni che, ragguagliate alla potenza e al consumo presi per base nella determinazione del canone, siano suscettibili di dare, in base al massimo consumo, un aumento superiore al 20 per cento.

ART. 18.

(Art. 1, n. 5°, dell'allegato D al R. decreto 19 novembre 1921, n. 1592).

E' affidata a Comitati peritali residenti nei capoluoghi di provincia e ad una Commissione centrale presso il Ministero delle finanze, da nominarsi con le modalità stabilite dal regolamento, la risoluzione dei ricorsi cui diano luogo:

a) le liquidazioni d'imposta;
b) tutte le altre controversie d'indole tecnica che possano sorgere circa l'applicazione della presente legge.

Contro le decisioni della Commissione centrale non è ammesso alcun ulteriore gravame in via amministrativa né giudiziaria.

ART. 19.

(Art. 1, n. 3°, § 2, dell'allegato D al R. decreto 19 novembre 1921 numero 1592).

Il termine della prescrizione per il risarcimento degli errori di liquidazione, così per la Finanza come per il contribuente, è di cinque anni dalla data del verbale di accertamento e si estende a tutti i casi di sospensione di produzione qualunque ne sia il motivo, anche quando il versamento di tassa s'è fatto anticipatamente a titolo di deposito.

L'amministrazione però conserva ancora per un anno il diritto al risarcimento del danno sofferto, verso l'impiegato imputabile della mancata o incompleta riscossione, quando nel detto termine di cinque anni sia stato infruttuosamente escusso il contribuente, ovvero quando l'impiegato, che aveva il dovere di promuovere l'azione contro il debitore, l'abbia lasciata cadere in prescrizione.

Queste prescrizioni speciali non hanno luogo in caso di frode.

ART. 20.

(Art. 1, n. 8° § 1, dell'allegato D al R. decreto 19 novembre 1921, numero 1592; art. 1, n. 8 dell'allegato al R. decreto 10 maggio 1923, n. 1792).

Salve le maggiori pene stabilite dal Codice penale, è punito con la multa variabile da L. 100 a L. 1000, nonché con la multa proporzionale dal doppio al decuplo dell'imposta frodata o che potè essere frodata, il fabbricante od il rappresentante, di cui al secondo comma dell'articolo 2, che:

a) attivi l'officina a scopo di produzione di gas o di energia elettrica senza essere provvisto della licenza;
b) manometta o lasci manomettere in qualsiasi modo i congegni, contrassegni, bolli e suggelli applicati dall'Amministrazione, salvo i casi di provata necessità;

c) ometta o rediga infedelmente le dichiarazioni di cui all'articolo 12, tenga in modo incompleto o infedele, oppure non tenga affatto o non presenti i registri, i documenti e le bollette a termini degli articoli 9, 10 e 11;

d) non presenti o presenti incomplete o infedeli le note di variazione e le denunce, di cui agli ultimi due comma dell'art. 17;

e) rifiuti od in qualsivoglia modo ostacoli l'immediato ingresso ai funzionari ed agli agenti governativi nelle officine e nei locali annessi, od impedisca ad essi il libero esercizio delle loro attribuzioni.

E' punito con le stesse multe l'utente che alteri il funzionamento dei congegni o violi i suggelli applicati dalla ditta fornitrice per misurazione, per riscontro e per sicurezza, o infine che utilizzi l'energia soggetta ad imposta in circuiti destinati all'utilizzazione dell'energia ceduta per usi esenti da tassa.

Per ogni bolletta rilasciata agli utenti, portante una liquidazione di imposta non dovuta o in misura superiore a quella effettivamente dovuta, giusta i precedenti articoli 14 e 16, si applica una multa pari al doppio dell'imposta indebitamente riscossa, con un minimo di L. 10 per ogni bolletta infedele.

ART. 21.

(Art. 1, n. 8°, § 2, dell'allegato D al R. decreto 19 novembre 1921, numero 1592).

Le contravvenzioni non espressamente previste nella presente legge e le infrazioni alle discipline del regolamento sono punite con una multa da L. 10 a L. 300.

ART. 22.

(Art. 1, n. 8°, § 3, dell'allegato D al R. decreto 19 novembre 1921, n. 1592).

Le pene di cui nella presente legge sono raddoppiate in caso di reiterazione.

ART. 23.

Art. 1, n. 8°, § 5, dell'allegato D al R. decreto 19 novembre 1921, n. 1592).

I processi verbali di accertamento delle contravvenzioni sono compilati dagli agenti scopritori e fanno fede in giudizio fino a prova contraria.

ART. 24.

(Art. 6 del R. decreto 25 marzo 1923, n. 796; art. 7 del R. decreto 21 ottobre 1923, n. 2335).

In qualunque stadio del procedimento e fino a quando non sia divenuto definitivo il decreto penale dell'intendente di finanza o fino a quando non sia intervenuta sentenza irrevocabile di condanna, è ammessa la definizione amministrativa della trasgressione.

La domanda per la definizione amministrativa, ove non sia fatta contestualmente alla redazione del verbale di contravvenzione, è diretta all'intendente di finanza, il quale ha facoltà di fissare la somma da pagarsi entro i limiti del minimo e del massimo della pena pecuniaria.

Quando le pene pecuniarie siano stabilite in misura non eccedente L. 500 o con un minimo non superiore a tale misura, la definizione amministrativa della contravvenzione, è demandata ai capi degli uffici esecutivi incaricati della contabilità della contravvenzione, i quali devono mensilmente rendere conto all'intendente di finanza della Provincia delle definizioni spedite.

Le norme procedurali stabilite per il decreto penale dell'intendente di finanza sono applicabili anche in materia di definizione amministrativa adottata o dall'intendente di finanza o dal capo dell'Ufficio esecutivo.

In tutti i casi di infrazione alla legge d'imposta, quando il contravventore si sia rimesso alla decisione amministrativa e risulti escluso il proposito di frode, potrà la contravvenzione definirsi con semplice multa disciplinare variabile da L. 10 a L. 300, fermo in ogni caso il pagamento del tributo.

ART. 25.

(Art. 1, n. 8°, § 4, dell'allegato D al R. decreto 19 novembre 1921, n. 1592).

L'azione penale per le contravvenzioni alla presente legge si prescrive in due anni, però un atto giudiziario interrompe la prescrizione.

ART. 26.

(Art. 1, n. 8°, § 5, dell'allegato D al R. decreto 19 novembre 1921, n. 1592).

Per la ripartizione delle multe e per quanto non sia espressamente disposto dalla presente legge riguardo alle contravvenzioni, saranno osservate le norme della legge doganale e del relativo regolamento.

ART. 27.

(Art. 8 del R. decreto 21 ottobre 1923, n. 2335).

Con decreto del Ministro per le Finanze sarà approvato il nuovo regolamento, che stabilirà le norme per l'esecuzione della presente legge.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

L'Energia Elettrica. — Rivista mensile, ufficiale per gli Atti dell'Associazione Nazionale Industrie Elettriche ANIEL. — Direttore Ing. Carlo Bonomi - Abbonamento annuo L. 80 (estero L. 100). Un numero separato L. 10 (estero L. 12).

Coll'ottobre si è iniziata la pubblicazione di questa nuova rivista di elettrotecnica con la quale la ANIEL — la nuova Associazione fra esercenti, fondata in Milano dal Prof. Ing. On. G. Motta — procede nell'attuazione dei suoi vasti programmi. Si tratta di una rivista formata 22x27 cm., su carta di lusso, che si pubblica mensilmente in fascicoli di oltre 100 pagine. Secondo il programma tracciato dal Prof. Motta nel primo fascicolo, la rivista, pur tutelando in modo particolare gli interessi delle imprese elettriche associate, si occuperà nel modo più generale di tutti i problemi interessanti le applicazioni dell'energia elettrica sia nel campo dell'elettrotecnica che nelle tecniche affini. Nei primi tre fascicoli sono infatti comparsi scritti importanti — di alcuni dei quali già abbiamo dato particolare notizia ai nostri lettori — che vanno dai problemi generali dell'idraulica e delle costruzioni idrauliche alla descrizione di impianti elettrici, con grande ampiezza di illustrazioni fotografiche, a problemi di tarifficazione, di telefonia e di radiotecnica.

Al nuovo confratello che ha assunto immediatamente un posto cospicuo nella necessariamente esigua schiera delle riviste tecniche italiane, il nostro benvenuto ed i nostri auguri di prospera vita.

*

Ing. C. LA GRECA — *Teoria generale della commutazione*, con particolare riguardo alla costruzione delle macchine a corrente alternata. — Un vol. di pag. 124, con 59 figure; formato 25×17,5 cm., con circa 330 parole per pagina di testo. — Ed. R. Piranti - Napoli, 1924, (senza indicazione di prezzo).

In questa monografia, compilata come tesi per il conseguimento della libera docenza in costruzioni elettromeccaniche nel R. Politecnico di Napoli, l'A. ha passato in rassegna le principali teorie della commutazione da quella classica di Arnold, intorno alla quale seguirono tante discussioni nella letteratura tedesca e francese, e non poche obiezioni vennero sollevate anche in Italia, principalmente dall'Ascoli; e giungendo fino alle idee più recenti, svolte su le macchine a corrente continua dal Manduit e dal La Cour, e su quelle a corrente alternata da R. Vallauri e da altri.

Sebbene lo studio non presenti carattere spiccato di originalità, esso ha il pregio di riunire ordinatamente molte nozioni, che si trovano sparse nella letteratura, e di cui pochi libri di testo offrono una sintesi completa e comparativa. La consultazione di esso può dunque riuscire vantaggiosa sopra tutto a coloro i quali non hanno modo di approfondire, in tutta la sua vastità ed attingendo direttamente alle fonti originali, la complessa e controversa questione, che suscita ancora a buon diritto tanto interesse da parte degli elettrotecnici.

Alcuni dispositivi di compensazione, proposti dall'Autore per conferire la fase voluta alla eccitazione dei poli ausiliari nei motori a commutazione a corrente alternata, fondati sopra l'impiego di capacità elettrostatiche, non differiscono per principio da quelli già in uso a reattanze induttive, e gli eventuali vantaggi della loro applicazione non possono esattamente valutarsi senza il suffragio della esperienza.

*

E. LEVI-CIVITA e U. AMALDI — *Lezioni di meccanica razionale* — Vol. I.: Cinematica, Principii e Statistica - Un vol. di XIII-741 pagine con 125 figure; formato 13×24 cm.; numero medio di parole per pagina di testo, 350 — Nicola Zanichelli - Bologna, 1923 - Prezzo L. 65.

Questo libro, pubblicato con la consueta cura ed eleganza dalla benemerita Casa editrice bolognese, viene, nell'attuale periodo di risveglio della nostra produzione scientifica, a riprendere con onore la gloriosa tradizione creata dalle opere insigni di Venturoli (1800), Mossotti (1851), Zanotti (1857), Chelini (1860), Maggi e Marcolongo. Il primo volume contiene le lezioni sulla cinematica (6 capitoli), su la statistica (8 capitoli) e sui principii fondamentali ed i postulati della meccanica (2 capitoli); l'opera sarà completata da un secondo volume dedicato alla dinamica del punto e dei sistemi olonimi ed alla meccanica dei sistemi continui.

Gli autori avvertono nella prefazione che, data la sua origine didattica, il libro riveste uno specifico carattere elementare, per cui non può e non vuole costituire un vero e proprio trattato. Sta di fatto che gli AA. valendosi appieno della loro lunga pratica di insegnamento universitario, hanno offerto agli studiosi un'opera fondamentale, curata in ogni sua parte, preziosa per i cultori di scienze applicate, non meno che per quelli delle scienze pure. Essa è scritta magnificamente, la chiarezza ed il rigore scientifico si accoppiano in modo assai felice alla eleganza della trattazione.

Pregio particolare dell'opera è una raccolta di oltre 200 esercizi raggruppati in fine di ogni capitolo. Numerose e fedeli sono le indicazioni storiche e bibliografiche.

U. Ru.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

La Redazione si riserva di dare eventualmente più ampie notizie, in altra rubrica, dei lavori qui elencati.

Ing. GUIDO PERI. — *L'illuminazione elettrica*. — Le lampade e la loro fabbricazione: impianti ed esercizio d'illuminazione. — Volume in 16 di pag. 520, con 278 incisioni, legato in tela: formato 11×15,5 cm. — U. Hoepli, editore - Milano, 1925. — Prezzo L. 24.

WILHEM WECHMANN. — *Der elektrische Zugbetrieb der Deutschen Reichsbahn*. — Un volume legato in tela, formato 24×32 cm. 462 pagine con 662 illustrazioni. - Numero medio di parole per ogni pagina di testo, 750 circa. — Ed. R. Otto Mittelbach - Berlino - Charlottenburg, 5 - 1924. — Senza indicazione di prezzo.

Ing. VITO FARNARI. — *Le bonifiche idrauliche*. - Norme tecniche ed elementi di studio. — Roma, edit. Chierchia e Maggiorotti - Via Vicenza, 56. — Un volume, formato 15×21 cm.; 332 pagine con 81 illustrazioni - Numero medio di parole per una pagina di testo, 270 circa. Prezzo L. 25 in Roma; L. 27 nelle altre città.

Ing. G. CHIERCHIA. — *Teoria, calcolo, costruzione dei piccoli trasformatori monofasi e trifasi*. — Roma - Chierchia e Maggiorotti, editori, 1924. — Un volumetto 12×16,5 cm., di pag. 70 con 33 illustrazioni. - Numero medio delle parole per una pagina di testo, 100 circa. — Prezzo L. 5 in Roma - L. 5,50 nelle altre città.

Detto. — *Teoria, calcolo, costruzione dei motori a campo rotante*. —

Un volumetto 12×16,5 cm., di pagine 52 con 25 illustrazioni. - Numero medio di parole per ogni pagina del testo, 200 circa — Roma, 1924. — Prezzo L. 4 in Roma; L. 4,40 nelle altre città.

Detto. — *Le frodi nei contatori elettrici*. — Come si misura l'energia - Come si ruba - Come si scopre la frode - Come viene punita. — Un volumetto pubblicato a cura della Redazione del Giornale degli elettricisti, dall'Edit. Lavagnolo. — Torino, via Gioberti, 14; formato 12×16,5 cm., pag. 142; 75 illustrazioni. — Num. medio di parole per ogni pagina di testo 200 circa. — Prezzo L. 7.

B. BRIDA. — *L'equipaggiamento elettrico dell'automobile*. — Edit. G. Lavagnolo - Torino, via Gioberti, 14. — Un volumetto, formato 12×16,5 cm., di pag. 280, con 113 figure. — Numero medio di parole per ogni pagina del testo, 210 circa. — Prezzo L. 10.

Ing. LUCIANO CONTI. — *Sui muri di ritenute d'acqua*. — Estratto dagli Annali dei LL. PP. - Anno 1924, fasc. 8° - fascicolo di 32 pagine, formato 19×26,5 cm. — Stab. Tip.-Lit. del Genio Civile, Roma, 1924.

Ing. UGO GUERRA. — *Teoria e costruzione dei posti di telefonia senza fili*. — Edit. Chierchia e Maggiorotti - Roma, via Vicenza 56 - Anno 1925 - Un volumetto 12×17 cm., di pag. 386, con 107 figure - Numero medio di parole per ogni pagina di testo, 270 circa. Prezzo L. 13 in Roma, L. 14 nelle altre città.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

Venerdì 12 dicembre l'Ing. Alessandro Banfi tenne presso questa Sezione una comunicazione su «Lo stato attuale della radiofonia».

Il tema di attualità aveva richiamato un uditorio numerosissimo.

L'oratore premette una lucida ed interessante esposizione sulla natura delle vibrazioni musicali e della voce umana presentando anche diversi oscillogrammi. Analizza le curve dei diversi suoni e le mette in relazione coi complessi fenomeni della trasmissione a distanza e della ricezione. Passa quindi ad illustrare diversi tipi di apparecchi ricevitori e ne presenta uno con caratteristiche proprie che gli permettono di raggiungere nella ricezione un alto grado di purezza. Lo dimostra praticamente facendo entrare in vibrazione un diapason affacciato alla tromba dell'alto parlante quando dalla stazione trasmittente viene emessa la nota corrispondente.

Da ultimo offrì alcuni esperimenti di ricezione mettendo l'impianto in sintonia con diverse stazioni trasmettenti nazionali ed estere.

* *

Comunicato

L'Ing. Manfredi, Segretario del Comitato ordinatore della partecipazione italiana alla Conferenza Internazionale di Parigi (3ª Sessione, giugno 1925), con riferimento al comunicato dell'agosto u. s., ricorda ai colleghi, i quali hanno promesso l'invio di memorie, l'osservanza del termine per la presentazione di esse.

Come ultimo termine, le memorie dovranno pervenire al Comitato stesso non oltre il 15 gennaio p. v., se redatte in una sola lingua (francese od inglese), e non oltre il 1° di marzo p. v., se redatte nelle due lingue (francese ed inglese).

* *

Personalia

Il Cav. Uff. Antonio Formica, Consigliere Delegato alla Sede Centrale per la Sezione di Torino e già Consigliere della Sezione stessa è stato insignito della Commenda della Corona d'Italia.

L'indiscutibile utilità di un

INDICE BIBLIOGRAFICO

come quello pubblicato dall'A. E. I. è tale che riteniamo opportuno richiamare l'attenzione di tutti coloro che non lo hanno ancora prenotato perchè vogliano assicurarsi le pubblicazioni che seguiranno nell'anno prossimo.

È sufficiente l'invio della propria adesione alla Sede Centrale.

101A

Inventario N. _____

